

Figura	Apartado	Título
6.8	6.2	Solución para unión viga-columna para esfuerzos pequeños
6.9	6.2	Solución para unión viga-columna para esfuerzos grandes
6.10	6.2	Resolución de uniones con el software PowerConnect. La escala de colores de la derecha marca (en porcentaje) el nivel de utilización de cada componente de la unión
6.11	6.2	Tabla resumen de solución de uniones para la serie IPE (esfuerzos pequeños)
6.12	6.2	Comparación de momentos flectores con y sin uniones semirrígidas
6.13	6.2	Solución de placa de anclaje para esfuerzos pequeños
6.14	6.2	Solución de placa de anclaje para esfuerzos importantes
6.15	6.3	Ejemplo de aplicación de conexiones automáticas
6.16	6.3	Ejemplo de librerías de uniones BIM. Ejemplo software Tekla Structures
6.17	6.3	Ejemplo de definición paramétrica de uniones y guardado de configuraciones
6.18	6.3	Ejemplo de librerías de uniones BIM. Ejemplo software Tekla Structures
6.19	6.4	Dimensiones del pórtico tipo
6.20	6.4	Enlace bidireccional entre el software de cálculo y de modelado BIM
6.21	6.4	Importación de esfuerzos envolventes en el modelo BIM
6.22	6.4	Selección de una biblioteca de uniones estandarizadas
6.23	6.4	Estructuras detalladas con la aplicación de uniones automática

Figura	Apartado	Título
5.14	5.1	Detalle constructivo completo de la unión rígida viga-columna
5.15	5.1	Esquema general de unión semirrígida viga-columna
5.16	5.1	Detalle constructivo completo de la unión semirrígida viga-columna
5.17	5.2	Detalle constructivo de una unión simple viga-columna con chapa de alma
5.18	5.3	Detalle constructivo de una unión simple viga-columna con chapa de alma y columna tubular
5.19	5.4	Detalle constructivo de una unión rígida viga-columna con chapa frontal
5.20	5.4	Detalle constructivo de la unión rígida viga(dintel)-columna con chapa frontal objeto de estudio
5.21	5.4	Brazo de palanca para uniones con chapa frontal extendida
5.22	5.5	Diferentes configuraciones de unión rígida con rigidizadores o diafragmas en columna tubular
6.1	6.1	Tipos de uniones generales en una estructura de edificación
6.2	6.1	Unión viga-columna simple entre perfiles abiertos rígidas y semirrígidas (derecha) y articuladas (izquierda)
6.3	6.1	Unión viga-columna doble entre perfiles abiertos rígidas y semirrígidas
6.4	6.1	Unión viga-viga o columna-columna entre perfiles abiertos
6.5	6.1	Placas de anclaje para columnas tipo I, H articuladas (izquierda), semirrígidas (centrales) y rígidas (derecha)
6.6	6.1	Uniones articuladas viga-viga
6.7	6.1	Arriostramientos

Figura	Apartado	Título
4.32	4.5.2	Ubicación preferente de la conexión atornillada
4.33	4.5.2	Ejemplos de unión viga-columna RHS con chapa frontal y tornillos ciegos
4.34	4.5.2	Uniones atornilladas viga-columna con viga pasante y chapa pasante
4.35	4.5.2	Configuración general de unión rígida viga-columna atornillada
5.1	5	Unión simple a cortante
5.2	5.1	Tipologías generales de estructuras de edificios de oficinas e industrial
5.3	5.1	Esquema estructural básico
5.4	5.1	Ejemplo de sistema de arriostramiento
5.5	5.1	Otro ejemplo de sistema de arriostramiento (en el interior del edificio)
5.6	5.1	Perfiles de planta primera
5.7	5.1	Esquema general de unión simple viga-viga con chapa de alma
5.8	5.1	Cargas sobre la unión
5.9	5.1	Detalle constructivo completo de la unión simple viga-viga con chapa de alma
5.10	5.1	Esquema general de unión simple viga-columna con chapa de alma
5.11	5.1	Cargas sobre la unión
5.12	5.1	Detalle constructivo completo de la unión simple viga-columna con chapa de alma
5.13	5.1	Esquema general de unión rígida viga-columna

Figura	Apartado	Título
4.15	4.4.1	Representación del modelo de una unión según el método de los componentes
4.16	4.4.2	Casquillo en T equivalente para 'lado de angular en flexión'
4.17	4.4.3	Clasificación de uniones en función de su rigidez
4.18	4.5.1	Unión atornillada en prolongación de perfil tubular
4.19	4.5.1	Unión atornillada de perfil en -I o -H a perfil tubular
4.20	4.5.1	Unión atornillada de perfil tubular mediante cartela a otro perfil tubular
4.21	4.5.2	Unión atornillada viga-columna con columna tubular
4.22	4.5.2	Unión atornillada tipo en prolongación de perfil tubular circular
4.23	4.5.2	Unión atornillada tipo en prolongación de perfil tubular rectangular
4.24	4.5.2	Unión atornillada tipo en prolongación de perfil tubular rectangular (tornillos en dos únicos lados de la chapa)
4.25	4.5.2	Unión simple atornillada viga-columna con chapa lateral a cortante
4.26	4.5.2	Alternativas a la unión simple atornillada viga-columna con chapa lateral a cortante para columnas RHS
4.27	4.5.2	Unión simple atornillada viga-columna con asiento (no rigidizado y rigidizado)
4.28	4.5.2	Unión simple atornillada arriostamiento-columna tubulares
4.29	4.5.2	Diferentes disposiciones para la conexión placa-columna tubular
4.30	4.5.2	Alternativas más frecuentes para el extremo del arriostamiento
4.31	4.5.2	Unión atornillada semirrígida viga-columna

Figura	Apartado	Título
3.9	3.4	Unión simple viga-columna
3.10	3.4	Unión rígida viga-columna
3.11	3.4	Disposiciones constructivas y nomenclatura empleada por el CTE , Código Técnico de la Edificación
3.12	3.4	Ejemplo de unión viga-columna CHS
3.13	3.4	Ejemplo de unión viga-columna rígida
3.14	3.4	Ejemplo de unión “creativa”
3.15	3.5	Ejemplo del método CBFEM
4.1	4.3	Unión viga-columna simple entre perfiles abiertos
4.2	4.3	Unión viga-columna rígida entre perfiles abiertos
4.3	4.3	Unión viga-columna simple con columna tubular
4.4	4.3	Uniones viga-columna rígida con columna tubular (tornillos ciegos y con ½ RHS) (*)
4.5	4.3	Ejemplos de uniones viga-columna con tornillos ciegos (*)
4.6	4.3	Unión viga-columna con viga pasante
4.7	4.3	Unión viga-viga entre perfiles abiertos
4.8	4.3	Diagrama de momentos y Empalme viga-viga
4.9	4.3	Empalme viga-viga con cubrejuntas de ala
4.10	4.3	Empalme viga-viga con placa frontal
4.11	4.3	Empalme columna-columna con placa frontal y con cubrejuntas
4.12	4.3	Placa de anclaje con perfil abierto
4.13	4.3	Placa de anclaje con perfil tubular (izquierda – no recomendada; centro y derecha – más correctas)
4.14	4.4.1	Configuración básica de una unión

Índice de figuras

Figura	Apartado	Título
1.1	1	Típica tabla de verificación de uniones con chapa de testa o placa frontal
1.2	1	Ejemplo de unión viga-columna real y simulada mediante software FEM (Finite Element Method)
1.3	1	Proceso de montaje mediante uniones atornilladas
2.1	2	Diagrama de flujo del diseño estructura y uniones
2.2	2	Leyes de momento flector en función del tipo de unión en los extremos de la viga
2.3	2	Leyes de esfuerzos en una columna con base empotrada bajo carga de succión de viento
2.4	2	Cálculo de resistencia y rigidez de la placa de anclaje diseñada
2.5	2	Diagrama de flujo del diseño estructura y uniones
2.6	2	Método de los componentes de EC-3 y método CBFEM
3.1	3.1	Ejemplo de Celosía Warren con RHS y cordones paralelos
3.2	3.1	Unión articulada celosía – pilar
3.3	3.1	Dintel en celosía con ambos cordones unidos al pilar
3.4	3.1	Estructura con sistema adicional de arriostamiento
3.5	3.1	Esquema de unión viga metálica – columna mixta eficaz
3.6	3.3	Ejemplo de elemento simple comercial, armado y compuesto
3.7	3.3	Ejemplo de error de ejecución por unión demasiado compleja
3.8	3.4	Diagrama momento-rotación para clasificación de uniones por rigidez según EN 1993-1-8

4.5.	Verificación de uniones atornilladas entre perfiles tubulares.....	64
4.5.1.	Método de comprobación de las uniones.....	65
4.5.2.	Cálculo de las uniones.....	67
4.6.	Verificación de uniones mediante el método CBFEM	75
Apéndice. Referencias para consulta.....		77
5.	EJEMPLOS	79
5.1.	Edificio completo	81
5.2.	Unión articulada con columna de sección en -I o en -H	95
5.3.	Unión articulada con columna tubular.....	100
5.4.	Unión rígida con columna de sección en -I o en -H	101
5.5.	Unión rígida con columna tubular	112
6.	ESTANDARIZACIÓN Y VERIFICACIÓN AUTOMÁTICA -MEDIANTE BIM- DE UNIONES	115
6.1.	Tipología de uniones a estandarizar.....	116
6.2.	Ejemplo de estandarización de uniones	119
6.3.	Definición de uniones automáticas en modelos BIM.....	126
6.4.	Ejemplo de aplicación de estandarización con bibliotecas BIM	129
ANEXO La Norma UNE-EN 1993-1-8 (Uniones en el Eurocódigo 3)		133
Referencias normativas UNE y CEN.....		137
Bibliografía.....		141

Índice

Índice de figuras	9
1. INTRODUCCIÓN	15
2. CONSIDERACIONES GENERALES	21
3. DISEÑO DE UNIONES ATORNILLADAS	29
3.1. Modelización de la estructura	30
3.2. Determinación de esfuerzos en cada elemento estructural.....	34
3.3. Definición de cada elemento estructural	35
3.4. Diseño de las uniones	38
3.5. Verificación de las uniones	45
Apéndice. Referencias para consulta.....	47
4. VERIFICACIÓN DE UNIONES ATORNILLADAS	49
4.1. Estado normativo actual	50
4.2. Métodos de verificación de uniones. Generalidades.....	51
4.3. Uniones atornilladas más habituales en edificación.....	51
4.3.1. Uniones viga-columna	51
4.3.2. Uniones entre vigas	55
4.3.3. Empalmes (en prolongación) de vigas	56
4.3.4. Empalmes (en prolongación) de columnas	57
4.3.5. Placas de anclaje	57
4.4. Verificación de uniones atornilladas entre perfiles de sección en I o en H	58
4.4.1. Componentes básicos	59
4.4.2. Resistencia de cálculo	61
4.4.3. Rigidez de la unión	62
4.4.4. Capacidad de rotación.....	63

Prólogo

Las uniones son, posiblemente, la entidad más crítica de cualquier estructura, siendo el trabajo del diseñador clave para su buena determinación.

Una unión de configuración compleja será difícil, no solo de verificar, sino también, posteriormente, de ejecutar. Por el contrario, la definición de soluciones simples redundará en una construcción más eficaz y segura en su conjunto. En este sentido, el empleo de uniones atornilladas suele llevar a las tareas de ejecución en obra más sencillas y, por tanto, suelen ser la opción predilecta.

Esta monografía pretende ayudar al consultor de estructuras metálicas en la, muchas veces complicada, tarea de diseñar este tipo de uniones en estructuras de edificación.

El texto está pensado para profesionales noveles o sin gran experiencia con estructuras metálicas y trata de constituir una guía práctica que acompañe al diseñador en las diferentes etapas por las que deberá pasar en el proceso de concepción, diseño y verificación de las uniones, ayudándole en la toma de decisiones inherentes a cada una de ellas.

La publicación se completa con varios ejemplos concretos de aplicación de la metodología propuesta.

Gorka Iglesias Toquero
ARCELORMITTAL EUROPE – TUBULAR PRODUCTS
Coordinador del GT6/4 “Uniones”

Grupo de trabajo GT6/4 “Uniones”

Coordinador:

- Gorka Iglesias (ARCELORMITTAL EUROPE – TUBULAR PRODUCTS)

Vocales:

- Miguel Alquézar (CONSTRUSOFT)
- José Antonio Chica (TECNALIA)
- Albert Jiménez (CONSTRUSOFT)

La Comisión 6 de ACHE se creó con la idea básica de acercar las estructuras metálicas y mixtas a los diseñadores españoles ofreciéndoles una visión y herramientas prácticas que les permitieran abordar el diseño de este tipo de estructuras con tranquilidad y garantías. Dentro de ésta, el grupo de trabajo GT6/4 se centra en una cuestión tan crítica – y apasionante – como las uniones.

La misión asumida por todos los miembros de este grupo fue la de evaluar la manera de aportar valor añadido a los consultores de estructuras ofreciéndoles una herramienta, lo más sencilla posible, que complementara a los textos ya existentes y ampliamente conocidos, con un formato lo más práctico posible.

Para ello, cada persona integrante del equipo aportó su visión y dilatada experiencia en el diseño, cálculo y divulgación de las uniones atornilladas. Se contó con el amplio bagaje de José Antonio Chica, actualmente en el centro de investigación Tecnalia e involucrado durante más de 20 años en el sector de la construcción, siendo además miembro de diversos grupos técnicos europeos en el mismo ámbito; con la visión práctica exhaustiva de Albert Jiménez y Miguel Alquézar, ambos pertenecientes a la empresa Construsoft (software para cálculo de estructuras) y con experiencia docente en las Universidades de Girona y Politécnica de Cataluña y con la colaboración y coordinación de Gorka Iglesias, miembro de diferentes comités técnicos de normalización europeos y con más de dos décadas de experiencia en la promoción y divulgación de las estructuras metálicas tubulares.

Todo el GT6/4 queremos agradecer a ACHE, y muy especialmente al presidente de la Comisión 6 “Estructuras metálicas y mixtas”, la oportunidad que nos ofrecen para divulgar los fundamentos técnicos de las uniones atornilladas en estructuras metálicas.

Presentación de la Monografía

En esta ocasión nos complace presentar el trabajo redactado por el GT 6/4, coordinado por Gorka Iglesias Toquero y titulado “*Uniones atornilladas en estructuras metálicas*”, dirigido, de manera fundamental, a los casos de estructuras de edificación no singulares.

Las uniones atornilladas son soluciones muy adecuadas para la construcción de estructuras metálicas en determinadas situaciones, en las que aportan un conjunto importante de ventajas en el proceso: Comodidad, sencillez y rapidez de ejecución y control, así como total capacidad de deconstrucción y reutilización. Sin olvidar que la estructura se ejecuta en taller en su práctica totalidad, con las innumerables ventajas que ello aporta a todos los efectos.

Estas características hacen de las uniones atornilladas una solución prioritaria cuando se requiere disponer de las ventajas citadas, como puede ser en obras de rápida ejecución, estructuras desmontables, localizaciones complejas, zonas aisladas, condiciones meteorológicas adversas, etc.

En esta publicación se exponen de forma sencilla y clara los principios básicos para el diseño y cálculo de este tipo de uniones, de manera que los técnicos no iniciados en el tema dispongan de una vía de conocimiento y resolución de los problemas que se plantean en estas uniones y, con ello, se les facilite su adopción.

Nuestro agradecimiento a los miembros del Grupo GT6/4 autores del trabajo y, en especial, a su coordinador por su dedicación y colaboración, así como a los miembros de la Comisión 6 que han ayudado con sus sugerencias a la revisión de los borradores.

Honorino Ortega Valencia
Presidente de la Comisión 6 “Estructuras Metálicas y Mixtas”

Eugenio García Aller
CALIDAD SIDERÚRGICA
Secretaría de la Comisión 6 “Estructuras Metálicas y Mixtas”

Presentación de la Comisión 6

La decisión en el seno de ACHE de crear una Comisión específica para el tratamiento de los temas relativos a las Estructuras Metálicas y Mixtas, significó un cambio estratégico importante en la Asociación, cuya actividad, hasta ese momento, se circunscribía a lo relacionado con el hormigón estructural.

Desde ACHE se contactó con CALIDAD SIDERÚRGICA, como organización más adecuada para desempeñar la Secretaría de la nueva Comisión 6 “Estructuras Metálicas y Mixtas”, por sus fines relacionados con la calidad y la promoción de los productos de acero para construcción y por su experiencia en la gestión de diversos comités de normalización y certificación de productos siderúrgicos, algunos relativos a las estructuras metálicas y mixtas.

Se inició entonces la búsqueda de distintos expertos con la experiencia y el conocimiento adecuado que estuviesen interesados en formar parte la Comisión. Finalmente, la Comisión 6 echó a andar en mayo de 2016, fecha en que tuvo lugar su reunión de constitución.

Una vez constituida, la Comisión 6 se planteó, para una primera etapa, una serie de trabajos a desarrollar considerando dos ideas básicas: Divulgar el empleo de soluciones estructurales metálicas en el campo de la edificación no singular y resolver de forma sencilla y eficaz los problemas específicos que se plantean en la aplicación de dichas soluciones.

Con estas consideraciones, los distintos Grupos de Trabajo constituidos dentro de la Comisión iniciaron el desarrollo de los oportunos documentos.

Honorino Ortega Valencia
Presidente de la Comisión 6 “Estructuras Metálicas y Mixtas”

Eugenio García Aller
CALIDAD SIDERÚRGICA
Secretaría de la Comisión 6 “Estructuras Metálicas y Mixtas”

Esta edición ha sido patrocinada por las siguientes empresas e instituciones:

Autores:

- ARCELORMITTAL EUROPE – TUBULAR PRODUCTS
- CONSTRUSOFT
- TECNALIA

Patrocinadores:

- CALIDAD SIDERÚRGICA
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (UNE)

Otros colaboradores:

- GRUPO ARCELORMITTAL
- GRUPO CELSA
- CL GRUPO INDUSTRIAL – DIVISIÓN ACERO
- GRUPO MEGASA
- GRUPO RIVA

Aunque la Asociación Española de Ingeniería Estructural (ACHE) ha hecho un gran esfuerzo por asegurar que toda la información contenida en este documento es correcta y precisa, ACHE, sus miembros y sus trabajadores no aceptan responsabilidad alguna por daños y/o perjuicios de cualquier clase que pudiera originar el uso y aplicación del contenido de esta publicación. Las publicaciones de ACHE están redactadas para ser utilizadas por técnicos con capacidad para evaluar su contenido y por tanto cada lector asume la responsabilidad del uso de la información incluida en el presente documento.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o distribuirse de ninguna forma, ni por ningún medio sin la previa autorización por escrito de ACHE.

Edita: ACHE (Asociación Española de Ingeniería Estructural)

I.S.B.N.: 978-84-89670-99-0

D. Legal: M-15587-2024

Impreso en España

Trabajos editoriales: CINTER Divulgación Técnica

MONOGRAFÍA **43**

M

**UNIONES ATORNILLADAS
EN ESTRUCTURAS METÁLICAS**

Comisión 6: Estructuras Metálicas y Mixtas
Grupo de Trabajo 6/4
Uniones