



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Prontuario de uniones de perfiles de acero con chapa
frontal atornillada según los criterios del CTE

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Sanchez Pardo, Alba

Tutor/a: Guardiola VÍllora, Arianna Paola

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

**PRONTUARIO DE UNIONES DE PERFILES DE ACERO
CON CHAPA FRONTAL ATORNILLADA
(CRITERIOS CTE)**

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Universitat Politècnica de València

Trabajo Final de Grado - Curso 2021/22

Autora: Alba Sánchez Pardo

Tutora: Arianna Guardiola Vállora



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi familia, mis padres y mi hermana, por el apoyo recibido, tanto durante la realización de este trabajo, como de todo el grado. Por apoyarme económicamente, pero sobre todo emocionalmente.

No fue fácil mudarme sin ellos y adaptarme al cambio que supuso en mi vida.

A Sara, Patricia y Marta, por convertirse en casa y estar al pie del cañón durante estos 6 años. Por acompañarme en esta dura, pero bonita etapa de mi vida y aprender de cada una de ellas, desde el primer día y hasta ahora.

A Pablo, por aparecer y permanecer durante este periodo. Gracias por enseñarme otras perspectivas de la carrera y de la vida; por contagiarme parte de tu ilusión por la arquitectura.

Y, por último, a ti, Arianna Guardiola, por confiar en mí durante este último año de carrera. Por tener una inmensa paciencia conmigo, por tu dedicación y profesionalidad. Has hecho posible este trabajo y que yo, lo acabe satisfecha por haberlo conseguido.

RESUMEN

Una de las condiciones de comprobación que establece el Documento Básico Seguridad Estructural, Acero del Código Técnico de la Edificación para las uniones, es que éstas se deberán dimensionar para resistir los mínimos siguientes (artículo 8.2 apartado 2 DB SE A del CTE). En el caso de los nudos rígidos la mitad de la resistencia última de cada una de las piezas a unir, y en el caso de uniones articuladas la tercera parte del axil o cortante último (según el caso) de la pieza a unir.

Estos valores mínimos de las solicitaciones dependen de las capacidades mecánicas de los perfiles, y son constantes para cada uno de ellos. Por lo tanto, es posible determinar el diámetro, la calidad y el número de tornillos necesarios para transmitir dichas solicitaciones.

Este trabajo tiene como objetivo el generar una serie de tablas de uniones viga-soporte resueltas con chapa frontal atornillada, tanto rígidas como articuladas, para las series de perfiles de acero laminado en caliente IPE, IPN y HEB, teniendo en cuenta las calidades de acero estructural S235, S275 y S355.

Para ello, se tendrán en cuenta los criterios de diseño de las uniones atornilladas, las propiedades resistentes de los perfiles y las condiciones de resistencia establecidas en la norma.

Para cada uno de los perfiles se propondrán diferentes alternativas en función del diámetro, calidad del acero y número de tornillos no pretensados a utilizar.

PALABRAS CLAVE

Estructuras de acero; Uniones atornilladas; Simple cortadura; DB SE A del CTE

ABSTRACT

One of the conditions established in the Basic Document for Structural Safety, Steel of the Technical Building Code to be verified in joints is that they must be designed to resist the following minimum values (Article 8.2 section 2 DB SE A of the CTE). In the case of rigid joints, half of the ultimate resistance of each of the members to be joined, and in the case of pinned joints, one third of the axial or ultimate shear (as appropriate) of the connected member.

These minimum values of internal forces depend on the mechanical properties of the cross-sections, being a constant for each of them. Therefore, it is possible to determine the diameter, steel quality and number of bolts necessary to transmit these internal forces.

The aim of this work is to generate a series of tables for beam-to-support connections solved with bolted end-plates, both rigid and pinned, for the IPE, IPN and HEB series of hot-rolled steel sections, considering the structural steel grades S235, S275 and S355. This will consider the design criteria for bolted joints, the strength properties of the cross-sections and the resistance conditions established in the Spanish Code

For each of the cross-sections, different alternatives will be proposed depending on the diameter, quality of the steel and number of non-preloaded bolts to be used

KEYWORDS

Steel structures; Bolted joints; Single shear; DB SE A of the CTE.

RESUM

Una de les condicions de comprovació que estableix el Document Bàsic Seguretat Estructural, Acer del Codi Tècnic de l'Edificació per a les unions és que aquestes s'hauran de dimensionar per a resistir els mínims següents (article 8.2 apartat 2 DB SE A del CTE). En el cas dels nusos rígids, la meitat de la resistència última de cadascuna de les peces a unir, i en el cas d'unions articulades la tercera part de l'axial o tallant últim (segons el cas) de la peça a unir.

Aquests valors mínims de les sol·licitacions depenen de les capacitats mecàniques dels perfils, i són constants per a cadascun d'ells. Per tant, és possible determinar el diàmetre, la qualitat del acer i el nombre de caragols necessaris per a transmetre aquestes sol·licitacions.

Aquest treball té com a objectiu el generar una sèrie de taules d'unions biga-suport resoltes amb xapa frontal caragolada, tant rígides com articulades, per a les sèries de perfils d'acer laminat en calent IPE, IPN i HEB, tenint en compte les qualitats d'acer estructural S235, S275 i S355.

Per a això, es tindran en compte els criteris de disseny de les unions caragolades, les propietats resistents dels perfils i les condicions de resistència establides en la norma.

Per a cadascun dels perfils es proposaran diferents alternatives en funció del diàmetre, qualitat de l'acer i nombre de caragols no pretesats a utilitzar.

PARAULES CLAU

Estructures d'acer; Unions caragolades; Simple cisallament; DB SE A del CTE.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
2. CRITERIOS GENERALES	7
2.1. Disposiciones constructivas	9
2.2. Resistencia de uniones atornilladas sin pretensar	9
3. CÁLCULOS. UNIONES ARTICULADAS	11
3.1. Hipótesis de partida	11
4. CÁLCULOS. UNIONES RÍGIDAS	12
4.1. Hipótesis de partida	12
4.2. Condiciones de rigidez	14
5. CONCLUSIONES	16
6. RESULTADOS	17
6.1. Tablas. Uniones articuladas	18
6.1.1. IPE ACERO S235	18
6.1.2. IPN ACERO S235	32
6.1.3. HEB ACERO S235	46
6.1.4. IPE ACERO S275	60
6.1.5. IPN ACERO S275	74
6.1.6. HEB ACERO S275	88
6.1.7. IPE ACERO S355	102
6.1.8. IPN ACERO S355	116
6.1.9. HEB ACERO S355	130
6.2. Tablas. Uniones rígidas	144
6.2.1. IPE ACERO S235	144
6.2.2. IPE ACERO S275	152
6.2.3. IPE ACERO S355	160
7. ANEXO: ODS	168
8. REFERENCIAS	169
9. REFERENCIAS DE IMÁGENES	169

1. INTRODUCCIÓN

El Código Técnico de la Edificación (CTE), en el Documento Básico, Seguridad Estructural, Acero (DB SE A), establece, en el capítulo 8, la normativa de aplicación de las uniones, tanto articuladas como rígidas.

En él, se establecen las bases de cálculo y los criterios generales para llevar a cabo el dimensionado de las chapas de acero y el número de tornillos necesario en las uniones atornilladas; además, indica las comprobaciones a realizar con el uso de tornillos no pretensados.

Teniendo en cuenta dichos criterios, es posible obtener unas tablas con los datos indispensables para llevar a cabo el diseño y cálculo de las uniones resueltas con chapa frontal atornillada, quedando del lado de la seguridad.

El objetivo de este TFG es realizar una serie de tablas de dimensionado para uniones atornilladas tanto articuladas, como rígidas, capaces de transmitir las solicitaciones mínimas que establece la norma.

Para ello, una vez establecidas las condiciones de partida, se han llevado a cabo los cálculos correspondientes, inicialmente a mano y, posteriormente con la ayuda del software de Microsoft Excel¹. El objetivo es simplificar la tarea de diseño y cálculo tanto a estudiantes como a profesionales.

Este trabajo se ha elaborado siguiendo el siguiente esquema:

1. Breve explicación sobre las uniones atornilladas y criterios generales para su diseño, cálculo y ejecución.
2. Hipótesis de cálculo consideradas y explicación de los objetivos y la metodología empleada para el desarrollo de las tablas de dimensionamiento.
3. Elaboración, con ayuda de Microsoft Excel, de una serie de hojas de cálculo para cada una de las series de perfiles.
4. Tablas de resultados organizadas en función de:
 - a) Calidad del acero.
 - b) Tipo de perfil
 - c) Número de tornillos.

¹ Microsoft Excel es una hoja de cálculo desarrollada por Microsoft para Windows, macOS, Android e iOS. Cuenta con cálculo, gráficas, tablas calculares y un lenguaje de programación macro llamado Visual Basic para aplicaciones. Ha sido una hoja de cálculo muy aplicada para estas plataformas, especialmente desde la versión 5 en 1993, y ha reemplazado a Lotus 1-2-3 como el estándar de la industria para las hojas de cálculo. Excel forma parte de la suite de software Microsoft Office.

2. CRITERIOS GENERALES

Las uniones materializan tanto los nudos como los puntos de encuentro y enlace de los elementos que componen la estructura metálica. Como se ha mencionado anteriormente, las uniones objeto de este trabajo son las uniones atornilladas resueltas con chapa frontal soldada en el extremo del perfil.

Este tipo de unión está compuesta por tornillos, que son elementos de dimensiones relativamente pequeñas y su análisis corresponde a los estudios de detalle. A pesar de su tamaño, tienen una gran influencia en el comportamiento global de la estructura.

Las uniones soldadas, no son objeto de este trabajo, sin embargo, las uniones atornilladas requieren una soldadura previa, normalmente en taller, donde se dispone la chapa diseñada al perfil de acero.

Para la elaboración del diseño de los detalles constructivos, así como de las tablas de dimensionado se han de considerar:

- El tipo de unión.
- El tipo de perfil y la calidad del acero del mismo.
- El número de tornillos y la calidad del acero de los mismos.
- Las disposiciones constructivas establecidas en la norma de aplicación.
- El espacio necesario para permitir el apriete de los tornillos y garantizar un montaje seguro.

Para el diseño, se necesita conocer las solicitaciones o esfuerzos que actúan sobre la unión. En este caso, la hipótesis de partida a partir de la que se han realizado todos los cálculos es que las uniones se dimensionan para resistir los esfuerzos mínimos establecidos por el CTE en el DB-SE-A. *Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero (2007)*, capítulo 8, artículo 8.2, segundo epígrafe:

- En nudos rígidos, extremos de barra o secciones intermedias, la mitad de la resistencia última de cada pieza a unir:

$$M = 0.5 \times M_{pl,R} \quad [2.1]$$

$$V = 0.5 \times V_{pl,R} \quad [2.2]$$

- En uniones articuladas sometidas a esfuerzo axil, soportes, tirantes, barras de celosía, un tercio de la resistencia última de su sección:

$$N = 0.33 \times N_{pl,R} \quad [2.3]$$

- En extremos articulados de piezas flectadas, un tercio de su resistencia última a cortante:

$$V = 0.33 \times V_{pl,R} \quad [2.4]$$

Este trabajo se centra en dos tipos de uniones atornilladas. Una unión articulada resuelta con chapa frontal soldada en el extremo de la viga solicitada exclusivamente a cortante y una unión rígida resuelta con chapa frontal soldada en el extremo de la viga que transmite flectores y cortantes. Ambas uniones pueden corresponder a un caso de unión viga-soporte o a una prolongación entre vigas del mismo tamaño.

Las distintas variables que se han tenido en cuenta para la realización de los cálculos son:

- Vigas diseñadas con perfiles de la serie IPE, IPN, HEB.
- Calidad del acero de los perfiles de las vigas.
- Número de tornillos, diámetros y calidad de acero de los tornillos.
- Espesor de la chapa frontal atornillada.

Los diseños de las uniones articuladas se pueden ver en la figura 2.1.a, 2.1.b y 2.1.c, mientras que las uniones rígidas se han diseñado siguiendo el esquema de la figura 2.2.

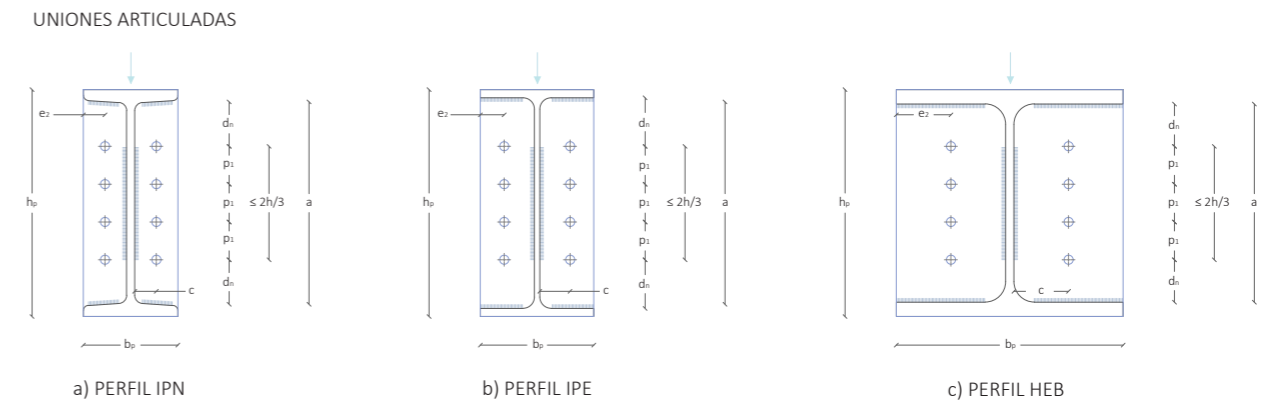


FIGURA 2.1 DISEÑO DE UNIONES ARTICULADAS

Fuente: imagen de la autora

UNIONES RÍGIDAS

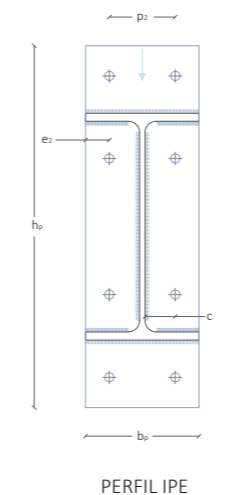


FIGURA 2.2 DISEÑO DE UNIONES RÍGIDAS

Fuente: imagen de la autora

Siendo:

- hp: canto de la chapa frontal.
- bp: ancho de la chapa frontal.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = hb - 2 \times tf - 2 \times r$)
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. Para garantizar el atornillado se debe cumplir la condición: $c \geq 2d$.
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. Para garantizar el atornillado se debe cumplir la condición: $dn \geq 2d$; siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo. Distancia necesaria para ajustar los tornillos.

→ Dirección del esfuerzo

Las uniones atornilladas, se ejecutan taladrando las chapas, superponiéndolas de manera que coincidan los taladros y pasando a través de ellos los tornillos.

Este trabajo se centra, exclusivamente, en los tornillos no pretensados, trabajando a cortante, en el caso de las uniones articuladas y a tracción más cortante en el caso de las uniones rígidas.

Se trata de un caso, en el que el mecanismo resistente es: *por cortante*, es decir, la sollicitación que actúa en el extremo de la barra solicita a cortante a la caña del tornillo, y puede dar lugar al aplastamiento de la caña del tornillo contra las chapas o de las chapas contra la caña del tornillo (véase la figura 2.3).

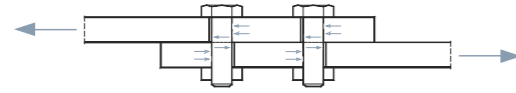


FIGURA 2.3. TORNILLOS. MECANISMO RESISTENTE: POR CORTANTE

Fuente: Libro de Estructuras Metálicas para Edificación
adaptado al CTE (Monfort Leonart, 2006)

Teniendo en cuenta el diseño propuesto para ambas uniones, en el caso de la resistencia a cortante, se trata de un caso de simple cortadura, en la que sólo trabaja a cortante una sección transversal del tornillo (véase figura 2.4).

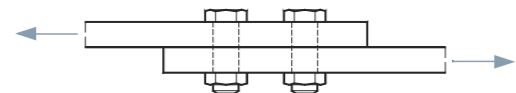


FIGURA 2.4. TORNILLOS. PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN: SIMPLE CORTADURA

Fuente: Libro de Estructuras Metálicas para Edificación
adaptado al CTE (Monfort Leonart, 2006)

En el caso de las uniones rígidas, los tornillos más solicitados (los tornillos extremos) trabajan, además de a cortante, a tracción. El mecanismo resistente de los tornillos solicitados a tracción depende de la resistencia a tracción de los tornillos y de la resistencia del conjunto tornillo-chapa al punzonamiento, en el que se debe comprobar que la cabeza, o la tuerca del tornillo no punzona las chapas unidas (ver figura 2.5).

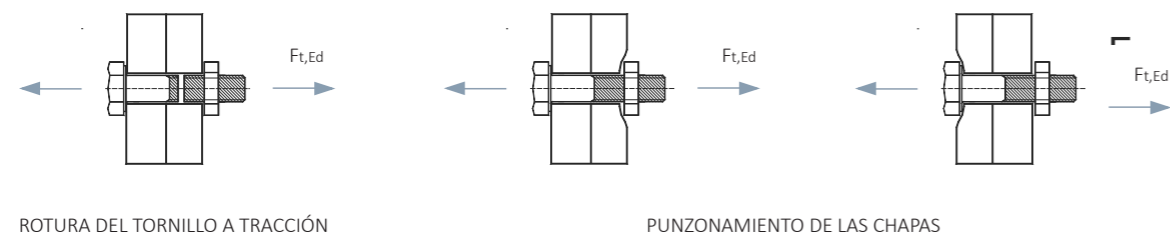


FIGURA 2.5. TORNILLOS: SOLICITACIÓN A TRACCIÓN

Fuente: Libro de Estructuras Metálicas para Edificación
adaptado al CTE (Monfort Leonart, 2006)

En referencia a los tornillos, aparte de lo especificado anteriormente, sólo se puede establecer el diámetro y calidad de estos y, por tanto, su resistencia a cortante o a tracción.

Teniendo en cuenta las hipótesis de partida, en la que sólo se conocen los esfuerzos y tipo de perfil de las vigas a unir las tablas desarrolladas sólo incluyen el número, diámetro y calidad de los tornillos, pero no su longitud nominal, que tendrá que ser determinada por el usuario en función de los espesores de las chapas².

Por último, para promover una producción y consumo responsables, en la ejecución de las uniones se han elegido los tornillos de menor diámetro y de peor calidad de acero, que cumplen todas las condiciones establecidas en la normativa.

En cuanto al cálculo de las sollicitaciones mínimas, se considera que:

$$M_{pl,y,R} = W_{pl,y} \times f_y \quad [2.5]$$

$$V_{pl,y,R} = A_v \times f_y \quad [2.6]$$

Los valores del módulo resistente plástico ($W_{pl,y}$) se han tomado de las tablas proporcionadas por uno de los mayores fabricantes de acero (Arcerol Mittal, 2017). Los valores del alma resistente a cortante se han calculado siguiendo la expresión de la norma del DB-SE-A. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero (2007) artículo 6.2.4, punto 1; que establece que, para perfiles en I o H, cargados paralelamente al alma, el área a cortante se obtiene con la expresión:

$$A_v = A - 2b \times t_f + (t_w + 2r) \times t_f \quad [2.7]$$

Los valores de f_y y f_u considerados corresponden a los establecidos en la tabla 4.1 del DB SE A y, son los mostrados en la tabla 2.1.

Acero	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)
S235	235	360
S275	275	410
S355	355	470

TABLA 2.1. CALIDADES DE ACERO Y RESISTENCIAS CONSIDERADAS

Fuente: imagen de la autora

² En el caso de la prolongación de vigas, lo habitual es que ambas chapas frontales tengan el mismo espesor, y podría considerarse el espesor indicado en las tablas, pero en el caso de las uniones viga-soporte, se desconoce el espesor del ala del soporte al que se uniría la viga.

2.1. DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

Según dicta el DB-SE-A. *Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero* (2007) del CTE, en el capítulo 8, apartado 8.5.1:

- La situación de los tornillos en la unión debe contribuir a reducir la posibilidad de corrosión y pandeo local de las chapas, así como contemplar las necesidades de montaje e inspecciones futuras.

- Los límites máximos y mínimos para las distancias entre ejes de agujeros o de éstos a los bordes de las piezas, son: (figura 2.1 y 2.2)

a) Distancias mínimas:

1) En la dirección de la fuerza que se transmite:

- $e_1 \geq 1,2 d_o$ del agujero al borde de la pieza.
- $p_1 \geq 2,2 d_o$ entre ejes de agujeros.

2) En la dirección perpendicular a la fuerza que se transmite:

- $e_2 \geq 1,5 d_o$ del eje del agujero al borde de la pieza.
- $p_2 \geq 3,0 d_o$ entre ejes de agujeros.

Siendo d_o el diámetro del agujero.

b) Distancias máximas:

1) Al borde de la pieza:

- para e_1 y e_2 : $\leq 40 \text{ mm} + 4t$
 $\leq 12t$ ó 150 mm

2) Entre tornillos:

- $p \geq 14t$ ó 200 mm

Para poder ajustar los tornillos sin dificultad se recomienda que la distancia del taladro a cualquier superficie sea $\geq 2d$ (véase figura 2.6).

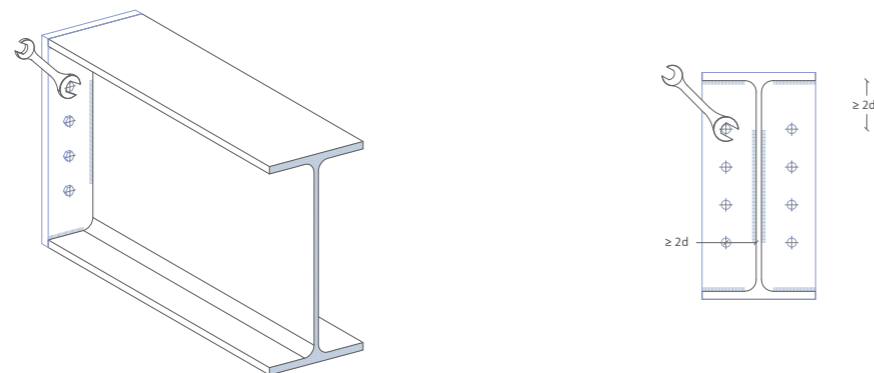


FIGURA 2.6. AJUSTE DE TORNILLOS

Fuente: imagen de la autora

2.2. RESISTENCIA DE UNIONES ATORNILLADAS SIN PRETENSAR

Según indica el CTE en el DB-SE-A. *Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero* (2007), en el capítulo 8, apartado 8.5.2:

- La resistencia de las uniones atornilladas con tornillos no pretensados se obtendrá a partir de la distribución de esfuerzos entre tornillos y de las resistencias de cada uno de éstos según su esfuerzo, sea en cortante, tracción o tensión combinada.

- Para las uniones solicitadas a cortante, la resistencia de cálculo a cortante por tornillo tendrá como valor el menor de la resistencia a cortante de las secciones del tornillo o a aplastamiento de la chapa de unión, sin que la resistencia total de la unión supere la resistencia a desgarrar del alma. Siendo:

a) Resistencia a cortante en la sección transversal del tornillo:

$$F_{v,Rd} = n \times \frac{0,5 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} \quad [2.8]$$

Siendo:

- n: número de planos de corte.
- f_{ub} : resistencia última del acero del tornillo. Obtenida de la tabla 4.3, del capítulo del DB-SE-A. *Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero* (2007).
- A: área de la caña del tornillo A_d o el área resistente del tornillo A_s , según se encuentre el plano de corte en el vástago o la parte roscada del tornillo respectivamente.
- γ_{M2} : 1,25.

La resistencia de cálculo a cortante, para simple cortadura de los tornillos, se ha obtenido de las tablas del capítulo 9.3 del libro *Problemas de estructuras metálicas adaptados al código técnico*. (Monfort Lleonart, 2007).

b) Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5\alpha \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} \quad [2.9]$$

Siendo:

- d: diámetro del vástago del tornillo
 - t: menor espesor de las chapas que se unen.
 - f_u : resistencia última del acero de las chapas que se unen.
 - α : es el menor de: $\frac{e_1}{3d_o}$; $\frac{p_1}{3d_o} - \frac{1}{4}$; $\frac{f_{ub}}{f_u}$; 1,00.
- Donde:
- e_1 : distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite.
 - p_1 : separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite.
 - d_o : diámetro del agujero.
 - f_{ub} : tensión de rotura de los tornillos (N/mm²).
 - γ_{M2} : 1,25.

Es necesario destacar que en los casos de las uniones objeto de este trabajo, no es necesario considerar el posible desgarrar del alma taladrada, ya que ésta no se taladra.

En cuanto a las uniones en las que los tornillos están solicitados a tracción, la resistencia de cálculo a tracción por tornillo tendrá como valor, el menor de la resistencia a tracción de las secciones del tornillo o a punzonamiento de las chapas de unión, siendo:

a) Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo será la menor de:

1) La resistencia a tracción del tornillo:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} \quad [2.10]$$

Siendo:

- A_s : área resistente del tornillo.
- f_{ub} : resistencia última del acero del tornillo.
- γ_{M2} : 1,25.

2) La resistencia de cálculo a punzonamiento de la cabeza del tornillo o la tuerca $F_{p,Rd}$ dada por:

$$F_{p,Rd} = \frac{0,6\pi \times d_m \times t_p \times f_u}{\gamma_{M2}} \quad [2.11]$$

Siendo:

- f_u : resistencia última del acero de las chapas que se unen.
- t_p : espesor de la placa que se encuentra bajo el tornillo o la tuerca.
- d_m : menor valor de la distancia media entre vértices y caras de la cabeza del tornillo o la tuerca.
- γ_{M2} : 1,25.

La resistencia de cálculo a tracción de los tornillos se ha obtenido de las tablas del capítulo 9.3 del libro *Problemas de estructuras metálicas adaptados al código técnico*. (Monfort Lleonart, 2007).

Finalmente, cuando un tornillo esté solicitado simultáneamente a tracción y a esfuerzo cortante (solicitud combinada), además de cumplir separadamente las condiciones para cortadura y tracción, se debe verificar la condición de interacción siguiente:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \times F_{t,Rd}} \leq 1,00 \quad [2.12]$$

Siendo:

- $F_{v,Ed}$: esfuerzo de cálculo perpendicular al eje del tornillo.
- $F_{t,Ed}$: esfuerzo axil de cálculo por tornillo al que en su caso se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca.
- $F_{v,Rd}$: resistencia de cálculo frente a la cortadura del vástago.
- $F_{t,Rd}$: resistencia de cálculo en tracción.

Este último caso corresponde a los tornillos extremos de las uniones rígidas del diseño propuesto.

Para estas uniones, es importante destacar que, además de la comprobación de los tornillos es necesario hacer las comprobaciones de rigidez de la unión. No siendo objeto de este trabajo, se ha incluido un epígrafe con los esquemas de las comprobaciones a realizar, indicando que es responsabilidad del usuario el llevarlas a cabo. (Epígrafe 4.2)

3. CÁLCULOS. UNIONES ARTICULADAS

Las uniones articuladas permiten la rotación entre las barras sin introducir momentos significativos que limiten este movimiento. Las únicas reacciones que se producen en ellos son fuerzas.

En el caso que nos ocupa, las uniones articuladas calculadas sólo transmiten esfuerzo cortante. En estos casos, la sollicitación en extremo de barra se reparte por igual entre todos los tornillos que conforman la unión.

3.1. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Para llevar a cabo los cálculos, además de las disposiciones constructivas y la resistencia de las uniones expuestas anteriormente, se han establecido una serie de criterios para acotar y simplificar el proceso.

La primera limitación que se ha establecido hace referencia al tamaño de la chapa a unir. Ésta, en un principio tendrá las mismas dimensiones ($h_p \times b_p$) que el perfil al que se une (véase figura 3.1). Esta condición implica la no consideración de la distancia al borde frontal e_1 en las disposiciones constructivas, puesto que las alas del perfil rigidizan la chapa frontal, de forma que ésta no puede romper respecto a ese borde. Por la misma razón, tampoco se considera la distancia entre taladros, p_2 , en el diseño de las uniones articuladas.

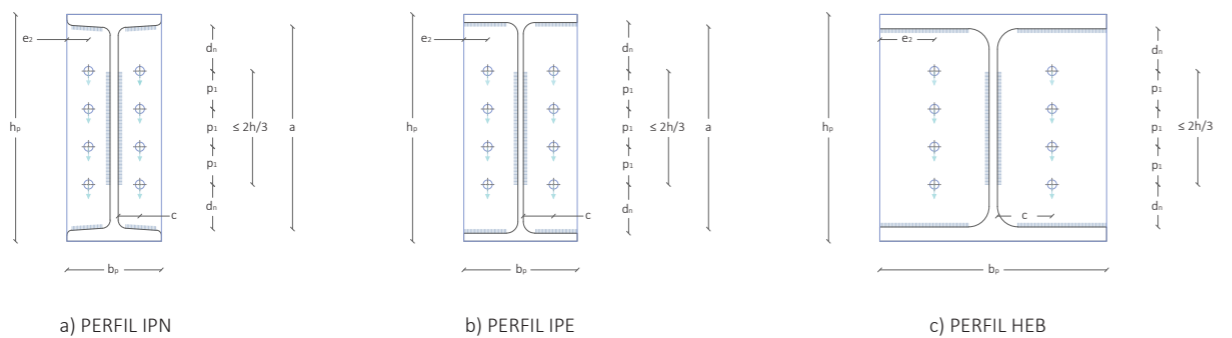


FIGURA 3.1. DISEÑO DE UNIONES ARTICULADAS: SOMETIDAS A ESFUERZO CORTANTE

($b_b = b_p$)

Fuente: imagen de la autora

Sin embargo, como se expone posteriormente, en algunos perfiles, para poder cumplir con las disposiciones constructivas mínimas, la chapa frontal ha de tener una anchura mayor a la del perfil (véase figura 3.2). Esta dimensión será como mínimo:

$$b_p = 2 \times (e_{2\text{mín}} + 2d) + tw \quad [3.1]$$

Siendo:

- $e_{2\text{mín}}$: distancia mínima, calculada según la norma, al borde lateral.
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo. Distancia necesaria para ajustar los tornillos.
- tw : espesor del alma de la viga.

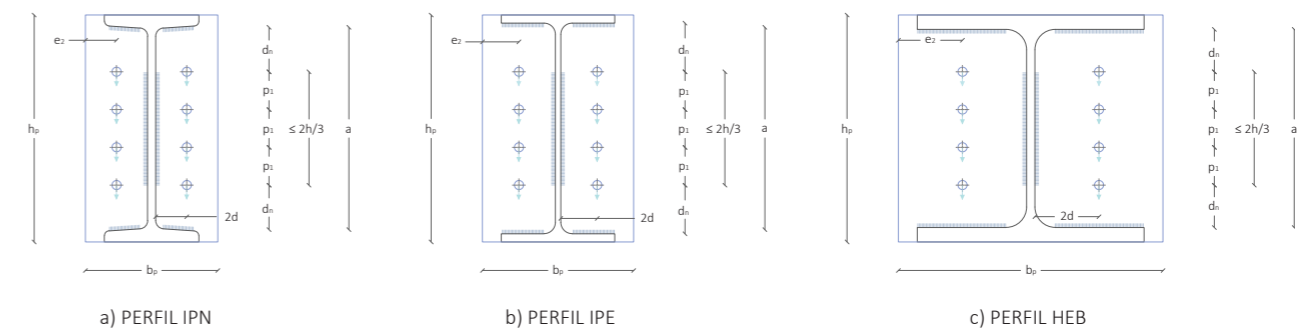


FIGURA 3.2. DISEÑO DE UNIONES ARTICULADAS: SOMETIDAS A ESFUERZO CORTANTE

($b_b < b_p$)

Fuente: imagen de la autora

Otra de las condiciones dispuestas en este TFG es el cálculo de la distancia entre taladros, p_1 . Para que este trabajo abordase las máximas variables posibles, se han realizado los cálculos tanto para la dimensión p_1 mínima establecida en la normativa, como para la dimensión p_1 máxima.

Las hipótesis de partida para el cálculo de estas dimensiones son:

- El valor de $p_{1\text{mín}}$, se ha obtenido directamente de las disposiciones constructivas establecidas por el CTE: $p_{1\text{mín}} \geq 2,2d_0$; siendo d_0 el diámetro del taladro (véase tabla 3.1).
- El valor de $p_{1\text{máx}}$, sin embargo, se ha establecido en base al diámetro del tornillo, el espesor de la chapa, el valor mínimo para el ajuste de los tornillos ($2d$), y el valor límite de articulación, $2h/3$. El valor más restrictivo de estos da lugar a la distancia $p_{1\text{máx}}$.

Diámetro del tornillo, d (mm)	M10	M12	M16	M20	M24
Diámetro del taladro redondo normal, d_0 (mm)	11	13	18	22	26

TABLA 3.1. DIÁMETROS DEL TALADRO.

Fuente: imagen de la autora

En cuanto a las comprobaciones realizadas, el diseño de la unión debe cumplir, tal y como se ha indicado en el epígrafe anterior:

- Comprobación a resistencia (a cortante): $F_v,Ed \leq F_v,Rd$
- Comprobación a aplastamiento: $F_v,Ed \leq F_b,Rd$

4. CÁLCULOS. UNIONES RÍGIDAS

En el caso de las uniones rígidas, la deformación de la estructura no modifica el ángulo inicial entre las barras concurrentes, por lo que deben transmitir fuerzas y momentos para coaccionar el movimiento.

Este tipo de uniones tendrá en cuenta una distribución de solicitaciones en los tornillos de la unión simplificada. En este modelo, el esfuerzo cortante se distribuye por igual entre todos los tornillos, y el esfuerzo axial de tracción se reparte entre los cuatro tornillos que conectan el ala traccionada como consecuencia del momento flector.

Se considera que el esfuerzo de compresión en el ala comprimida se transmite directamente entre las chapas, por lo que los tornillos de esta zona solo están solicitados a cortante.

Esta distribución de esfuerzos se puede ver en la figura 4.1, correspondiente a una prolongación de vigas solicitada a un momento flector positivo. En el caso de una unión viga-soporte, el momento a transmitir sería negativo y, por tanto, serían los cuatro tornillos superiores los solicitados a cortante y tracción simultáneamente (figuras 4.3 y 4.4).

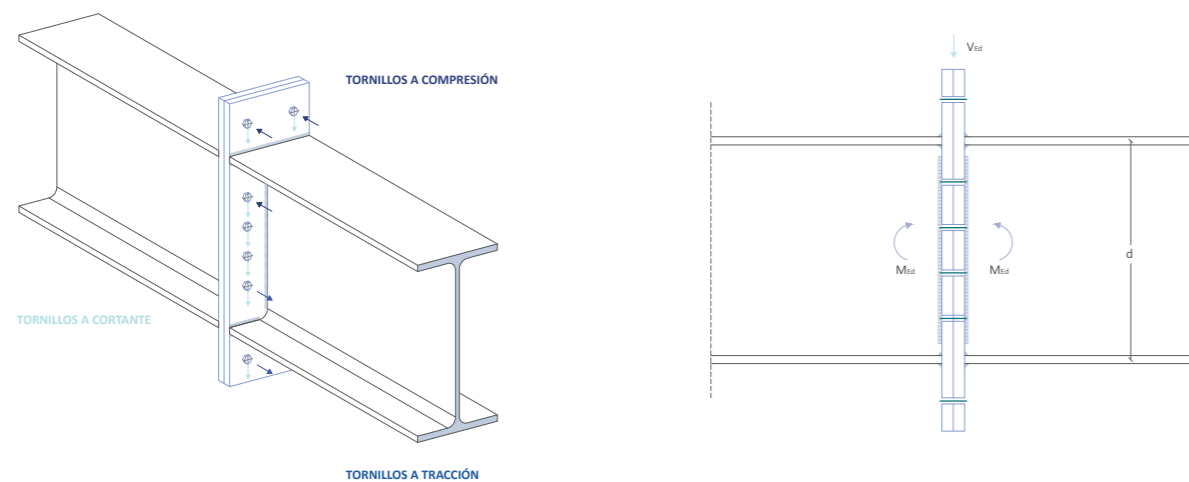


FIGURA 4.1. DISEÑO DE UNIONES RÍGIDAS: CASO PROLONGACIÓN DE VIGAS

Fuente: imagen de la autora

Para el dimensionado de los tornillos de este tipo de unión se comprueba uno de los más solicitados (a tracción y cortante) y se disponen todos por igual.

Con objeto de no aumentar excesivamente este trabajo, se ha considerado reducir las uniones rígidas a sólo los perfiles IPE, que son los utilizados habitualmente para el dimensionado de vigas.

No obstante, se exponen a continuación, las hipótesis de partida utilizadas para el cálculo y diseño de las uniones rígidas de perfiles IPE resueltas con chapa frontal atornillada, también aplicables al resto de perfiles, si el usuario desea realizar el cálculo.

4.1. HIPÓTESIS DE PARTIDA

De la misma forma que las uniones articuladas, el cálculo y diseño de las uniones rígidas se ha llevado a cabo, teniendo en cuenta una serie de limitaciones para simplificar el proceso.

La primera limitación, es el tamaño de la chapa frontal. De nuevo, esta tendrá, en la medida de lo posible, la misma anchura que el perfil al que va unida, es decir, con dimensiones $h_p \times b_p$.

La chapa frontal tendrá una altura igual a:

$$h_p = h_b + 2 \times (d_n + e_1) \quad [4.1]$$

Siendo:

- h_b : canto de la viga.
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. Para garantizar el atornillado se debe cumplir la condición: $d_n \geq 2d$; siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo. Distancia necesaria para ajustar los tornillos.
- e_1 : distancia al borde frontal.

El valor de la distancia e_1 , se obtendrá de las disposiciones constructivas expuestas anteriormente. De los dos posibles valores, máximo y mínimo, las soluciones propuestas se elaborarán a partir de la distancia e_1 mínima, intentando así realizar unas chapas lo más ajustadas posibles para promover una producción y consumo responsables.

De la misma forma d_n , se obtendrá en función del valor de la distancia entre taladros, p_1 . Esta se ha obtenido a partir de diferentes premisas:

- Disposiciones constructivas, valores máximo y mínimo.
- Espacio libre bajo las alas: $a = h_b - 2 \times (t_f + r)$; siendo:
 - h_b : canto de la viga
 - t_f : espesor del ala de la viga.
- Distancia necesaria para ajustar los tornillos: $2d$ (2 veces el diámetro del tornillo).



FIGURA 4.2. DISTANCIA d_n : SIMÉTRICA RESPECTO AL ALA DEL PERFIL

Fuente: imagen de la autora

Finalmente, el valor de la distancia entre taladros, p_1 , es el máximo posible cumpliendo con las disposiciones constructivas y la condición de ajuste de los tornillos ($2d$).

La condición de establecer la distancia p_1 máxima, da lugar a la obtención de la distancia d_n mínima, por lo que, la chapa tendrá la medida más reducida posible cumpliendo con la normativa.

En la figura 4.2, se observa la relación entre las distancias p_1 y d_n . Esta última se dispone de forma simétrica en la chapa para repartir el esfuerzo, por igual, entre los 4 tornillos de la cabeza de la chapa; es decir, los tornillos se sitúan simétricamente respecto al eje del ala del perfil. Si se alejan de dicho eje en el espacio que queda en el interior de las alas, también lo harán en las zonas exteriores, por lo que el canto de la chapa frontal aumentaría de tamaño.

Por esta razón, no se han realizado los cálculos considerando la distancia entre taladros, p_1 mínima, puesto que en muchos casos saldría una chapa excesivamente grande.

Además, continuando con las dimensiones de la chapa frontal, al igual que ocurría en las uniones articuladas, en las rígidas, también aparecen casos en los que la chapa frontal deberá tener una anchura mínima mayor a la del perfil (véase figura 4.4). Esta dimensión se obtiene de la ecuación 3.1.

Respecto a la distancia entre taladros, p_2 , se ha comprobado que, considerando una distancia mínima igual a $2d$, entre el tornillo y el alma del perfil, se cumplen, para todos los casos, las disposiciones constructivas que indica la norma.

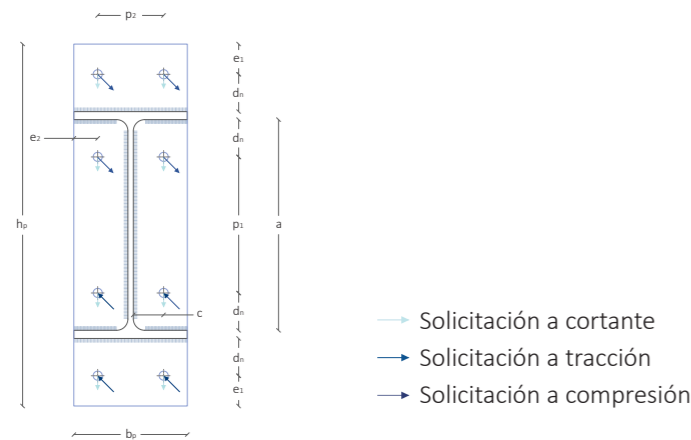


FIGURA 4.3. DISEÑO UNIONES RÍGIDAS
($b_b = b_p$)

Fuente: imagen de la autora

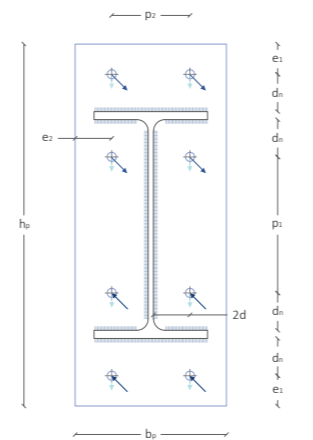


FIGURA 4.4. DISEÑO UNIONES RÍGIDAS
($b_b < b_p$)

Fuente: imagen de la autora

En cuanto a las comprobaciones realizadas, se debe cumplir, tal y como se ha indicado en el epígrafe 2.2:

- Comprobación a resistencia (a cortante): $F_v,Ed \leq F_v,Rd$
- Comprobación a aplastamiento: $F_v,Ed \leq F_b,Rd$
- Comprobación a resistencia (a tracción): $F_t,Ed \leq F_t,Rd$
- Comprobación a punzonamiento: $F_t,Ed \leq F_p,Rd$. No es necesario hacer esta comprobación si el menor espesor de la chapa bajo la cabeza o la tuerca cumple la condición:

$$t_{\min} \geq \frac{d}{6} \times \frac{f_{ub}}{f_u} \quad [4.2]$$

Siendo:

- t_{\min} : espesor de la chapa frontal
- d : diámetro del tornillo.
- f_{ub} : tensión última del acero de los tornillos.
- f_u : resistencia última del acero de las chapas que se unen.

- Comprobación sollicitación combinada: $\frac{F_v,Ed}{F_v,Rd} + \frac{F_t,Ed}{1,4 \times F_t,Rd} \leq 1,00$

4.2. CONDICIONES DE RIGIDEZ

Como ya hemos dicho anteriormente, en las uniones rígidas, además de comprobar la unión, hay que verificar la rigidez de las partes unidas para evitar deformaciones locales que supongan un giro relativo entre las barras. Como se explica en el libro *Estructuras Metálicas para edificación adaptado al CTE* (Monfort Leonart, 2006), es necesario comprobar los siguientes puntos:

1. Los axiles transmitidos por las alas de la viga, originan en el alma del soporte (figura 4.5.a):
 - Tensiones que pueden producir fluencia, en tracción, o aplastamiento, en compresión, debido al poco espesor del alma del soporte. (figura 4.5.b)
 - Generando deformaciones que modifican el ángulo entre las barras. Por ello, hay que realizar comprobaciones para garantizar que el espesor del alma del soporte es suficiente para evitar este efecto, o en su defecto, colocar rigidizadores como los de la figura 4.5.c.

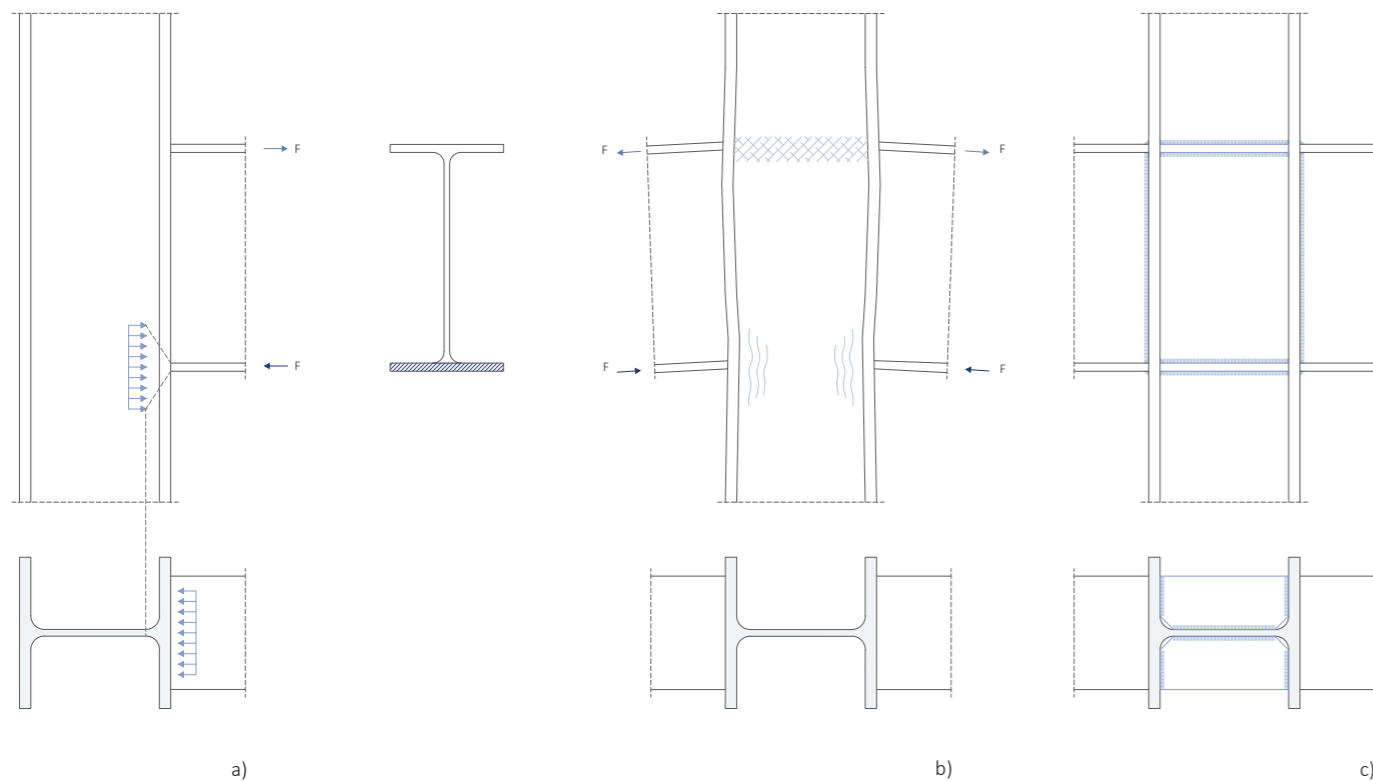


FIGURA 4.5. CONDICIONES DE RIGIDEZ. FLUENCIA Y APLASTAMIENTO DEL SOPORTE
Fuente: imagen dibujada por la autora basada en la imagen 3.8 del libro de *Estructuras Metálicas para edificación adaptado al CTE* (Monfort Leonart, 2006)

2. Los axiles transmitidos por las alas de la viga, pueden originar flexión con deformación excesiva en la cabeza del soporte (veáse figura 4.6). Se ha de comprobar su resistencia y rigidizar si fuese necesario tal y como se muestra en la figura 4.7.

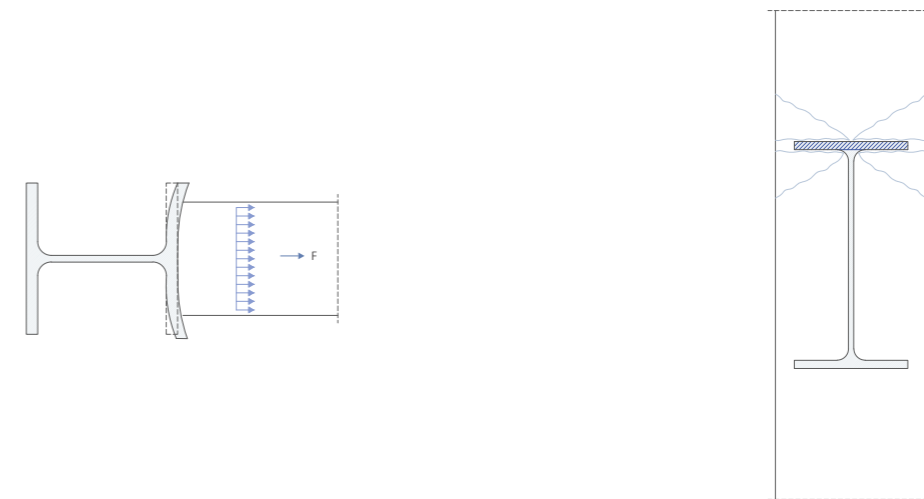


FIGURA 4.6. CONDICIONES DE RIGIDEZ. FLEXIÓN DEL ALA TRACCIONADA
Fuente: imagen dibujada por la autora basada en la imagen 3.9 del libro de *Estructuras Metálicas para edificación adaptado al CTE* (Monfort Leonart, 2006)

3. Una vez rigidizada la unión, queda el rectángulo del alma del soporte limitado por sus alas y los rigidizadores dispuestos. Este rectángulo recoge las tensiones tangenciales del cortante que transmiten las barras (véase figura 4.7.a), por lo que podría dar lugar a deformaciones del mismo como se muestra en la figura 4.7.b. Se ha de comprobar su rigidez para evitar esto o en su defecto, reforzarlo, bien con una chapa soldada directamente en el alma del soporte, bien con un rigidizador diagonal, tal y como se muestra en la figura 4.7.c y 4.7.d.

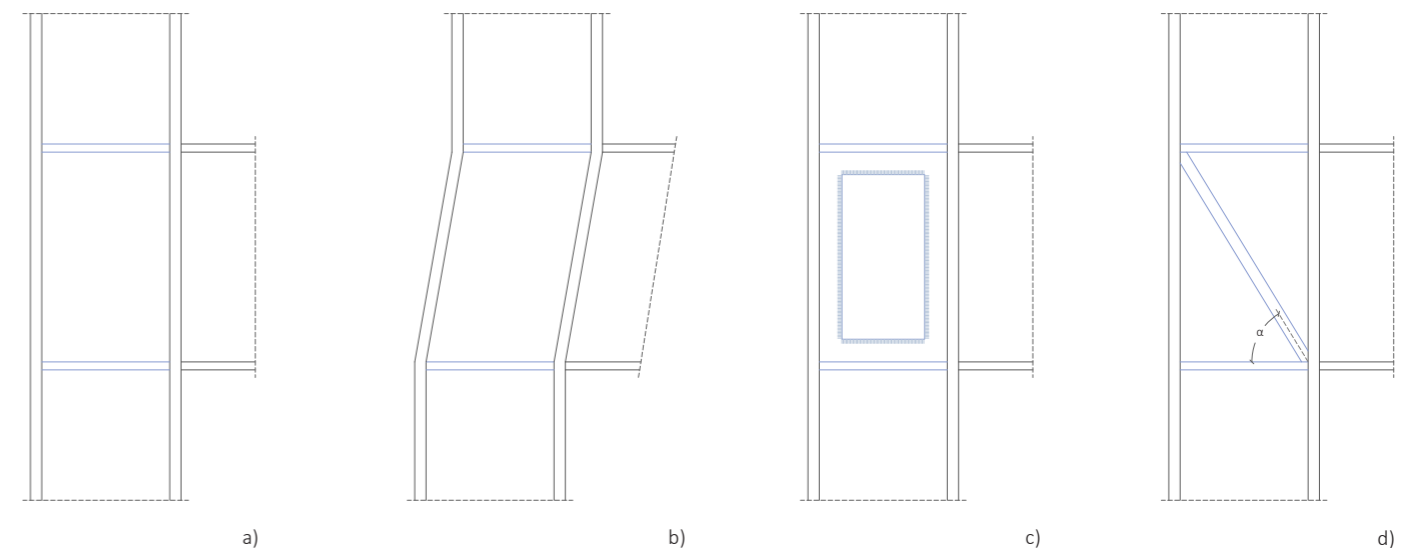


FIGURA 4.7. CONDICIONES DE RIGIDEZ. DEFORMACIÓN POR CORTANTE DEL ALMA DEL SOPORTE
Fuente: imagen dibujada por la autora basada en la imagen 3.10 del libro de *Estructuras Metálicas para edificación adaptado al CTE* (Monfort Leonart, 2006)

4. Por último, en uniones atornilladas con chapa frontal (véase figura 4.8.a), la deformabilidad por flexión de la chapa en la zona traccionada (figura 4.8.b) puede originar un giro relativo entre viga y soporte. Se debe dimensionar su espesor para evitar los posibles mecanismos de rotura considerando de manera simplificada que se trata de una unión entre casquillos en T atornillados por sus alas y con la fuerza de tracción sobre su alma.

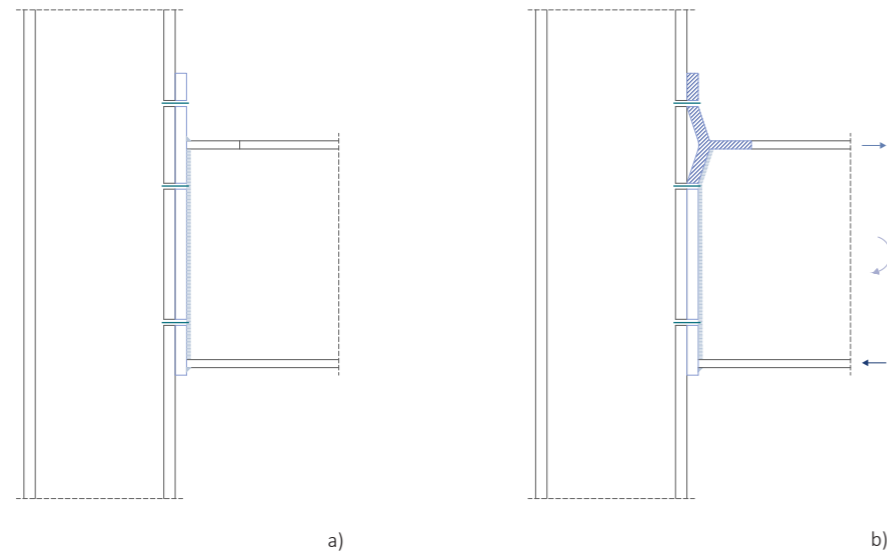


FIGURA 4.8. CONDICIONES DE RIGIDEZ: DEFORMACIÓN DE LA CHAPA FRONTAL

Fuente: imagen dibujada por la autora basada en la imagen 3.11 del libro de Estructuras Metálicas para edificación adaptado al CTE (Monfort Lleonart, 2006)

5. CONCLUSIONES

Una vez expuestos todos los criterios e hipótesis para el cálculo y diseño de uniones con chapa frontal atornillada, se indican a continuación las hipótesis adoptadas que constituyen las premisas clave, para la utilización de las tablas de dimensionado:

- En primer lugar, estas uniones son válidas siempre que la sollicitación o esfuerzo al que se esté sometido sea inferior o igual al esfuerzo mínimo que dicta la norma.
- En segundo lugar, son cálculos y diseños acotados. El usuario puede realizar la unión de la forma que desee, no necesariamente como se explica en este trabajo.

Los cálculos realizados simplifican el proceso, pero no son la única solución posible.

- Las tablas realizadas se han ordenado según:

1. Calidad de acero.
2. Tipo de perfil (IPE, IPN o HEB).
3. Número de tornillos.

Además, en este documento se han distinguido los diferentes tipos de acero de los perfiles con un código de color para facilitar la búsqueda de las soluciones al usuario. Haciendo más visual el proceso.

Para la elaboración de estas tablas de dimensionado, previamente se han llevado a cabo todos los cálculos necesarios:

1. En el caso de las uniones articuladas:

- Esfuerzos mínimos de cada tipo de perfil y acero.
- Disposiciones constructivas.
- Comprobación a resistencia, a cortante.
- Comprobación a aplastamiento.

Los resultados obtenidos para la resistencia a cortante y a aplastamiento recogidos en las tablas corresponden a la sollicitación y resistencia de la unión completa.

2. En el caso de las uniones rígidas:

- Esfuerzos mínimos de cada tipo de perfil y acero.
- Disposiciones constructivas.
- Comprobación a resistencia, tanto a cortante como a tracción.
- Comprobación a aplastamiento.
- Comprobación a punzonamiento.
- Sollicitación combinada.

Los resultados obtenidos, recogidos en las tablas, corresponden a las sollicitaciones (axil y cortante) del tornillo más sollicitado.

Una vez realizados estos cálculos, se han descartado ciertos perfiles por diferentes razones:

- No cumplir las disposiciones constructivas (la distancia entre taladros p_1 máxima obtenida era menor a la distancia p_1 mínima que dicta la norma por lo que no era posible disponer n número de tornillos).
- La comprobación de la sollicitación combinada era mayor a la unidad. En este caso, se ha propuesto una nueva solución con tornillos de una mejor calidad de acero.

Finalmente, el objetivo de este TFG quedará cumplido una vez el usuario pueda disponer de estas tablas de dimensionado para su utilización. Siendo esta, la finalidad de este trabajo.

6. RESULTADOS

Una vez expuestas las hipótesis de partida de cada una de las uniones atornilladas, se muestran a continuación las tablas de resultados obtenidas a partir de ellas.

Estas tablas de dimensionado se han elaborado siguiendo el siguiente proceso:

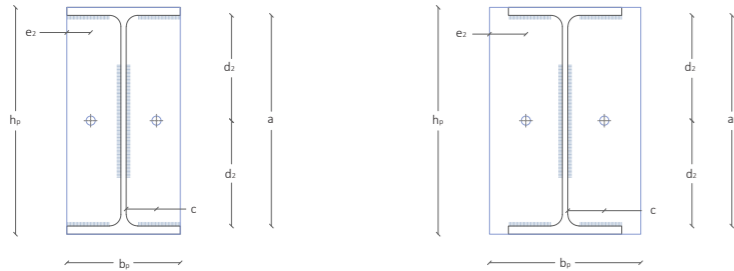
1. Cálculo de los esfuerzos mínimos a transmitir en función de las dimensiones del perfil a unir.
2. Determinación de las posibles soluciones en cuanto al número de tornillos y sus calidades, optimizando ambos parámetros con objeto de que las uniones propuestas sean las más económicas posibles.
3. Cálculo a mano de una muestra de los casos a considerar. Detectando las limitaciones en cuanto al número de tornillos por problemas de espacio o disposiciones constructivas.
4. Una vez determinadas las condiciones de partida y los límites a tener en cuenta en el caso de las distancias entre taladros y las dimensiones de las chapas (incluida la elección de los espesores más adecuados), se ha automatizado el proceso desarrollando una hoja de cálculo con ayuda del software de Microsoft Excel, para cada tipo de unión, tipo de perfil, y calidad de acero.
5. Finalmente se han revisado los resultados obtenidos sobre una muestra de las soluciones obtenidas, elegida de manera aleatoria, para garantizar la ausencia de errores en los resultados contenidos en las tablas

Además, estas tablas se han ordenado en función de:

- a) Tipo de unión.
- b) Calidad del acero.
- c) Tipo de perfil.
- d) Número de tornillos.

**TABLA 6.1.1.1. ACERO S235. PERFIL IPE. 2 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

6.1. TABLAS. UNIONES ARTICULADAS. DISEÑADAS PARA 33%Vpl,Rd

6.1.1. IPE ACERO S235

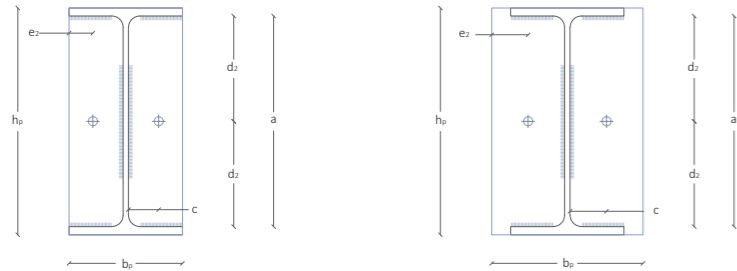
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 2 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento				
		hp mm	bp mm	e2 mm	c mm	d2 mm	Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm							
IPE 80	2 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	20.10	34.80	15223	24960	72000	144000	172800	216000	288000
IPE 100	2 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	20.45	44.30	21747	24960	72000	144000	172800	216000	288000
IPE 120	2 M10 5.6	120.00	79.00	17.00	20.30	53.70	26864	31200	72000	144000	172800	216000	288000
	2 M12 4.6	120.00	93.00	20.00	24.30	53.70	26864	36160	86400	172800	207360	259200	345600
IPE 140	2 M10 6.8	140.00	79.00	17.00	20.15	63.10	32407	37440	72000	144000	172800	216000	288000
	2 M12 4.6	140.00	83.00	17.00	22.15	63.10	32407	36160	86400	172800	207360	259200	345600
IPE 160	2 M10 8.8	160.00	82.00	17.00	21.50	72.60	41362	49920	72000	144000	172800	216000	288000
	2 M12 5.6	160.00	93.00	20.00	24.00	72.60	41362	45200	86400	172800	207360	259200	345600
	2 M16 4.6	160.00	123.00	27.00	32.00	72.60	41362	64320	115200	230400	276480	345600	460800
IPE 180	2 M10 8.8	180.00	91.00	17.00	25.85	82.00	47758	49920	72000	144000	172800	216000	288000
	2 M12 6.8	180.00	94.00	20.00	24.35	82.00	47758	54240	86400	172800	207360	259200	345600
	2 M16 4.6	180.00	124.00	27.00	32.35	82.00	47758	64320	115200	230400	276480	345600	460800
IPE 200	2 M10 10.9	200.00	100.00	17.00	30.20	91.50	59698	62400	72000	144000	172800	216000	288000
	2 M12 8.8	200.00	100.00	20.00	27.20	91.50	59698	72320	86400	172800	207360	259200	345600
	2 M16 4.6	200.00	124.00	27.00	32.20	91.50	59698	64320	115200	230400	276480	345600	460800
IPE 220	2 M12 8.8	220.00	110.00	17.00	35.05	100.80	67800	72320	86400	172800	207360	259200	345600
	2 M16 5.6	220.00	124.00	27.00	32.05	100.80	67800	80400	115200	230400	276480	345600	460800
	2 M20 4.6	220.00	152.00	33.00	40.05	100.80	67800	100480	144000	288000	345600	432000	576000
IPE 240	2 M12 10.9	240.00	120.00	17.00	39.90	110.20	81445	90400	86400	172800	207360	259200	345600
	2 M16 6.8	240.00	125.00	27.00	32.40	110.20	81445	96480	115200	230400	276480	345600	460800
	2 M20 4.6	240.00	153.00	33.00	40.40	110.20	81445	100480	144000	288000	345600	432000	576000
IPE 270	2 M16 6.8	270.00	135.00	27.00	37.20	124.80	94238	96480	115200	230400	276480	345600	460800
	2 M20 4.6	270.00	153.00	33.00	40.20	124.80	94238	100480	144000	288000	345600	432000	576000

TABLA 6.1.1.2. ACERO S235. PERFIL IPE. 2 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

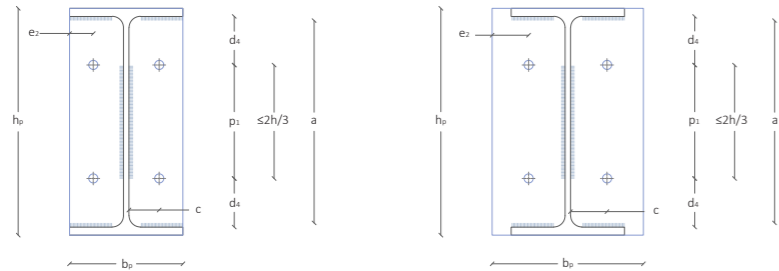
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dim. chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento					
		2 TORNILLOS	hp	bp	e2	c	d2	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 300	2 M16 8.8	300.00	150.00	27.00	44.45	139.30	109589	128640	115200	230400	276480	345600	460800	
	2 M20 5.6	300.00	154.00	33.00	40.45	139.30	109589	125600	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 4.6	300.00	182.00	39.00	48.45	139.30	109589	144640	172800	345600	414720	518400	691200	
IPE 330	2 M16 10.9	330.00	160.00	27.00	49.25	153.50	131336	160800	115200	230400	276480	345600	460800	
	2 M20 6.8	330.00	160.00	33.00	43.25	153.50	131336	150720	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 4.6	330.00	182.00	39.00	48.25	153.50	131336	144640	172800	345600	414720	518400	691200	
IPE 360	2 M16 10.9	360.00	170.00	27.00	54.00	167.30	149671	160800	115200	230400	276480	345600	460800	
	2 M20 6.8	360.00	170.00	33.00	48.00	167.30	149671	150720	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 5.6	360.00	182.00	39.00	48.00	167.30	149671	180800	172800	345600	414720	518400	691200	
IPE 400	2 M20 8.8	400.00	180.00	33.00	52.70	186.50	182079	200960	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 6.8	400.00	183.00	39.00	48.20	186.50	182079	216960	172800	345600	414720	518400	691200	
IPE 450	2 M20 10.9	450.00	190.00	33.00	57.30	210.40	216619	251200	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 6.8	450.00	190.00	39.00	51.30	210.40	216619	216960	172800	345600	414720	518400	691200	
IPE 500	2 M24 8.8	500.00	200.00	39.00	55.90	234.00	257554	289280	172800	345600	414720	518400	691200	
IPE 550	2 M24 10.9	550.00	210.00	39.00	60.45	257.80	306592	361600	172800	345600	414720	518400	691200	
IPE 600	2 M24 10.9	600.00	220.00	39.00	65.00	281.00	357335	361600	172800	345600	414720	518400	691200	

TABLA 6.1.1.3. ACERO S235. PERFIL IPE. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

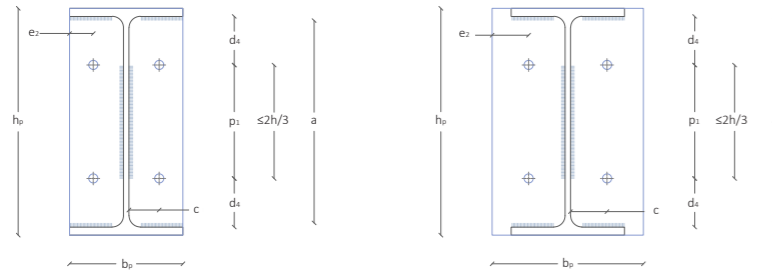
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		4 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_4	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPE 80	4 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	25.00	20.10	22.30	15223	49920	73091	146182	175418	219273	292364	
IPE 100	4 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	25.00	20.45	31.80	21747	49920	73091	146182	175418	219273	292364	
IPE 120	4 M10 4.6	120.00	79.00	17.00	25.00	20.30	41.20	26864	49920	73091	146182	175418	219273	292364	
IPE 140	4 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	25.00	20.15	50.60	32407	49920	73091	146182	175418	219273	292364	
IPE 160	4 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	25.00	21.50	60.10	41362	49920	73091	146182	175418	219273	292364	
IPE 180	4 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	25.00	25.85	69.50	47758	49920	73091	146182	175418	219273	292364	
IPE 200	4 M10 5.6	200.00	100.00	17.00	25.00	30.20	79.00	59698	62400	73091	146182	175418	219273	292364	
	4 M12 4.6	200.00	100.00	20.00	29.00	27.20	77.00	59698	72320	85292	170585	204702	255877	341169	
IPE 220	4 M10 6.8	220.00	110.00	17.00	25.00	35.05	88.30	67800	74880	73091	146182	175418	219273	292364	
	4 M12 4.6	220.00	110.00	20.00	29.00	32.05	86.30	67800	72320	85292	170585	204702	255877	341169	
IPE 240	4 M10 8.8	240.00	120.00	17.00	25.00	39.90	97.70	81445	99840	73091	146182	175418	219273	292364	
	4 M12 5.6	240.00	120.00	20.00	29.00	36.90	95.70	81445	90400	85292	170585	204702	255877	341169	
	4 M16 4.6	240.00	125.00	27.00	40.00	32.40	90.20	81445	128640	113067	226133	271360	339200	452267	
IPE 270	4 M10 8.8	270.00	135.00	17.00	25.00	47.20	112.30	94238	99840	73091	146182	175418	219273	292364	
	4 M12 6.8	270.00	135.00	20.00	29.00	44.20	110.30	94238	108480	85292	170585	204702	255877	341169	
	4 M16 4.6	270.00	135.00	27.00	40.00	37.20	104.80	94238	128640	113067	226133	271360	339200	452267	

TABLA 6.1.1.4. ACERO S235. PERFIL IPE. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

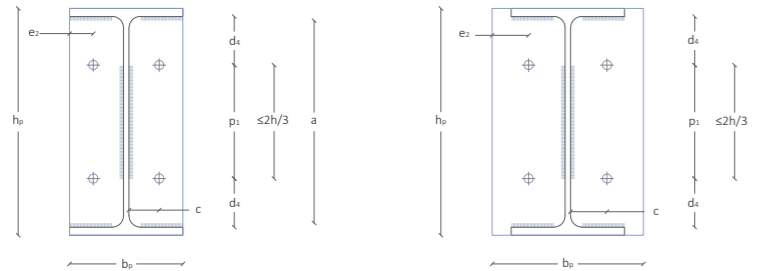
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 4 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)				
		hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 300	4 M10 10.9	300.00	150.00	17.00	25.00	54.45	126.80	109589	124800	73091	146182	175418	219273	292364
	4 M12 8.8	300.00	150.00	20.00	29.00	51.45	124.80	109589	144640	85292	170585	204702	255877	341169
	4 M16 4.6	300.00	150.00	27.00	40.00	44.45	119.30	109589	128640	113067	226133	271360	339200	452267
IPE 330	4 M12 8.8	330.00	160.00	20.00	29.00	56.25	139.00	131336	144640	85292	170585	204702	255877	341169
	4 M16 5.6	330.00	160.00	27.00	40.00	49.25	133.50	131336	160800	113067	226133	271360	339200	452267
	4 M20 4.6	330.00	160.00	33.00	49.00	43.25	129.00	131336	200960	141818	283636	340364	425455	567273
IPE 360	4 M12 10.9	360.00	170.00	20.00	29.00	61.00	152.80	149671	180800	85292	170585	204702	255877	341169
	4 M16 5.6	360.00	170.00	27.00	40.00	54.00	147.30	149671	160800	113067	226133	271360	339200	452267
	4 M20 4.6	360.00	170.00	33.00	49.00	48.00	142.80	149671	200960	141818	283636	340364	425455	567273
IPE 400	4 M16 6.8	400.00	180.00	27.00	40.00	58.70	166.50	182079	192960	113067	226133	271360	339200	452267
	4 M20 4.6	400.00	180.00	33.00	49.00	52.70	162.00	182079	200960	141818	283636	340364	425455	567273
IPE 450	4 M16 8.8	450.00	190.00	27.00	40.00	63.30	190.40	216619	257260	113067	226133	271360	339200	452267
	4 M20 5.6	450.00	190.00	33.00	49.00	57.30	185.90	216619	251200	141818	283636	340364	425455	567273
	4 M24 4.6	450.00	190.00	39.00	58.00	51.30	181.40	216619	289280	170585	341169	409403	511754	682338
IPE 500	4 M16 10.9	500.00	200.00	27.00	40.00	67.90	214.00	257554	321600	113067	226133	271360	339200	452267
	4 M20 6.8	500.00	200.00	33.00	49.00	61.90	209.50	257554	301440	141818	283636	340364	425455	567273
	4 M24 4.6	500.00	200.00	39.00	58.00	55.90	205.00	257554	289280	170585	341169	409403	511754	682338
IPE 550	4 M16 10.9	550.00	210.00	27.00	40.00	72.45	237.80	306592	321600	113067	226133	271360	339200	452267
	4 M20 8.8	550.00	210.00	33.00	49.00	66.45	233.30	306592	401920	141818	283636	340364	425455	567273
	4 M24 5.6	550.00	210.00	39.00	58.00	60.45	228.80	306592	361600	170585	341169	409403	511754	682338
IPE 600	4 M20 8.8	600.00	220.00	33.00	49.00	71.00	256.50	357335	401920	141818	283636	340364	425455	567273
	4 M24 5.6	600.00	220.00	39.00	58.00	65.00	252.00	357335	361600	170585	341169	409403	511754	682338

TABLA 6.1.1.5. ACERO S235. PERFIL IPE. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = hb - 2 \times tf - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

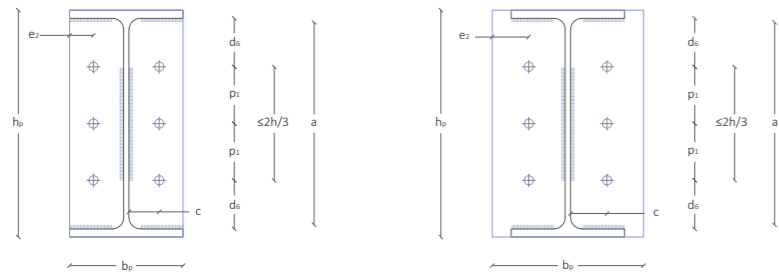
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 4 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)					
		hp mm	bp mm	e2 mm	p1 máx (mm) tp = 5 mm	p1 máx (mm) tp = 10 mm	p1 máx (mm) tp = 12 mm	p1 máx (mm) tp = 15 mm	p1 máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d4 (mm) tp = 5 mm	d4 (mm) tp = 10 mm	d4 (mm) tp = 12 mm	d4 (mm) tp = 15 mm	d4 (mm) tp = 20 mm	Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
																			tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm
IPE 80	4 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	20.10	20.30	20.30	20.30	20.30	20.30	15223	49920	90545	181091	217309	271636	362182
IPE 100	4 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	20.45	20.30	20.30	20.30	20.30	20.30	21747	49920	144000	288000	345600	432000	576000
IPE 120	4 M10 4.6	120.00	79.00	17.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	20.30	20.20	20.20	20.20	20.20	20.20	26864	49920	144000	288000	345600	432000	576000
IPE 140	4 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	70.00	86.00	86.00	86.00	86.00	20.15	28.10	20.10	20.10	20.10	20.10	32407	49920	144000	288000	345600	432000	576000
IPE 160	4 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	70.00	105.00	105.00	105.00	105.00	21.50	37.60	20.10	20.10	20.10	20.10	41362	49920	144000	288000	345600	432000	576000
IPE 180	4 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	70.00	120.00	120.00	120.00	120.00	25.85	47.00	22.00	22.00	22.00	22.00	47758	49920	144000	288000	345600	432000	576000
IPE 200	4 M10 5.6	200.00	100.00	17.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	30.20	56.50	25.00	25.00	25.00	25.00	59698	62400	144000	288000	345600	432000	576000
	4 M12 4.6	200.00	100.00	20.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	27.20	56.50	25.00	25.00	25.00	25.00	59698	72320	172800	345600	414720	518400	691200
IPE 220	4 M10 6.8	220.00	110.00	17.00	70.00	140.00	146.00	146.00	146.00	35.05	65.80	30.80	27.80	27.80	27.80	67800	74880	144000	288000	345600	432000	576000
	4 M12 4.6	220.00	110.00	20.00	70.00	140.00	146.00	146.00	146.00	32.05	65.80	30.80	27.80	27.80	27.80	67800	72320	172800	345600	414720	518400	691200
IPE 240	4 M10 8.8	240.00	120.00	17.00	70.00	140.00	160.00	160.00	160.00	39.90	75.20	40.20	30.20	30.20	30.20	81445	99840	144000	288000	345600	432000	576000
	4 M12 5.6	240.00	120.00	20.00	70.00	140.00	160.00	160.00	160.00	36.90	75.20	40.20	30.20	30.20	30.20	81445	90400	172800	345600	414720	518400	691200
	4 M16 4.6	240.00	125.00	27.00	70.00	140.00	156.00	156.00	156.00	32.40	75.20	40.20	32.20	32.20	32.20	81445	128640	230400	460800	552960	691200	921600
IPE 270	4 M10 8.8	270.00	135.00	17.00	70.00	140.00	168.00	180.00	180.00	47.20	89.80	54.80	40.80	34.80	34.80	94238	99840	144000	288000	345600	432000	576000
	4 M12 6.8	270.00	135.00	20.00	70.00	140.00	168.00	180.00	180.00	44.20	89.80	54.80	40.80	34.80	34.80	94238	108480	172800	345600	414720	518400	691200
	4 M16 4.6	270.00	135.00	27.00	70.00	140.00	168.00	180.00	180.00	37.20	89.80	54.80	40.80	34.80	34.80	94238	128640	230400	460800	552960	691200	921600

TABLA 6.1.1.7. ACERO S235. PERFIL IPE. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

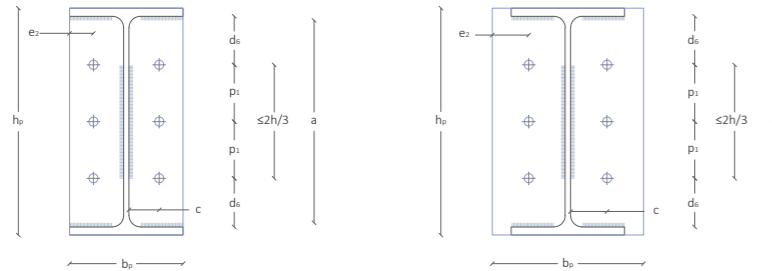
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 6 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)				
		h_p mm	b_p mm	e_2 mm	p_1 mín mm	c mm	d_6 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
										$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	6 M10 4.6	120.00	79.00	17.00	25.00	20.30	28.70	26864	74880	109636	219273	263127	328909	438545
IPE 140	6 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	25.00	20.15	38.10	32407	74880	109636	219273	263127	328909	438545
IPE 160	6 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	25.00	21.50	47.60	41362	74880	109636	219273	263127	328909	438545
IPE 180	6 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	25.00	25.85	57.00	47758	74880	109636	219273	263127	328909	438545
IPE 200	6 M10 4.6	200.00	100.00	17.00	25.00	30.20	66.50	59698	74880	109636	219273	263127	328909	438545
IPE 220	6 M10 4.6	220.00	110.00	17.00	25.00	35.05	75.80	67800	74880	109636	219273	263127	328909	438545
IPE 240	6 M10 5.6	240.00	120.00	17.00	25.00	39.90	85.20	81445	93600	109636	219273	263127	328909	438545
	6 M12 4.6	240.00	120.00	20.00	29.00	36.90	81.20	81445	108480	127938	255877	307052	383815	511754
IPE 270	6 M10 6.8	270.00	135.00	17.00	25.00	47.20	99.80	94238	112320	109636	219273	263127	328909	438545
	6 M12 4.6	270.00	135.00	20.00	29.00	44.20	95.80	94238	108480	127938	255877	307052	383815	511754

TABLA 6.1.1.8. ACERO S235. PERFIL IPE. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

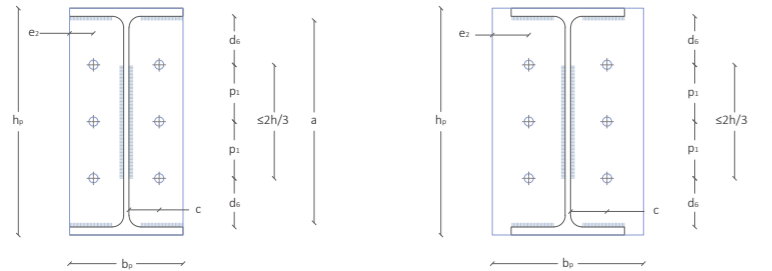
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 6 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)				
		h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_6	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPE 300	6 M10 6.8	300.00	150.00	17.00	25.00	54.45	114.30	109589	112320	109636	219273	263127	328909	438545
	6 M12 5.6	300.00	150.00	20.00	29.00	51.45	110.30	109589	135600	127938	255877	307052	383815	511754
	6 M16 4.6	300.00	150.00	27.00	40.00	44.45	99.30	109589	192960	169600	339200	407040	508800	678400
IPE 330	6 M10 8.8	330.00	160.00	17.00	25.00	59.25	128.50	131336	149760	109636	219273	263127	328909	438545
	6 M12 5.6	330.00	160.00	20.00	29.00	56.25	124.50	131336	135600	127938	255877	307052	383815	511754
	6 M16 4.6	330.00	160.00	27.00	40.00	49.25	113.50	131336	192960	169600	339200	407040	508800	678400
IPE 360	6 M10 8.8	360.00	170.00	17.00	25.00	64.00	142.30	149671	149760	109636	219273	263127	328909	438545
	6 M12 6.8	360.00	170.00	20.00	29.00	61.00	138.30	149671	162720	127938	255877	307052	383815	511754
	6 M16 4.6	360.00	170.00	27.00	40.00	54.00	127.30	149671	192960	169600	339200	407040	508800	678400
IPE 400	6 M10 10.9	400.00	180.00	17.00	25.00	68.70	161.50	182079	187200	109636	219273	263127	328909	438545
	6 M12 8.8	400.00	180.00	20.00	29.00	65.70	157.50	182079	216960	127938	255877	307052	383815	511754
	6 M16 4.6	400.00	180.00	27.00	40.00	58.70	146.50	182079	192960	169600	339200	407040	508800	678400
IPE 450	6 M12 8.8	450.00	190.00	20.00	29.00	70.30	181.40	216619	216960	127938	255877	307052	383815	511754
	6 M16 5.6	450.00	190.00	27.00	40.00	63.30	170.40	216619	241200	169600	339200	407040	508800	678400
	6 M20 4.6	450.00	190.00	33.00	49.00	57.30	161.40	216619	301440	212727	425455	510545	638182	850909
IPE 500	6 M12 10.9	500.00	200.00	20.00	29.00	74.90	205.00	257554	271200	127938	255877	307052	383815	511754
	6 M16 6.8	500.00	200.00	27.00	40.00	67.90	194.00	257554	289440	169600	339200	407040	508800	678400
	6 M20 4.6	500.00	200.00	33.00	49.00	61.90	185.00	257554	301440	212727	425455	510545	638182	850909
IPE 550	6 M16 8.8	550.00	210.00	27.00	40.00	72.45	217.80	306592	385920	169600	339200	407040	508800	678400
	6 M20 5.6	550.00	210.00	33.00	49.00	66.45	208.80	306592	376800	212727	425455	510545	638182	850909
	6 M24 4.6	550.00	210.00	39.00	58.00	60.45	199.80	306592	433920	255877	511754	614105	767631	1023508
IPE 600	6 M16 8.8	600.00	220.00	27.00	40.00	77.00	241.00	357335	385920	169600	339200	407040	508800	678400
	6 M20 5.6	600.00	220.00	33.00	49.00	71.00	232.00	357335	376800	212727	425455	510545	638182	850909
	6 M24 4.6	600.00	220.00	39.00	58.00	65.00	223.00	357335	433920	255877	511754	614105	767631	1023508

TABLA 6.1.1.9. ACERO S235. PERFIL IPE. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

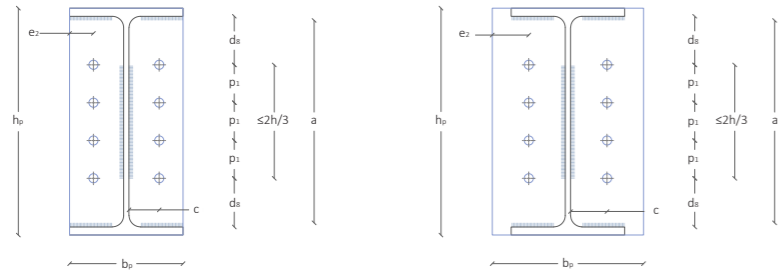
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 máx)						
		6 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	c	d6 (mm)	d6 (mm)	d6 (mm)	d6 (mm)	d6 (mm)	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	6 M10 4.6	120.00	79.00	17.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	20.30	20.70	20.70	20.70	20.70	20.70	26864	74880	162000	324000	388800	486000	648000	
IPE 140	6 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	20.15	20.10	20.10	20.10	20.10	20.10	32407	74880	216000	432000	518400	648000	864000	
IPE 160	6 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	21.50	20.60	20.60	20.60	20.60	20.60	41362	74880	216000	432000	518400	648000	864000	
IPE 180	6 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	25.85	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	47758	74880	216000	432000	518400	648000	864000	
IPE 200	6 M10 4.6	200.00	100.00	17.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	30.20	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	59698	74880	216000	432000	518400	648000	864000	
IPE 220	6 M10 4.6	220.00	110.00	17.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	35.05	30.80	27.80	27.80	27.80	27.80	67800	74880	216000	432000	518400	648000	864000	
IPE 240	6 M10 5.6	240.00	120.00	17.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	39.90	40.20	30.20	30.20	30.20	30.20	81445	93600	216000	432000	518400	648000	864000	
	6 M12 4.6	240.00	120.00	20.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	36.90	40.20	30.20	30.20	30.20	30.20	81445	108480	259200	518400	622080	777600	1036800	
IPE 270	6 M10 6.8	270.00	135.00	17.00	70.00	90.00	90.00	90.00	90.00	47.20	54.80	34.80	34.80	34.80	34.80	94238	112320	216000	432000	518400	648000	864000	
	6 M12 4.6	270.00	135.00	20.00	70.00	90.00	90.00	90.00	90.00	44.20	54.80	34.80	34.80	34.80	34.80	94238	108480	259200	518400	622080	777600	1036800	

TABLA 6.1.1.11. ACERO S235. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

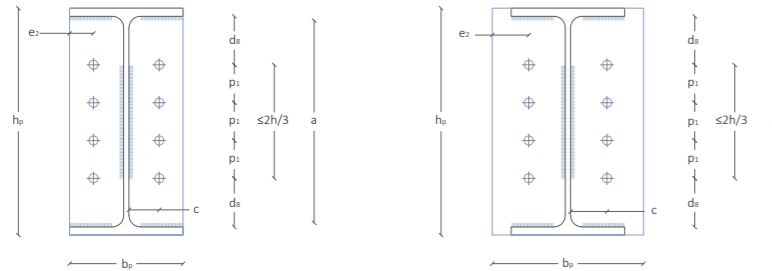
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)				
		h_p mm	b_p mm	e_2 mm	p_1 mín mm	c mm	d_8 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
										$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 140	8 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	25.00	20.15	25.60	32407	99840	146182	292364	350836	438545	584727
IPE 160	8 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	25.00	21.50	35.10	41362	99840	146182	292364	350836	438545	584727
IPE 180	8 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	25.00	25.85	44.50	47758	99840	146182	292364	350836	438545	584727
IPE 200	8 M10 4.6	200.00	100.00	17.00	25.00	30.20	54.00	59698	99840	146182	292364	350836	438545	584727
IPE 220	8 M10 4.6	220.00	110.00	17.00	25.00	35.05	63.30	67800	99840	146182	292364	350836	438545	584727
IPE 240	8 M10 4.6	240.00	120.00	17.00	25.00	39.90	72.70	81445	99840	146182	292364	350836	438545	584727
IPE 270	8 M10 4.6	270.00	135.00	17.00	25.00	47.20	87.30	94238	99840	146182	292364	350836	438545	584727

TABLA 6.1.1.12. ACERO S235. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

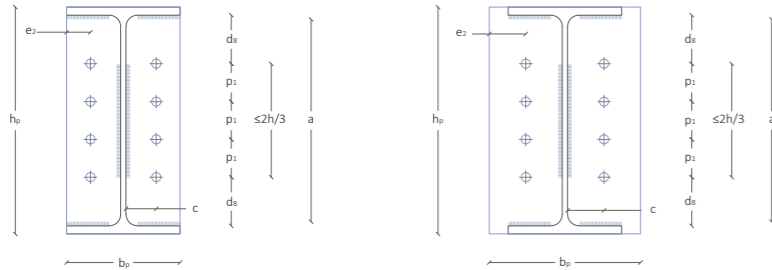
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)				
		hp	bp	e2	p1 mín	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 300	8 M10 5.6	300.00	150.00	17.00	25.00	54.45	101.80	109589	124800	146182	292364	350836	438545	584727
	8 M12 4.6	300.00	150.00	20.00	29.00	51.45	95.80	109589	144640	170585	341169	409403	511754	682338
IPE 330	8 M10 6.8	330.00	160.00	17.00	25.00	59.25	116.00	131336	149760	146182	292364	350836	438545	584727
	8 M12 4.6	330.00	160.00	20.00	29.00	56.25	110.00	131336	144640	170585	341169	409403	511754	682338
IPE 360	8 M10 6.8	360.00	170.00	17.00	25.00	64.00	129.80	149671	149760	146182	292364	350836	438545	584727
	8 M12 5.6	360.00	170.00	20.00	29.00	61.00	123.80	149671	180800	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 4.6	360.00	170.00	27.00	40.00	54.00	107.30	149671	257280	226133	452267	542720	678400	904533
IPE 400	8 M10 8.8	400.00	180.00	17.00	25.00	68.70	149.00	182079	199680	146182	292364	350836	438545	584727
	8 M12 6.8	400.00	180.00	20.00	29.00	65.70	143.00	182079	216960	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 4.6	400.00	180.00	27.00	40.00	58.70	126.50	182079	257280	226133	452267	542720	678400	904533
IPE 450	8 M10 10.9	450.00	190.00	17.00	25.00	73.30	172.90	216619	249600	146182	292364	350836	438545	584727
	8 M12 6.8	450.00	190.00	20.00	29.00	70.30	166.90	216619	216960	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 4.6	450.00	190.00	27.00	40.00	63.30	150.40	216619	257280	226133	452267	542720	678400	904533
IPE 500	8 M12 8.8	500.00	200.00	20.00	29.00	74.90	190.50	257554	289280	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 5.6	500.00	200.00	27.00	40.00	67.90	174.00	257554	321600	226133	452267	542720	678400	904533
	8 M20 4.6	500.00	200.00	33.00	49.00	61.90	160.50	257554	401920	283636	567273	680727	850909	1134545
IPE 550	8 M12 10.9	550.00	210.00	20.00	29.00	79.45	214.30	306592	361600	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 5.6	550.00	210.00	27.00	40.00	72.45	197.80	306592	321600	226133	452267	542720	678400	904533
	8 M20 4.6	550.00	210.00	33.00	49.00	66.45	184.30	306592	401920	283636	567273	680727	850909	1134545
IPE 600	8 M12 10.9	600.00	220.00	20.00	29.00	84.00	237.50	357335	361600	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 6.8	600.00	220.00	27.00	40.00	77.00	221.00	357335	385920	226133	452267	542720	678400	904533
	8 M20 4.6	600.00	220.00	33.00	49.00	71.00	207.50	357335	401920	283636	567273	680727	850909	1134545

TABLA 6.1.1.13. ACERO S235. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

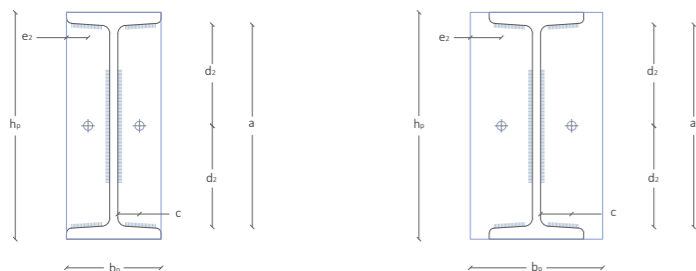
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)										
		8 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	c	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa								
			mm	mm		mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm		tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm			tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 140	8 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	20.15	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	32407	99840	172364	344727	413673	517091	689455					
IPE 160	8 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	21.50	20.10	20.10	20.10	20.10	20.10	41362	99840	233455	466909	560291	700364	933818					
IPE 180	8 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	25.85	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	47758	99840	277091	554182	665018	831273	1108364					
IPE 200	8 M10 4.6	200.00	100.00	17.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	30.20	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	59698	99840	288000	576000	691200	864000	1152000					
IPE 220	8 M10 4.6	220.00	110.00	17.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	35.05	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	67800	99840	288000	576000	691200	864000	1152000					
IPE 240	8 M10 4.6	240.00	120.00	17.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	39.90	30.70	30.70	30.70	30.70	30.70	81445	99840	288000	576000	691200	864000	1152000					
IPE 270	8 M10 4.6	270.00	135.00	17.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	47.20	34.80	34.80	34.80	34.80	34.80	94238	99840	288000	576000	691200	864000	1152000					

**TABLA 6.1.2.1. ACERO S235. PERFIL IPN. 2 TORNILLOS.
PARTE I. IPN 80 - IPN 280**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

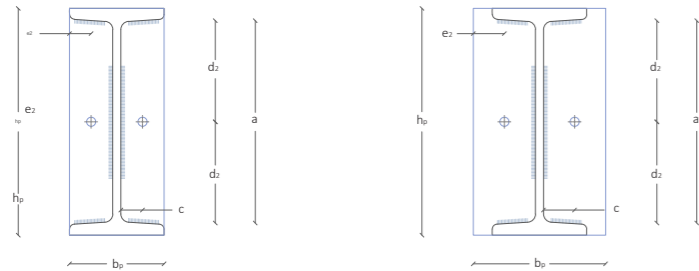
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 2 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento				
		hp mm	bp mm	e2 mm	c mm	d2 mm	Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm							
IPN 80	2 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	20.05	34.10	14072	24960	72000	144000	172800	216000	288000
IPN 100	2 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	20.25	43.20	20127	24960	72000	144000	172800	216000	288000
IPN 120	2 M10 5.6	120.00	80.00	17.00	20.45	52.30	27504	31200	72000	144000	172800	216000	288000
	2 M12 4.6	120.00	94.00	20.00	24.45	52.30	27504	36160	86400	172800	207360	259200	345600
IPN 140	2 M10 6.8	140.00	80.00	17.00	20.15	61.40	35478	37440	72000	144000	172800	216000	288000
	2 M12 4.6	140.00	94.00	20.00	24.15	61.40	35478	36160	86400	172800	207360	259200	345600
IPN 160	2 M10 8.8	160.00	81.00	17.00	20.35	70.50	44774	49920	72000	144000	172800	216000	288000
	2 M12 5.6	160.00	95.00	20.00	24.35	70.50	44774	45200	86400	172800	207360	259200	345600
	2 M16 4.6	160.00	125.00	27.00	32.35	70.50	44774	64320	115200	230400	276480	345600	460800
IPN 180	2 M10 10.9	180.00	82.00	17.00	20.55	79.60	55434	62400	72000	144000	172800	216000	288000
	2 M12 6.8	180.00	95.00	20.00	24.05	79.60	55434	54240	86400	172800	207360	259200	345600
	2 M16 4.6	180.00	125.00	27.00	32.05	79.60	55434	64320	115200	230400	276480	345600	460800
IPN 200	2 M12 8.8	200.00	96.00	20.00	24.25	88.70	66521	72320	86400	172800	207360	259200	345600
	2 M16 5.6	200.00	126.00	27.00	32.25	88.70	66521	80400	115200	230400	276480	345600	460800
	2 M20 4.6	200.00	154.00	33.00	40.25	88.70	66521	100480	144000	288000	345600	432000	576000
IPN 220	2 M12 10.9	220.00	98.00	20.00	24.95	97.80	79313	90400	86400	172800	207360	259200	345600
	2 M16 5.6	220.00	127.00	27.00	32.45	97.80	79313	80400	115200	230400	276480	345600	460800
	2 M20 4.6	220.00	155.00	33.00	40.45	97.80	79313	100480	144000	288000	345600	432000	576000
IPN 240	2 M16 6.8	240.00	127.00	27.00	32.15	106.90	92532	96480	115200	230400	276480	345600	460800
	2 M20 4.6	240.00	155.00	33.00	40.15	106.90	92532	100480	144000	288000	345600	432000	576000
IPN 260	2 M16 8.8	260.00	128.00	27.00	32.30	115.90	108309	128640	115200	230400	276480	345600	460800
	2 M20 5.6	260.00	156.00	33.00	40.30	115.90	108309	125600	144000	288000	345600	432000	576000
	2 M24 4.6	260.00	184.00	39.00	48.30	115.90	108309	144640	172800	345600	414720	518400	691200
IPN 280	2 M16 8.8	280.00	129.00	27.00	32.45	124.80	125366	128640	115200	230400	276480	345600	460800
	2 M20 5.6	280.00	157.00	33.00	40.45	124.80	125366	125600	144000	288000	345600	432000	576000
	2 M24 4.6	280.00	185.00	39.00	48.45	124.80	125366	144640	172800	345600	414720	518400	691200

**TABLA 6.1.2.2. ACERO S235. PERFIL IPN. 2 TORNILLOS.
PARTE II. IPN 300 - IPN 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

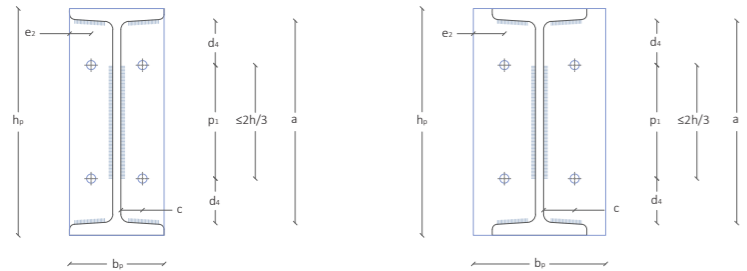
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dim. chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento					
		2 TORNILLOS	hp	bp	e2	c	d2	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 300	2 M16 10.9	300.00	129.00	27.00	32.10	133.80	143702	160800	115200	230400	276480	345600	460800	
	2 M20 6.8	300.00	157.00	33.00	40.10	133.80	143702	150720	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 4.6	300.00	185.00	39.00	48.10	133.80	143702	144640	172800	345600	414720	518400	691200	
IPN 320	2 M20 8.8	320.00	158.00	33.00	40.25	142.70	163317	200960	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 5.6	320.00	186.00	39.00	48.25	142.70	163317	180800	172800	345600	414720	518400	691200	
IPN 340	2 M20 8.8	340.00	159.00	33.00	40.40	151.70	184637	200960	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 6.8	340.00	187.00	39.00	48.40	151.70	184637	216960	172800	345600	414720	518400	691200	
IPN 360	2 M20 10.9	360.00	159.00	33.00	40.00	160.50	231543	251200	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 8.8	360.00	187.00	39.00	48.00	160.50	231543	321600	172800	345600	414720	518400	691200	
IPN 380	2 M24 8.8	380.00	188.00	39.00	48.15	169.50	257981	321600	172800	345600	414720	518400	691200	
IPN 400	2 M24 8.8	400.00	189.00	39.00	48.30	178.40	257554	321600	172800	345600	414720	518400	691200	
IPN 450	2 M24 10.9	450.00	191.00	39.00	48.40	200.70	324928	361600	172800	345600	414720	518400	691200	
IPN 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

**TABLA 6.1.2.3. ACERO S235. PERFIL IPN. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

6.1.2. IPN ACERO S235

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

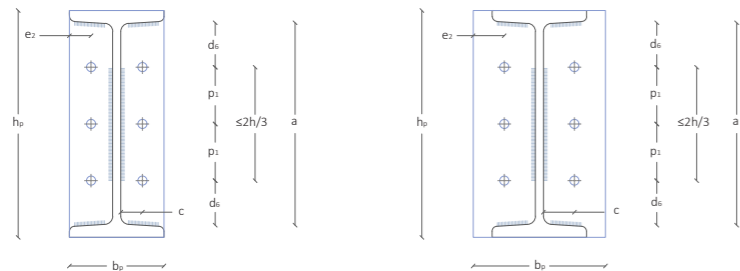
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A** Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 4 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)				
		hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	4 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	25.00	20.05	21.60	14072	49920	73091	146182	175418	219273	292364
IPN 100	4 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	25.00	20.25	30.70	20127	49920	73091	146182	175418	219273	292364
IPN 120	4 M10 4.6	120.00	80.00	17.00	25.00	20.45	39.80	27504	49920	73091	146182	175418	219273	292364
IPN 140	4 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	25.00	20.15	48.90	35478	49920	73091	146182	175418	219273	292364
IPN 160	4 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	25.00	20.35	58.00	44774	49920	73091	146182	175418	219273	292364
IPN 180	4 M10 5.6	180.00	82.00	17.00	25.00	20.55	67.10	55434	62400	73091	146182	175418	219273	292364
	4 M12 4.6	180.00	95.00	20.00	29.00	24.05	65.10	55434	72320	85292	170585	204702	255877	341169
IPN 200	4 M10 6.8	200.00	90.00	17.00	25.00	24.25	76.20	66521	74880	73091	146182	175418	219273	292364
	4 M12 4.6	200.00	96.00	20.00	29.00	24.25	74.20	66521	72320	85292	170585	204702	255877	341169
IPN 220	4 M10 8.8	220.00	98.00	17.00	25.00	27.95	85.30	79313	99480	73091	146182	175418	219273	292364
	4 M12 5.6	220.00	98.00	20.00	29.00	24.95	83.30	79313	90400	85292	170585	204702	255877	341169
	4 M16 4.6	220.00	127.00	27.00	40.00	32.45	77.80	79313	128640	113067	226133	271360	339200	452267
IPN 240	4 M10 8.8	240.00	106.00	17.00	25.00	31.65	94.40	92532	99480	73091	146182	175418	219273	292364
	4 M12 6.8	240.00	106.00	20.00	29.00	28.65	92.40	92532	108480	85292	170585	204702	255877	341169
	4 M16 4.6	240.00	127.00	27.00	40.00	32.15	86.90	92532	128640	113067	226133	271360	339200	452267
IPN 260	4 M10 10.9	260.00	113.00	17.00	25.00	34.80	103.40	108309	124800	73091	146182	175418	219273	292364
	4 M12 6.8	260.00	113.00	20.00	29.00	31.80	101.40	108309	108480	85292	170585	204702	255877	341169
	4 M16 4.6	260.00	128.00	27.00	40.00	32.30	95.90	108309	128640	113067	226133	271360	339200	452267
IPN 280	4 M12 8.8	280.00	119.00	20.00	29.00	34.45	110.30	125366	144640	85292	170585	204702	255877	341169
	4 M16 4.6	280.00	129.00	27.00	40.00	32.45	104.80	125366	128640	113067	226133	271360	339200	452267

TABLA 6.1.2.7. ACERO S235. PERFIL IPN. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

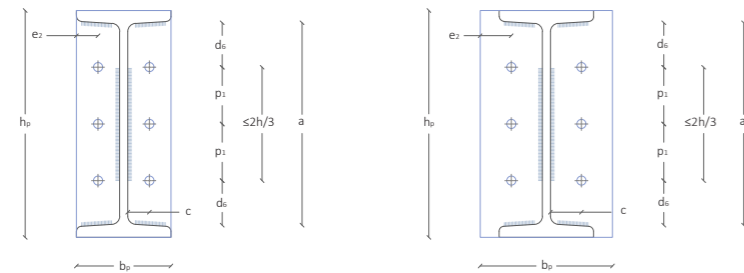
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 6 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)				
		h_p mm	b_p mm	e_2 mm	p_1 mín mm	c mm	d_6 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
										$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPN 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 120	6 M10 4.6	120.00	80.00	17.00	25.00	20.45	27.30	27504	74880	109636	219273	263127	328909	438545
IPN 140	6 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	25.00	20.15	36.40	35478	74880	109636	219273	263127	328909	438545
IPN 160	6 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	25.00	20.35	45.50	44774	74880	109636	219273	263127	328909	438545
IPN 180	6 M10 4.6	180.00	82.00	17.00	25.00	20.55	54.60	55434	74880	109636	219273	263127	328909	438545
IPN 200	6 M10 4.6	200.00	90.00	17.00	25.00	24.25	63.70	66521	74880	109636	219273	263127	328909	438545
IPN 220	6 M10 5.6	220.00	98.00	17.00	25.00	27.95	72.80	79313	93600	109636	219273	263127	328909	438545
	6 M12 4.6	220.00	98.00	20.00	29.00	24.95	68.80	79313	108480	127938	255877	307052	383815	511754
IPN 240	6 M10 5.6	240.00	106.00	17.00	25.00	31.65	81.90	92532	93600	109636	219273	263127	328909	438545
	6 M12 4.6	240.00	106.00	20.00	29.00	28.65	77.90	92532	108480	127938	255877	307052	383815	511754
IPN 260	6 M10 6.8	260.00	113.00	17.00	25.00	34.80	90.90	108309	112320	109636	219273	263127	328909	438545
	6 M12 4.6	260.00	113.00	20.00	29.00	31.80	86.90	108309	108480	127938	255877	307052	383815	511754
IPN 280	6 M10 8.8	280.00	119.00	17.00	25.00	37.45	99.80	125366	149760	109636	219273	263127	328909	438545
	6 M12 5.6	280.00	119.00	20.00	29.00	34.45	95.80	125366	135600	127938	255877	307052	383815	511754
	6 M16 4.6	280.00	129.00	27.00	40.00	32.45	84.80	125366	192960	169600	339200	407040	508800	678400

TABLA 6.1.2.9. ACERO S235. PERFIL IPN. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

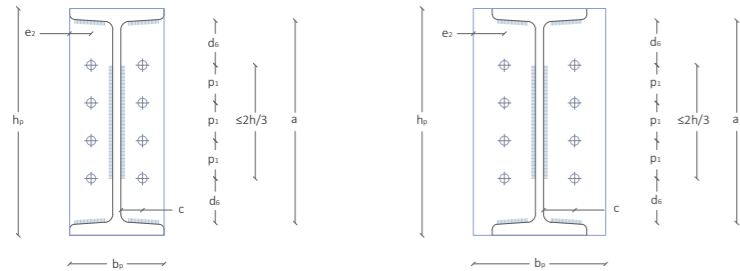
- $F_{v,Ed}$: 33% Vpl, Rd
- F_b,R_d : resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 6 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)					
		hp mm	bp mm	e2 mm	p1 máx (mm) tp = 5 mm	p1 máx (mm) tp = 10 mm	p1 máx (mm) tp = 12 mm	p1 máx (mm) tp = 15 mm	p1 máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d6 (mm)					Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
											tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm			tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 120	6 M10 4.6	120.00	80.00	17.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	20.45	20.30	20.30	20.30	20.30	20.30	27504	74880	155455	310909	373091	466364	621818
IPN 140	6 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	20.15	20.40	20.40	20.40	20.40	20.40	35478	74880	214364	428727	514473	643091	857455
IPN 160	6 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	20.35	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	44774	74880	216000	432000	518400	648000	864000
IPN 180	6 M10 4.6	180.00	82.00	17.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	20.55	20.60	20.60	20.60	20.60	20.60	55434	74880	216000	432000	518400	648000	864000
IPN 200	6 M10 4.6	200.00	90.00	17.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	24.25	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	66521	74880	216000	432000	518400	648000	864000
IPN 220	6 M10 5.6	220.00	98.00	17.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	27.95	27.80	24.80	24.80	24.80	24.80	79313	93600	216000	432000	518400	648000	864000
	6 M12 4.6	220.00	98.00	20.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	24.95	27.80	24.80	24.80	24.80	24.80	79313	108480	259200	518400	622080	777600	1036800
IPN 240	6 M10 5.6	240.00	106.00	17.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	31.65	36.90	26.90	26.90	26.90	26.90	92532	93600	216000	432000	518400	648000	864000
	6 M12 4.6	240.00	106.00	20.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	28.65	36.90	26.90	26.90	26.90	26.90	92532	108480	259200	518400	622080	777600	1036800
IPN 260	6 M10 6.8	260.00	113.00	17.00	70.00	86.00	86.00	86.00	86.00	34.80	45.90	29.90	29.90	29.90	29.90	108309	112320	216000	432000	518400	648000	864000
	6 M12 4.6	260.00	113.00	20.00	70.00	86.00	86.00	86.00	86.00	31.80	45.90	29.90	29.90	29.90	29.90	108309	108480	259200	518400	622080	777600	1036800
IPN 280	6 M10 8.8	280.00	119.00	17.00	70.00	93.00	93.00	93.00	93.00	37.45	54.80	31.80	31.80	31.80	31.80	125366	149760	216000	432000	518400	648000	864000
	6 M12 5.6	280.00	119.00	20.00	70.00	93.00	93.00	93.00	93.00	34.45	54.80	31.80	31.80	31.80	31.80	125366	135600	259200	518400	622080	777600	1036800
	6 M16 4.6	280.00	129.00	27.00	70.00	92.00	92.00	92.00	92.00	32.45	54.80	32.80	32.80	32.80	32.80	125366	192960	345600	691200	829440	1036800	1382400

TABLA 6.1.2.11. ACERO S235. PERFIL IPN. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

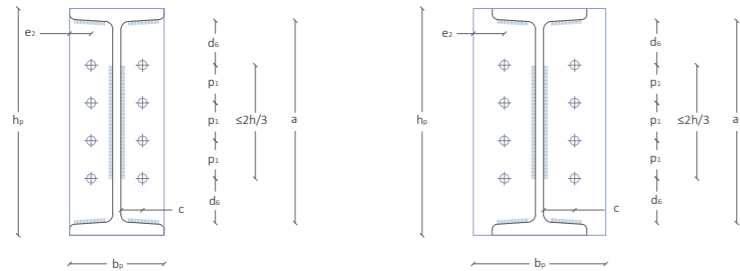
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		8 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_8	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPN 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 140	8 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	25.00	20.15	23.90	35478	99840	146182	292364	350836	438545	584727	
IPN 160	8 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	25.00	20.35	33.00	44774	99840	146182	292364	350836	438545	584727	
IPN 180	8 M10 4.6	180.00	82.00	17.00	25.00	20.55	42.10	55434	99840	146182	292364	350836	438545	584727	
IPN 200	8 M10 4.6	200.00	90.00	17.00	25.00	24.25	51.20	66521	99840	146182	292364	350836	438545	584727	
IPN 220	8 M10 4.6	220.00	98.00	17.00	25.00	27.95	60.30	79313	99840	146182	292364	350836	438545	584727	
IPN 240	8 M10 4.6	240.00	106.00	17.00	25.00	31.65	69.40	92532	99840	146182	292364	350836	438545	584727	
IPN 260	8 M10 5.6	260.00	113.00	17.00	25.00	34.80	78.40	108309	124800	146182	292364	350836	438545	584727	
	8 M12 4.6	260.00	113.00	20.00	29.00	31.80	72.40	108309	144640	170585	341169	409403	511754	682338	
IPN 280	8 M10 6.8	280.00	119.00	17.00	25.00	37.45	87.30	125366	149760	146182	292364	350836	438545	584727	
	8 M12 4.6	280.00	119.00	20.00	29.00	34.45	81.30	125366	144640	170585	341169	409403	511754	682338	

TABLA 6.1.2.13. ACERO S235. PERFIL IPN. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

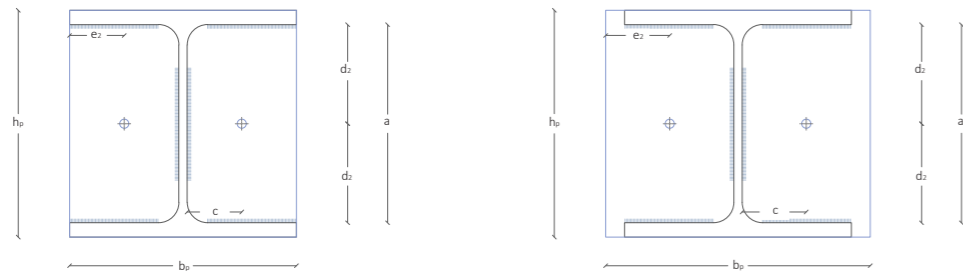
- $F_{v,Ed}$: 33% Vpl, Rd
- F_b, R_d : resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)						
		hp mm	bp mm	e2 mm	p1 máx (mm) tp = 5 mm	p1 máx (mm) tp = 10 mm	p1 máx (mm) tp = 12 mm	p1 máx (mm) tp = 15 mm	p1 máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d8 (mm) tp = 5 mm	d8 (mm) tp = 10 mm	d8 (mm) tp = 12 mm	d8 (mm) tp = 15 mm	d8 (mm) tp = 20 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					
																			tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 140	8 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	20.15	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	35478	99840	163636	327273	392727	490909	654545	
IPN 160	8 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	20.35	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	44774	99840	216000	432000	518400	648000	864000	
IPN 180	8 M10 4.6	180.00	82.00	17.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	20.55	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	55434	99840	268364	536727	644073	805091	1073455	
IPN 200	8 M10 4.6	200.00	90.00	17.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	24.25	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	66521	99840	288000	576000	691200	864000	1152000	
IPN 220	8 M10 4.6	220.00	98.00	17.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	27.95	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	79313	99840	288000	576000	691200	864000	1152000	
IPN 240	8 M10 4.6	240.00	106.00	17.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	31.65	27.40	27.40	27.40	27.40	27.40	92532	99840	288000	576000	691200	864000	1152000	
IPN 260	8 M10 5.6	260.00	113.00	17.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	34.80	30.40	30.40	30.40	30.40	30.40	108309	124800	288000	576000	691200	864000	1152000	
	8 M12 4.6	260.00	113.00	20.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	31.80	30.40	30.40	30.40	30.40	30.40	108309	144640	345600	691200	829440	1036800	1382400	
IPN 280	8 M10 6.8	280.00	119.00	17.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	37.45	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	125366	149760	288000	576000	691200	864000	1152000	
	8 M12 4.6	280.00	119.00	20.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	34.45	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	125366	144640	345600	691200	829440	1036800	1382400	

**TABLA 6.1.3.2. ACERO S235. PERFIL HEB. 2 TORNILLOS.
PARTE II. HEB 300 - HEB 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

6.1.3. HEB ACERO S235

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

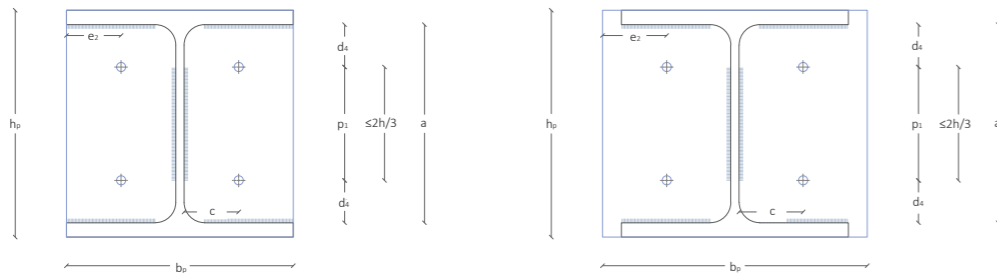
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dim. chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento					
		2 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	c	d_2	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5 \text{ mm}$	$t_p = 10 \text{ mm}$	$t_p = 12 \text{ mm}$	$t_p = 15 \text{ mm}$	$t_p = 20 \text{ mm}$
HEB 300	2 M20 10.9	300.00	300.00	33.00	111.50	131.00	202120	251200	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 6.8	300.00	300.00	39.00	105.50	131.00	202120	216960	172800	345600	414720	518400	691200	
HEB 320	2 M20 10.9	320.00	300.00	33.00	111.25	139.50	219177	251200	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 8.8	320.00	300.00	39.00	105.25	139.50	219177	289280	172800	345600	414720	518400	691200	
HEB 340	2 M20 10.9	340.00	300.00	33.00	111.00	148.50	239645	251200	144000	288000	345600	432000	576000	
	2 M24 8.8	340.00	300.00	39.00	105.00	148.50	239645	289280	172800	345600	414720	518400	691200	
HEB 360	2 M24 8.8	360.00	300.00	39.00	104.75	157.50	260113	289280	172800	345600	414720	518400	691200	
HEB 400	2 M24 10.9	400.00	300.00	39.00	104.25	176.00	299343	361600	172800	345600	414720	518400	691200	
HEB 450	2 M24 10.9	450.00	300.00	39.00	104.00	199.00	339852	361600	172800	345600	414720	518400	691200	
HEB 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

TABLA 6.1.3.3. ACERO S235. PERFIL HEB. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

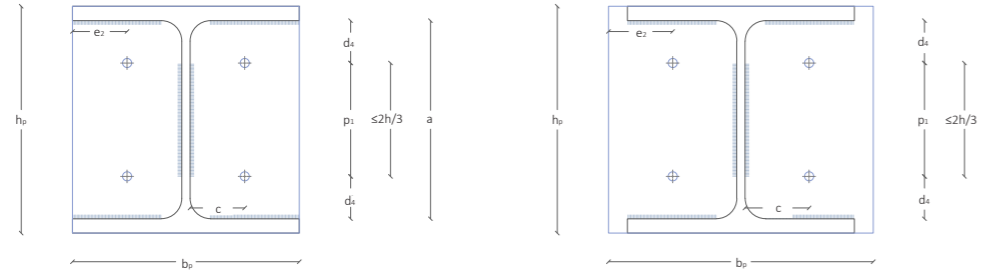
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		4 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 100	4 M10 4.6	100.00	100.00	17.00	25.00	30.00	27.50	38377	49920	73091	146182	175418	219273	292364	
HEB 120	4 M10 4.6	120.00	120.00	17.00	25.00	39.75	36.50	46906	49920	73091	146182	175418	219273	292364	
HEB 140	4 M10 5.6	140.00	140.00	17.00	25.00	49.50	45.50	55860	62400	73091	146182	175418	219273	292364	
	4 M12 4.6	140.00	140.00	20.00	29.00	46.50	43.50	55860	72320	85292	170585	204702	255877	341169	
HEB 160	4 M10 8.8	160.00	160.00	17.00	25.00	59.00	54.50	75049	99840	73091	146182	175418	219273	292364	
	4 M12 5.6	160.00	160.00	20.00	29.00	56.00	52.50	75049	90400	85292	170585	204702	255877	341169	
	4 M16 4.6	160.00	160.00	27.00	40.00	49.00	47.00	75049	128640	113067	226133	271360	339200	452267	
HEB 180	4 M10 8.8	180.00	180.00	17.00	25.00	68.75	63.50	86562	99840	73091	146182	175418	219273	292364	
	4 M12 5.6	180.00	180.00	20.00	29.00	65.75	61.50	86562	90400	85292	170585	204702	255877	341169	
	4 M16 4.6	180.00	180.00	27.00	40.00	58.75	56.00	86562	128640	113067	226133	271360	339200	452267	
HEB 200	4 M10 10.9	200.00	200.00	17.00	25.00	78.50	72.50	106177	124800	73091	146182	175418	219273	292364	
	4 M12 6.8	200.00	200.00	20.00	29.00	75.50	70.50	106177	108480	85292	170585	204702	255877	341169	
	4 M16 4.6	200.00	200.00	27.00	40.00	68.50	65.00	106177	128640	113067	226133	271360	339200	452267	
HEB 220	4 M10 10.9	220.00	220.00	17.00	25.00	88.25	81.50	118970	124800	73091	146182	175418	219273	292364	
	4 M12 8.8	220.00	220.00	20.00	29.00	85.25	79.50	118970	144640	85292	170585	204702	255877	341169	
	4 M16 4.6	220.00	220.00	27.00	40.00	78.25	74.00	118970	128640	113067	226133	271360	339200	452267	
HEB 240	4 M12 8.8	240.00	240.00	20.00	29.00	95.00	88.50	141570	144640	85292	170585	204702	255877	341169	
	4 M16 5.6	240.00	240.00	27.00	40.00	88.00	83.00	141570	160800	113067	226133	271360	339200	452267	
	4 M20 4.6	240.00	240.00	33.00	49.00	82.00	78.50	141570	200960	141818	283636	340364	425455	567273	
HEB 260	4 M12 10.9	260.00	260.00	20.00	29.00	105.00	98.00	158626	180800	85292	170585	204702	255877	341169	
	4 M16 5.6	260.00	260.00	27.00	40.00	98.00	92.50	158626	160800	113067	226133	271360	339200	452267	
	4 M20 4.6	260.00	260.00	33.00	49.00	92.00	88.00	158626	200960	141818	283636	340364	425455	567273	
HEB 280	4 M12 10.9	280.00	280.00	20.00	29.00	114.75	107.50	173551	180800	85292	170585	204702	255877	341169	
	4 M16 6.8	280.00	280.00	27.00	40.00	107.75	102.00	173551	192960	113067	226133	271360	339200	452267	
	4 M20 4.6	280.00	280.00	33.00	49.00	101.75	97.50	173551	200960	141818	283636	340364	425455	567273	

TABLA 6.1.3.4. ACERO S235. PERFIL HEB. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. HEB 300 - HEB 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

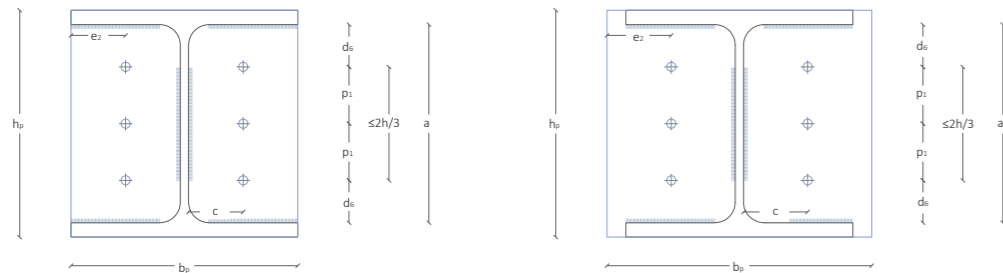
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencia		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		4 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_4	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
HEB 300	4 M16 8.8	300.00	300.00	27.00	40.00	117.50	111.00	202120	257280	113067	226133	271360	339200	452267	
	4 M20 5.6	300.00	300.00	33.00	49.00	111.50	106.50	202120	251200	141818	283636	340364	425455	567273	
	4 M24 4.6	300.00	300.00	39.00	58.00	105.50	102.00	202120	289280	170585	341169	409403	511754	682338	
HEB 320	4 M16 8.8	320.00	300.00	27.00	40.00	117.25	119.50	219177	257280	113067	226133	271360	339200	452267	
	4 M20 5.6	320.00	300.00	33.00	49.00	111.25	115.00	219177	251200	141818	283636	340364	425455	567273	
	4 M24 4.6	320.00	300.00	39.00	58.00	105.25	110.50	219177	289280	170585	341169	409403	511754	682338	
HEB 340	4 M16 8.8	340.00	300.00	27.00	40.00	117.00	128.50	239645	257280	113067	226133	271360	339200	452267	
	4 M20 5.6	340.00	300.00	33.00	49.00	111.00	124.00	239645	251200	141818	283636	340364	425455	567273	
	4 M24 4.6	340.00	300.00	39.00	58.00	105.00	119.50	239645	289280	170585	341169	409403	511754	682338	
HEB 360	4 M16 10.9	360.00	300.00	27.00	40.00	116.75	137.50	260113	321600	113067	226133	271360	339200	452267	
	4 M20 6.8	360.00	300.00	33.00	49.00	110.75	133.00	260113	301440	141818	283636	340364	425455	567273	
	4 M24 4.6	360.00	300.00	39.00	58.00	104.75	128.50	260113	289280	170585	341169	409403	511754	682338	
HEB 400	4 M16 10.9	400.00	300.00	27.00	40.00	116.25	156.00	299343	321600	113067	226133	271360	339200	452267	
	4 M20 6.8	400.00	300.00	33.00	49.00	110.25	151.50	299343	301440	141818	283636	340364	425455	567273	
	4 M24 5.6	400.00	300.00	39.00	58.00	104.25	147.00	299343	361600	170585	341169	409403	511754	682338	
HEB 450	4 M20 8.8	450.00	300.00	33.00	49.00	110.00	174.50	339852	401920	141818	283636	340364	425455	567273	
	4 M24 5.6	450.00	300.00	39.00	58.00	104.00	170.00	339852	361600	170585	341169	409403	511754	682338	
HEB 500	4 M20 8.8	500.00	300.00	33.00	49.00	109.75	197.50	384626	401920	141818	283636	340364	425455	567273	
	4 M24 6.8	500.00	300.00	39.00	58.00	103.75	193.00	384626	433920	170585	341169	409403	511754	682338	
HEB 550	4 M20 10.9	550.00	300.00	33.00	49.00	109.50	221.50	426414	502400	141818	283636	340364	425455	567273	
	4 M24 6.8	550.00	300.00	39.00	58.00	103.50	217.00	426414	433920	170585	341169	409403	511754	682338	
HEB 600	4 M20 10.9	600.00	300.00	33.00	49.00	109.25	245.50	473320	502400	141818	283636	340364	425455	567273	
	4 M24 8.8	600.00	300.00	39.00	58.00	103.25	241.00	473320	578560	170585	341169	409403	511754	682338	

TABLA 6.1.3.7. ACERO S235. PERFIL HEB. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

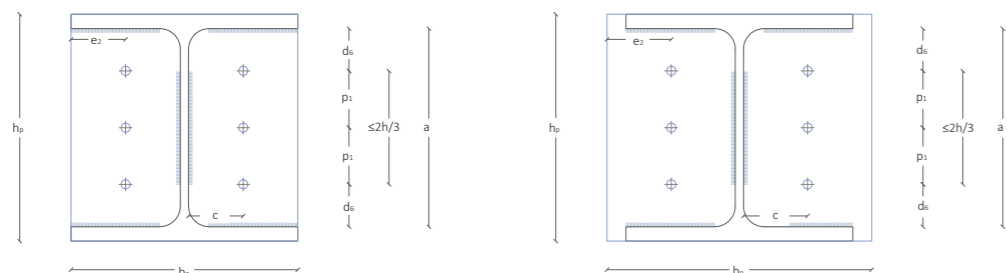
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		6 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d6	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 120	6 M10 4.6	120.00	120.00	17.00	25.00	39.75	24.00	46906	74880	109636	219273	263127	328909	438545	
HEB 140	6 M10 4.6	140.00	140.00	17.00	25.00	49.50	33.00	55860	74880	109636	219273	263127	328909	438545	
HEB 160	6 M10 5.6	160.00	160.00	17.00	25.00	59.00	42.00	75049	93600	109636	219273	263127	328909	438545	
	6 M12 4.6	160.00	160.00	20.00	29.00	56.00	38.00	75049	108480	127938	255877	307052	383815	511754	
HEB 180	6 M10 5.6	180.00	180.00	17.00	25.00	68.75	51.00	86562	93600	109636	219273	263127	328909	438545	
	6 M12 4.6	180.00	180.00	20.00	29.00	65.75	47.00	86562	108480	127938	255877	307052	383815	511754	
HEB 200	6 M10 6.8	200.00	200.00	17.00	25.00	78.50	60.00	106177	112320	109636	219273	263127	328909	438545	
	6 M12 4.6	200.00	200.00	20.00	29.00	75.50	56.00	106177	108480	127938	255877	307052	383815	511754	
HEB 220	6 M10 8.8	220.00	220.00	17.00	25.00	88.25	69.00	118970	149760	109636	219273	263127	328909	438545	
	6 M12 5.6	220.00	220.00	20.00	29.00	85.25	65.00	118970	135600	127938	255877	307052	383815	511754	
	6 M16 4.6	220.00	220.00	27.00	40.00	78.25	54.00	118970	192960	169600	339200	407040	508800	678400	
HEB 240	6 M10 8.8	240.00	240.00	17.00	25.00	98.00	78.00	141570	149760	109636	219273	263127	328909	438545	
	6 M12 6.8	240.00	240.00	20.00	29.00	95.00	74.00	141570	162720	127938	255877	307052	383815	511754	
	6 M16 4.6	240.00	240.00	27.00	40.00	88.00	63.00	141570	192960	169600	339200	407040	508800	678400	
HEB 260	6 M10 10.9	260.00	260.00	17.00	25.00	108.00	87.50	158626	187200	109636	219273	263127	328909	438545	
	6 M12 6.8	260.00	260.00	20.00	29.00	105.00	83.50	158626	162720	127938	255877	307052	383815	511754	
	6 M16 4.6	260.00	260.00	27.00	40.00	98.00	72.50	158626	192960	169600	339200	407040	508800	678400	
HEB 280	6 M10 10.9	280.00	280.00	17.00	25.00	117.75	97.00	173551	187200	109636	219273	263127	328909	438545	
	6 M12 8.8	280.00	280.00	20.00	29.00	114.75	93.00	173551	216960	127938	255877	307052	383815	511754	
	6 M16 4.6	280.00	280.00	27.00	40.00	107.75	82.00	173551	192960	169600	339200	407040	508800	678400	

**TABLA 6.1.3.8. ACERO S235. PERFIL HEB. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. HEB 300 - HEB 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

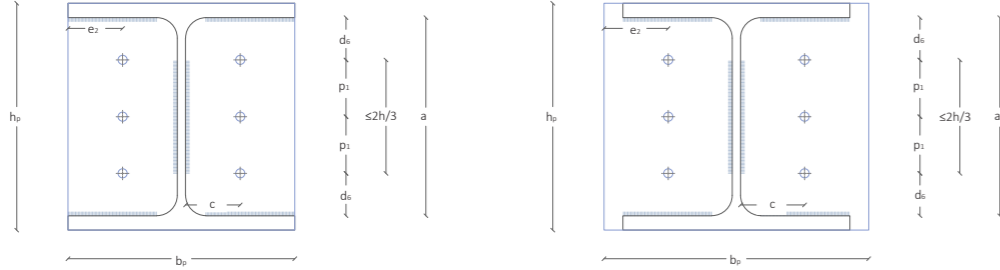
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)				
	6 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_6	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	$F_b, R_d (N)$, en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5 \text{ mm}$	$t_p = 10 \text{ mm}$	$t_p = 12 \text{ mm}$	$t_p = 15 \text{ mm}$	$t_p = 20 \text{ mm}$
HEB 300	6 M12 8.8	300.00	300.00	20.00	29.00	124.50	102.00	202120	216960	127938	255877	307052	383815	511754
	6 M16 5.6	300.00	300.00	27.00	40.00	117.50	91.00	202120	241200	169600	339200	407040	508800	678400
	6 M20 4.6	300.00	300.00	33.00	49.00	111.50	82.00	202120	301440	212727	425455	510545	638182	850909
HEB 320	6 M12 10.9	320.00	300.00	20.00	29.00	124.25	110.50	219177	271200	127938	255877	307052	383815	511754
	6 M16 5.6	320.00	300.00	27.00	40.00	117.25	99.50	219177	241200	169600	339200	407040	508800	678400
	6 M20 4.6	320.00	300.00	33.00	49.00	111.25	90.50	219177	301440	212727	425455	510545	638182	850909
HEB 340	6 M12 10.9	340.00	300.00	20.00	29.00	124.00	119.50	239645	271200	127938	255877	307052	383815	511754
	6 M16 5.6	340.00	300.00	27.00	40.00	117.00	108.50	239645	241200	169600	339200	407040	508800	678400
	6 M20 4.6	340.00	300.00	33.00	49.00	111.00	99.50	239645	301440	212727	425455	510545	638182	850909
HEB 360	6 M12 10.9	360.00	300.00	20.00	29.00	123.75	128.50	260113	271200	127938	255877	307052	383815	511754
	6 M16 6.8	360.00	300.00	27.00	40.00	116.75	117.50	260113	289440	169600	339200	407040	508800	678400
	6 M20 4.6	360.00	300.00	33.00	49.00	110.75	108.50	260113	301440	212727	425455	510545	638182	850909
HEB 400	6 M16 8.8	400.00	300.00	27.00	40.00	116.25	136.00	299343	385920	169600	339200	407040	508800	678400
	6 M20 4.6	400.00	300.00	33.00	49.00	110.25	127.00	299343	301440	212727	425455	510545	638182	850909
	6 M16 8.8	450.00	300.00	27.00	40.00	116.00	159.00	339852	385920	169600	339200	407040	508800	678400
HEB 450	6 M20 5.6	450.00	300.00	33.00	49.00	110.00	150.00	339852	376800	212727	425455	510545	638182	850909
	6 M24 4.6	450.00	300.00	39.00	58.00	104.00	141.00	339852	433920	255877	511754	614105	767631	1023508
	6 M16 8.8	500.00	300.00	27.00	40.00	115.75	182.00	384626	385920	169600	339200	407040	508800	678400
HEB 500	6 M20 6.8	500.00	300.00	33.00	49.00	109.75	173.00	384626	452160	212727	425455	510545	638182	850909
	6 M24 4.6	500.00	300.00	39.00	58.00	103.75	164.00	384626	433920	255877	511754	614105	767631	1023508
	6 M16 10.9	550.00	300.00	27.00	40.00	115.50	206.00	426414	482400	169600	339200	407040	508800	678400
HEB 550	6 M20 6.8	550.00	300.00	33.00	49.00	109.50	197.00	426414	452160	212727	425455	510545	638182	850909
	6 M24 4.6	550.00	300.00	39.00	58.00	103.50	188.00	426414	433920	255877	511754	614105	767631	1023508
	6 M16 10.9	600.00	300.00	27.00	40.00	115.25	230.00	473320	482400	169600	339200	407040	508800	678400
HEB 600	6 M20 8.8	600.00	300.00	33.00	49.00	109.25	221.00	473320	602880	212727	425455	510545	638182	850909
	6 M24 5.6	600.00	300.00	39.00	58.00	103.25	212.00	473320	542400	255877	511754	614105	767631	1023508

TABLA 6.1.3.9. ACERO S235. PERFIL HEB. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

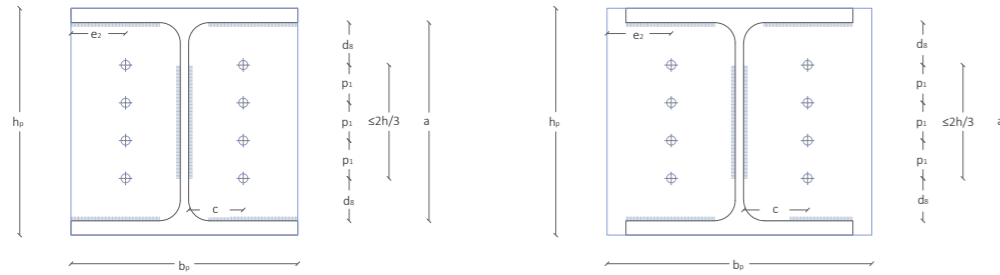
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A** Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas												Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)					
		6 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	c	d6 (mm)					Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 120	6 M10 4.6	120.00	120.00	17.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	39.75	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	46906	74880	135818	271636	325964	407455	543273	
HEB 140	6 M10 4.6	140.00	140.00	17.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	49.50	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	55860	74880	194727	389455	467345	584182	778909	
HEB 160	6 M10 5.6	160.00	160.00	17.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	59.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	75049	93600	216000	432000	518400	648000	864000	
	6 M12 4.6	160.00	160.00	20.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	56.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	75049	108480	220985	441969	530363	662954	883938	
HEB 180	6 M10 5.6	180.00	180.00	17.00	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	68.75	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	86562	93600	216000	432000	518400	648000	864000	
	6 M12 4.6	180.00	180.00	20.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	65.75	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	86562	108480	259200	518400	622080	777600	1036800	
HEB 200	6 M10 6.8	200.00	200.00	17.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	78.50	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	106177	112320	216000	432000	518400	648000	864000	
	6 M12 4.6	200.00	200.00	20.00	61.00	61.00	61.00	61.00	61.00	75.50	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	106177	108480	259200	518400	622080	777600	1036800	
HEB 220	6 M10 8.8	220.00	220.00	17.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	88.25	24.00	21.00	21.00	21.00	21.00	118970	149760	216000	432000	518400	648000	864000	
	6 M12 5.6	220.00	220.00	20.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	85.25	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	118970	135600	259200	518400	622080	777600	1036800	
	6 M16 4.6	220.00	220.00	27.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	78.25	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	118970	192960	310400	620800	744960	931200	1241600	
HEB 240	6 M10 8.8	240.00	240.00	17.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	98.00	33.00	23.00	23.00	23.00	23.00	141570	149760	216000	432000	518400	648000	864000	
	6 M12 6.8	240.00	240.00	20.00	70.00	79.00	79.00	79.00	79.00	95.00	33.00	24.00	24.00	24.00	24.00	141570	162720	259200	518400	622080	777600	1036800	
	6 M16 4.6	240.00	240.00	27.00	70.00	71.00	71.00	71.00	71.00	88.00	33.00	32.00	32.00	32.00	32.00	141570	192960	345600	691200	829440	1036800	1382400	
HEB 260	6 M10 10.9	260.00	260.00	17.00	70.00	86.00	86.00	86.00	86.00	108.00	42.50	26.50	26.50	26.50	26.50	158626	187200	216000	432000	518400	648000	864000	
	6 M12 6.8	260.00	260.00	20.00	70.00	86.00	86.00	86.00	86.00	105.00	42.50	26.50	26.50	26.50	26.50	158626	162720	259200	518400	622080	777600	1036800	
	6 M16 4.6	260.00	260.00	27.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	98.00	42.50	32.50	32.50	32.50	32.50	158626	192960	345600	691200	829440	1036800	1382400	
HEB 280	6 M10 10.9	280.00	280.00	17.00	70.00	93.00	93.00	93.00	93.00	117.75	52.00	29.00	29.00	29.00	29.00	173551	187200	216000	432000	518400	648000	864000	
	6 M12 8.8	280.00	280.00	20.00	70.00	93.00	93.00	93.00	93.00	114.75	52.00	29.00	29.00	29.00	29.00	173551	216960	259200	518400	622080	777600	1036800	
	6 M16 4.6	280.00	280.00	27.00	70.00	90.00	90.00	90.00	90.00	107.75	52.00	32.00	32.00	32.00	32.00	173551	192960	345600	691200	829440	1036800	1382400	

TABLA 6.1.3.11. ACERO S235. PERFIL HEB. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

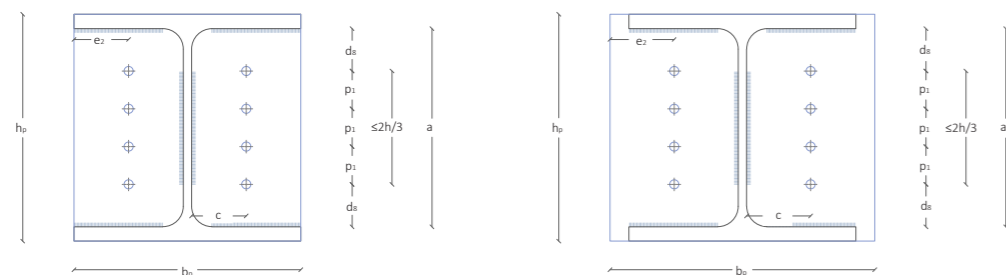
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		8 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_8	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
HEB 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 140	8 M10 4.6	140.00	140.00	17.00	25.00	49.50	20.50	55860	99840	146182	292364	350836	438545	584727	
HEB 160	8 M10 4.6	160.00	160.00	17.00	25.00	59.00	29.50	75049	99840	146182	292364	350836	438545	584727	
HEB 180	8 M10 4.6	180.00	180.00	17.00	25.00	68.75	38.50	86562	99840	146182	292364	350836	438545	584727	
HEB 200	8 M10 5.6	200.00	200.00	17.00	25.00	78.50	47.50	106177	124800	146182	292364	350836	438545	584727	
	8 M12 4.6	200.00	200.00	20.00	29.00	75.50	41.50	106177	144640	170585	341169	409403	511754	682338	
HEB 220	8 M10 5.6	220.00	220.00	17.00	25.00	88.25	56.50	118970	124800	146182	292364	350836	438545	584727	
	8 M12 4.6	220.00	220.00	20.00	29.00	85.25	50.50	118970	144640	170585	341169	409403	511754	682338	
HEB 240	8 M10 6.8	240.00	240.00	17.00	25.00	98.00	65.50	141570	149760	146182	292364	350836	438545	584727	
	8 M12 4.6	240.00	240.00	20.00	29.00	95.00	59.50	141570	144640	170585	341169	409403	511754	682338	
HEB 260	8 M10 8.8	260.00	260.00	17.00	25.00	108.00	75.00	158626	199680	146182	292364	350836	438545	584727	
	8 M12 5.6	260.00	260.00	20.00	29.00	105.00	69.00	158626	180800	170585	341169	409403	511754	682338	
	8 M16 4.6	260.00	260.00	27.00	40.00	98.00	52.50	158626	257280	226133	452267	542720	678400	904533	
HEB 280	8 M10 8.8	280.00	280.00	17.00	25.00	117.75	84.50	173551	199680	146182	292364	350836	438545	584727	
	8 M12 5.6	280.00	280.00	20.00	29.00	114.75	78.50	173551	180800	170585	341169	409403	511754	682338	
	8 M16 4.6	280.00	280.00	27.00	40.00	107.75	62.00	173551	257280	226133	452267	542720	678400	904533	

TABLA 6.1.3.12. ACERO S235. PERFIL HEB. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. HEB 300 - HEB 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

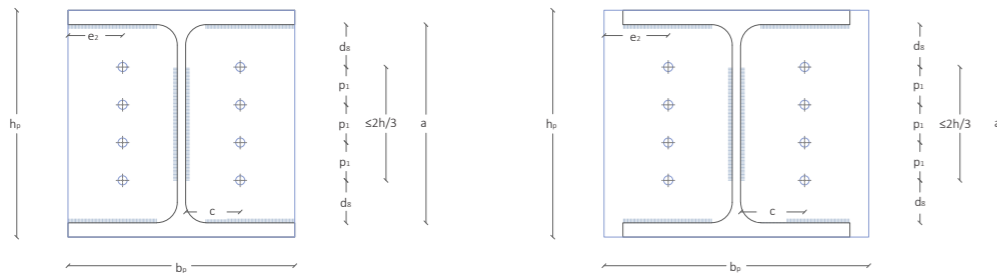
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)				
		h_p mm	b_p mm	e_2 mm	p_1 mín mm	c mm	d_8 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
										$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
HEB 300	8 M10 10.9	300.00	300.00	17.00	25.00	127.50	93.50	202120	249600	146182	292364	350836	438545	584727
	8 M12 6.8	300.00	300.00	20.00	29.00	124.50	87.50	202120	216960	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 4.6	300.00	300.00	27.00	40.00	117.50	71.00	202120	257280	226133	452267	542720	678400	904533
HEB 320	8 M10 10.9	320.00	300.00	17.00	25.00	127.25	102.00	219177	249600	146182	292364	350836	438545	584727
	8 M12 8.8	320.00	300.00	20.00	29.00	124.25	96.00	219177	289280	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 4.6	320.00	300.00	27.00	40.00	117.25	79.50	219177	257280	226133	452267	542720	678400	904533
HEB 340	8 M10 10.9	340.00	300.00	17.00	25.00	127.00	111.00	239645	249600	146182	292364	350836	438545	584727
	8 M12 8.8	340.00	300.00	20.00	29.00	124.00	105.00	239645	289280	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 4.6	340.00	300.00	27.00	40.00	117.00	88.50	239645	257280	226133	452267	542720	678400	904533
HEB 360	8 M12 8.8	360.00	300.00	20.00	29.00	123.75	114.00	260113	289280	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 5.6	360.00	300.00	27.00	40.00	116.75	97.50	260113	321600	226133	452267	542720	678400	904533
	8 M20 4.6	360.00	300.00	33.00	49.00	110.75	84.00	260113	401920	283636	567273	680727	850909	1134545
HEB 400	8 M12 10.9	400.00	300.00	20.00	29.00	123.25	132.50	299343	361600	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 5.6	400.00	300.00	27.00	40.00	116.25	116.00	299343	321600	226133	452267	542720	678400	904533
	8 M20 4.6	400.00	300.00	33.00	49.00	110.25	102.50	299343	401920	283636	567273	680727	850909	1134545
HEB 450	8 M12 10.9	450.00	300.00	20.00	29.00	123.00	155.50	339852	361600	170585	341169	409403	511754	682338
	8 M16 6.8	450.00	300.00	27.00	40.00	116.00	139.00	339852	385920	226133	452267	542720	678400	904533
	8 M20 4.6	450.00	300.00	33.00	49.00	110.00	125.50	339852	401920	283636	567273	680727	850909	1134545
HEB 500	8 M16 6.8	500.00	300.00	27.00	40.00	115.75	162.00	384626	385920	226133	452267	542720	678400	904533
	8 M20 4.6	500.00	300.00	33.00	49.00	109.75	148.50	384626	401920	283636	567273	680727	850909	1134545
HEB 550	8 M16 8.8	550.00	300.00	27.00	40.00	115.50	186.00	426414	514560	226133	452267	542720	678400	904533
	8 M20 5.6	550.00	300.00	33.00	49.00	109.50	172.50	426414	502400	283636	567273	680727	850909	1134545
	8 M24 4.6	550.00	300.00	39.00	58.00	103.50	159.00	426414	578560	341169	682338	818806	1023508	1364677
HEB 600	8 M16 8.8	600.00	300.00	27.00	40.00	115.25	210.00	473320	514560	226133	452267	542720	678400	904533
	8 M20 5.6	600.00	300.00	33.00	49.00	109.25	196.50	473320	502400	283636	567273	680727	850909	1134545
	8 M24 4.6	600.00	300.00	39.00	58.00	103.25	183.00	473320	578560	341169	682338	818806	1023508	1364677

TABLA 6.1.3.13. ACERO S235. PERFIL HEB. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

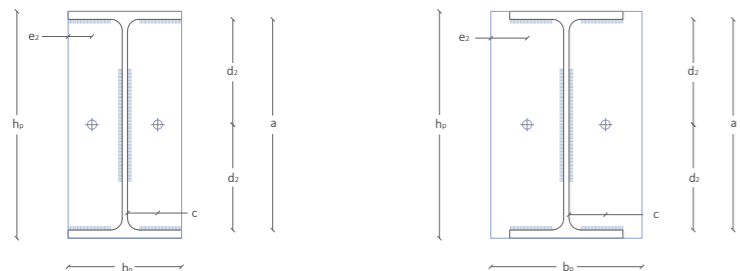
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)						
		8 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	c	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEB 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEB 140	8 M10 4.6	140.00	140.00	17.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	49.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	55860	99840	146182	292364	350836	438545	584727	
HEB 160	8 M10 4.6	160.00	160.00	17.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	59.00	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	75049	99840	198545	397091	476509	595636	794182	
HEB 180	8 M10 4.6	180.00	180.00	17.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	68.75	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	86562	99840	250909	501818	602182	752727	1003636	
HEB 200	8 M10 5.6	200.00	200.00	17.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	78.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	106177	124800	288000	576000	691200	864000	1152000	
	8 M12 4.6	200.00	200.00	20.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	75.50	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	106177	144640	268062	536123	643348	804185	1072246	
HEB 220	8 M10 5.6	220.00	220.00	17.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	88.25	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	118970	124800	288000	576000	691200	864000	1152000	
	8 M12 4.6	220.00	220.00	20.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	85.25	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	118970	144640	321231	642462	770954	963692	1284923	
HEB 240	8 M10 6.8	240.00	240.00	17.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	98.00	23.50	23.50	23.50	23.50	23.50	141570	149760	288000	576000	691200	864000	1152000	
	8 M12 4.6	240.00	240.00	20.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	95.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	141570	144640	345600	691200	829440	1036800	1382400	
HEB 260	8 M10 8.8	260.00	260.00	17.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	108.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	158626	199680	288000	576000	691200	864000	1152000	
	8 M12 5.6	260.00	260.00	20.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	105.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	158626	180800	345600	691200	829440	1036800	1382400	
	8 M16 4.6	260.00	260.00	27.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	98.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	158626	257280	337067	674133	808960	1011200	1348267	
HEB 280	8 M10 8.8	280.00	280.00	17.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	117.75	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	173551	199680	288000	576000	691200	864000	1152000	
	8 M12 5.6	280.00	280.00	20.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	114.75	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	173551	180800	345600	691200	829440	1036800	1382400	
	8 M16 4.6	280.00	280.00	27.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	107.75	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	173551	257280	396800	793600	952320	1190400	1587200	

TABLA 6.1.4.1. ACERO S275. PERFIL IPE. 2 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

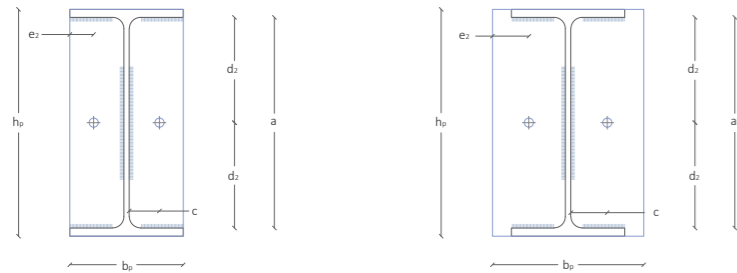
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 2 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento				
		hp	bp	e2	c	d2	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 80	2 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	20.10	34.80	17814	24960	80000	160000	192000	240000	320000
	2 M12 5.6	100.00	79.00	17.00	20.45	44.30	25449	31200	82000	164000	196800	246000	328000
IPE 100	2 M12 4.6	100.00	93.00	20.00	24.45	44.30	25449	36160	96000	192000	230400	288000	384000
	2 M10 6.8	120.00	79.00	17.00	20.30	53.70	31437	37440	82000	164000	196800	246000	328000
IPE 120	2 M12 4.6	120.00	93.00	20.00	24.30	53.70	31437	36160	96000	192000	230400	288000	384000
	2 M10 8.8	140.00	79.00	17.00	20.15	63.10	37924	49920	82000	164000	196800	246000	328000
IPE 140	2 M12 5.6	140.00	93.00	20.00	24.15	63.10	37924	45200	98400	196800	236160	295200	393600
	2 M16 4.6	140.00	123.00	27.00	32.15	63.10	37924	64320	128000	256000	307200	384000	512000
	2 M10 8.8	160.00	82.00	17.00	21.50	72.60	48403	49920	82000	164000	196800	246000	328000
IPE 160	2 M12 6.8	160.00	93.00	20.00	24.00	72.60	48403	54240	98400	196800	236160	295200	393600
	2 M16 4.6	160.00	123.00	27.00	32.00	72.60	48403	64320	128000	256000	307200	384000	512000
	2 M10 10.9	180.00	91.00	17.00	25.85	82.00	55888	62400	82000	164000	196800	246000	328000
IPE 180	2 M12 8.8	180.00	94.00	20.00	24.35	82.00	55888	72320	98400	196800	236160	295200	393600
	2 M16 4.6	180.00	124.00	27.00	32.35	82.00	55888	64320	128000	256000	307200	384000	512000
	2 M12 8.8	200.00	100.00	20.00	27.20	91.50	69859	72320	98400	196800	236160	295200	393600
IPE 200	2 M16 5.6	200.00	124.00	27.00	32.20	91.50	69859	80400	131200	262400	314880	393600	524800
	2 M20 4.6	200.00	152.00	33.00	40.20	91.50	69859	100480	160000	320000	384000	480000	640000
	2 M12 10.9	220.00	110.00	20.00	32.05	100.80	79340	90400	98400	196800	236160	295200	393600
IPE 220	2 M16 5.6	220.00	124.00	27.00	32.05	100.80	79340	80400	131200	262400	314880	393600	524800
	2 M20 4.6	220.00	152.00	33.00	40.05	100.80	79340	100480	160000	320000	384000	480000	640000
	2 M16 6.8	240.00	125.00	27.00	32.40	110.20	95308	96480	131200	262400	314880	393600	524800
IPE 240	2 M20 4.6	240.00	153.00	33.00	40.40	110.20	95308	100480	160000	320000	384000	480000	640000
	2 M16 8.8	270.00	135.00	27.00	37.20	124.80	110278	128640	131200	262400	314880	393600	524800
IPE 270	2 M20 5.6	270.00	153.00	33.00	40.20	124.80	110278	125600	164000	328000	393600	492000	656000
	2 M24 4.6	270.00	181.00	39.00	48.20	124.80	110278	144640	192000	384000	460800	576000	768000
	2 M16 6.8	240.00	125.00	27.00	32.40	110.20	95308	96480	131200	262400	314880	393600	524800

**TABLA 6.1.4.2. ACERO S275. PERFIL IPE. 2 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

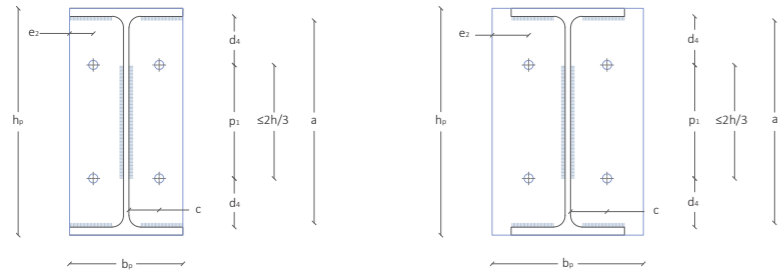
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dim. chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento					
		2 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	c	d_2	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5 \text{ mm}$	$t_p = 10 \text{ mm}$	$t_p = 12 \text{ mm}$	$t_p = 15 \text{ mm}$	$t_p = 20 \text{ mm}$
IPE 300	2 M16 8.8	300.00	150.00	27.00	44.45	139.30	128242	128640	131200	262400	314880	393600	524800	
	2 M20 6.8	300.00	154.00	33.00	40.45	139.30	128242	150720	164000	328000	393600	492000	656000	
	2 M24 4.6	300.00	182.00	39.00	48.45	139.30	128242	144640	192000	384000	460800	576000	768000	
IPE 330	2 M16 10.9	330.00	160.00	27.00	49.25	153.50	153691	160800	131200	262400	314880	393600	524800	
	2 M20 8.8	330.00	160.00	33.00	43.25	153.50	153691	200960	164000	328000	393600	492000	656000	
	2 M24 5.6	330.00	182.00	39.00	48.25	165.00	153691	180800	196800	393600	472320	590400	787200	
IPE 360	2 M20 8.8	360.00	170.00	33.00	48.00	167.30	175147	200960	164000	328000	393600	492000	656000	
	2 M24 5.6	360.00	182.00	39.00	48.00	167.30	175147	180800	196800	393600	472320	590400	787200	
IPE 400	2 M20 10.9	400.00	180.00	33.00	52.70	186.50	213071	251200	164000	328000	393600	492000	656000	
	2 M24 6.8	400.00	183.00	39.00	48.20	186.50	213071	216960	196800	393600	472320	590400	787200	
IPE 450	2 M24 8.8	450.00	190.00	39.00	51.30	210.40	253490	289280	196800	393600	472320	590400	787200	
IPE 500	2 M24 10.9	500.00	200.00	39.00	55.90	234.00	301393	361600	196800	393600	472320	590400	787200	
IPE 550	2 M24 10.9	550.00	210.00	39.00	60.45	257.80	358778	361600	196800	393600	472320	590400	787200	
IPE 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

TABLA 6.1.4.3. ACERO S275. PERFIL IPE. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

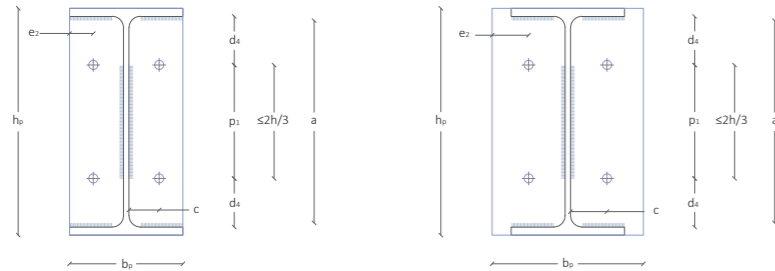
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 4 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)				
		hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 80	4 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	25.00	20.10	22.30	17814	49920	83242	166485	199782	249727	332970
IPE 100	4 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	25.00	20.45	31.80	25449	49920	83242	166485	199782	249727	332970
IPE 120	4 M10 4.6	120.00	79.00	17.00	25.00	20.30	41.20	31437	49920	83242	166485	199782	249727	332970
IPE 140	4 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	25.00	20.15	50.60	37924	49920	83242	166485	199782	249727	332970
IPE 160	4 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	25.00	21.50	60.10	48403	49920	83242	166485	199782	249727	332970
IPE 180	4 M10 5.6	180.00	91.00	17.00	25.00	25.85	69.50	55888	62400	83242	166485	199782	249727	332970
	4 M12 4.6	180.00	94.00	20.00	29.00	24.35	67.50	55888	72320	97138	194277	233132	291415	388554
IPE 200	4 M10 6.8	200.00	100.00	17.00	25.00	30.20	79.00	69859	74880	83242	166485	199782	249727	332970
	4 M12 4.6	200.00	100.00	20.00	29.00	27.20	77.00	69859	72320	97138	194277	233132	291415	388554
IPE 220	4 M10 8.8	220.00	110.00	17.00	25.00	35.05	88.30	79340	99840	83242	166485	199782	249727	332970
	4 M12 5.6	220.00	110.00	20.00	29.00	32.05	86.30	79340	90400	97138	194277	233132	291415	388554
	4 M16 4.6	220.00	124.00	27.00	40.00	32.05	80.80	79340	128640	128770	257541	309049	386311	515081
IPE 240	4 M10 8.8	240.00	120.00	17.00	25.00	39.90	97.70	95308	99840	83242	166485	199782	249727	332970
	4 M12 6.8	240.00	120.00	20.00	29.00	36.90	95.70	95308	108480	97138	194277	233132	291415	388554
	4 M16 4.6	240.00	125.00	27.00	40.00	32.40	90.20	95308	128640	128770	257541	309049	386311	515081
IPE 270	4 M10 10.9	270.00	135.00	17.00	25.00	47.20	112.30	110278	124800	83242	166485	199782	249727	332970
	4 M12 8.8	270.00	135.00	20.00	29.00	44.20	110.30	110278	144640	97138	194277	233132	291415	388554
	4 M16 4.6	270.00	135.00	27.00	40.00	37.20	104.80	110278	128640	128770	257541	309049	386311	515081

TABLA 6.1.4.4. ACERO S275. PERFIL IPE. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

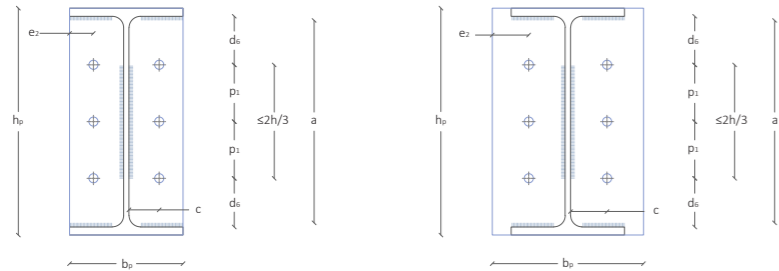
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 4 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)				
		hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 300	4 M12 8.8	300.00	150.00	20.00	29.00	51.45	124.80	128242	144640	97138	194277	233132	291415	388554
	4 M16 4.6	300.00	150.00	27.00	40.00	44.45	119.30	128242	128640	128770	257541	309049	386311	515081
IPE 330	4 M12 10.9	330.00	160.00	20.00	29.00	56.25	139.00	153691	180800	97138	194277	233132	291415	388554
	4 M16 5.6	330.00	160.00	27.00	40.00	49.25	133.50	153691	160800	128770	257541	309049	386311	515081
IPE 360	4 M20 4.6	330.00	160.00	33.00	49.00	43.25	129.00	153691	200960	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M12 10.9	360.00	170.00	20.00	29.00	61.00	152.80	175147	180800	97138	194277	233132	291415	388554
IPE 400	4 M16 6.8	360.00	170.00	27.00	40.00	54.00	147.30	175147	192960	128770	257541	309049	386311	515081
	4 M20 4.6	360.00	170.00	33.00	49.00	48.00	142.80	175147	200960	161515	323030	387636	484545	646061
IPE 450	4 M16 8.8	400.00	180.00	27.00	40.00	58.70	166.50	213071	257260	128770	257541	309049	386311	515081
	4 M20 5.6	400.00	180.00	33.00	49.00	52.70	162.00	213071	251200	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M24 4.6	400.00	183.00	39.00	58.00	48.20	157.50	213071	289280	194277	388554	466265	582831	777108
IPE 500	4 M16 8.8	450.00	190.00	27.00	40.00	63.30	190.40	253490	257260	128770	257541	309049	386311	515081
	4 M20 6.8	450.00	190.00	33.00	49.00	57.30	185.90	253490	301440	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M24 4.6	450.00	190.00	39.00	58.00	51.30	181.40	253490	289280	194277	388554	466265	582831	777108
IPE 550	4 M16 10.9	500.00	200.00	27.00	40.00	67.90	214.00	301393	321600	128770	257541	309049	386311	515081
	4 M20 6.8	500.00	200.00	33.00	49.00	61.90	209.50	301393	301440	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M24 5.6	500.00	200.00	39.00	58.00	55.90	205.00	301393	361600	194277	388554	466265	582831	777108
IPE 600	4 M20 8.8	550.00	210.00	33.00	49.00	66.45	233.30	358778	401920	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M24 5.6	550.00	210.00	39.00	58.00	60.45	228.80	358778	361600	194277	388554	466265	582831	777108
IPE 600	4 M20 10.9	600.00	220.00	33.00	49.00	71.00	256.50	418158	502400	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M24 6.8	600.00	220.00	39.00	58.00	65.00	252.00	418158	433920	194277	388554	466265	582831	777108

TABLA 6.1.4.7. ACERO S275. PERFIL IPE. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

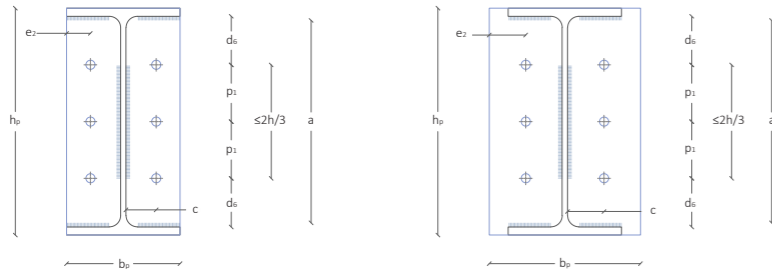
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 6 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)				
		h_p mm	b_p mm	e_2 mm	p_1 mín mm	c mm	d_6 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
										$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	6 M10 4.6	120.00	79.00	17.00	25.00	20.30	28.70	31437	74880	124864	249727	299673	374591	499455
IPE 140	6 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	25.00	20.15	38.10	37924	74880	124864	249727	299673	374591	499455
IPE 160	6 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	25.00	21.50	47.60	48403	74880	124864	249727	299673	374591	499455
IPE 180	6 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	25.00	25.85	57.00	55888	74880	124864	249727	299673	374591	499455
IPE 200	6 M10 4.6	200.00	100.00	17.00	25.00	30.20	66.50	69859	74880	124864	249727	299673	374591	499455
IPE 220	6 M10 5.6	220.00	110.00	17.00	25.00	35.05	75.80	79340	93600	124864	249727	299673	374591	499455
	6 M12 4.6	220.00	110.00	20.00	25.00	32.05	75.80	79340	108480	145708	291415	349698	437123	582831
IPE 240	6 M10 6.8	240.00	120.00	17.00	29.00	39.90	81.20	95308	112320	124864	249727	299673	374591	499455
	6 M12 4.6	240.00	120.00	20.00	25.00	36.90	85.20	95308	108480	145708	291415	349698	437123	582831
IPE 270	6 M10 8.8	270.00	135.00	17.00	29.00	47.20	95.80	110278	149760	124864	249727	299673	374591	499455
	6 M12 5.6	270.00	135.00	20.00	25.00	44.20	99.80	110278	135600	145708	291415	349698	437123	582831
	6 M16 4.6	270.00	135.00	27.00	29.00	37.20	95.80	110278	192960	193156	386311	463573	579467	772622

TABLA 6.1.4.8. ACERO S275. PERFIL IPE. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

6.1.4. IPE ACERO S275

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

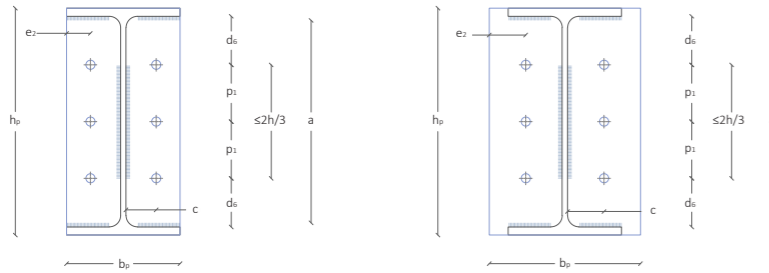
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		6 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d6	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 300	6 M10 8.8	300.00	150.00	17.00	40.00	54.45	99.30	128242	149760	124864	249727	299673	374591	499455	
	6 M12 5.6	300.00	150.00	20.00	25.00	51.45	114.30	128242	135600	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 4.6	300.00	150.00	27.00	29.00	44.45	110.30	128242	192960	193156	386311	463573	579467	772622	
IPE 330	6 M10 10.9	330.00	160.00	17.00	40.00	59.25	113.50	153691	187200	124864	249727	299673	374591	499455	
	6 M12 6.8	330.00	160.00	20.00	25.00	56.25	128.50	153691	162720	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 4.6	330.00	160.00	27.00	29.00	49.25	124.50	153691	192960	193156	386311	463573	579467	772622	
IPE 360	6 M10 10.9	360.00	170.00	17.00	40.00	64.00	127.30	175147	187200	124864	249727	299673	374591	499455	
	6 M12 8.8	360.00	170.00	20.00	25.00	61.00	142.30	175147	216960	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 4.6	360.00	170.00	27.00	29.00	54.00	138.30	175147	192960	193156	386311	463573	579467	772622	
IPE 400	6 M12 8.8	400.00	180.00	20.00	40.00	65.70	146.50	213071	216960	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 5.6	400.00	180.00	27.00	29.00	58.70	157.50	213071	241200	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 4.6	400.00	180.00	33.00	40.00	52.70	146.50	213071	301440	242273	484545	581455	726818	969091	
IPE 450	6 M12 10.9	450.00	190.00	20.00	49.00	70.30	161.40	253490	271200	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 6.8	450.00	190.00	27.00	29.00	63.30	181.40	253490	289440	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 4.6	450.00	190.00	33.00	40.00	57.30	170.40	253490	301440	242273	484545	581455	726818	969091	
IPE 500	6 M16 8.8	500.00	200.00	27.00	49.00	67.90	185.00	301393	385920	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 4.6	500.00	200.00	33.00	40.00	61.90	194.00	301393	301440	242273	484545	581455	726818	969091	
IPE 550	6 M16 8.8	550.00	210.00	27.00	49.00	72.45	208.80	358778	385920	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 5.6	550.00	210.00	33.00	40.00	66.45	217.80	358778	376800	242273	484545	581455	726818	969091	
	6 M24 4.6	550.00	210.00	39.00	49.00	60.45	208.80	358778	433920	291415	582831	699397	874246	1165662	
IPE 600	6 M16 10.9	600.00	220.00	27.00	58.00	77.00	223.00	418158	482400	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 6.8	600.00	220.00	33.00	40.00	71.00	241.00	418158	452160	242273	484545	581455	726818	969091	
	6 M24 4.6	600.00	220.00	39.00	49.00	65.00	232.00	418158	433920	291415	582831	699397	874246	1165662	

TABLA 6.1.4.9. ACERO S275. PERFIL IPE. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

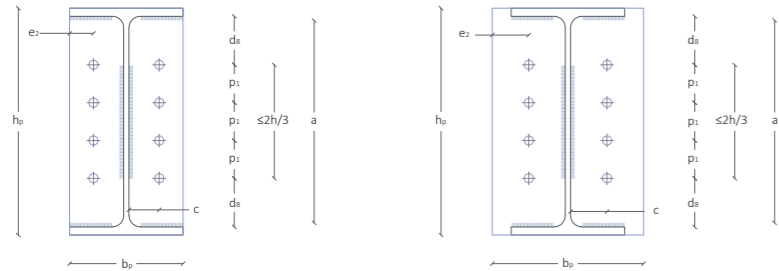
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 6 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)						
		hp	bp	e2	p1 máx (mm) tp = 5 mm	p1 máx (mm) tp = 10 mm	p1 máx (mm) tp = 12 mm	p1 máx (mm) tp = 15 mm	p1 máx (mm) tp = 20 mm	c	d6 (mm) tp = 5 mm	d6 (mm) tp = 10 mm	d6 (mm) tp = 12 mm	d6 (mm) tp = 15 mm	d6 (mm) tp = 20 mm	Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					
		mm	mm															tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 5 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	6 M10 4.6	120.00	79.00	17.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	20.30	20.70	20.70	20.70	20.70	20.70	31437	74880	184500	369000	442800	553500	738000	
IPE 140	6 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	20.15	20.10	20.10	20.10	20.10	20.10	37924	74880	240000	480000	576000	720000	960000	
IPE 160	6 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	21.50	20.60	20.60	20.60	20.60	20.60	48403	74880	240000	480000	576000	720000	960000	
IPE 180	6 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	25.85	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	55888	74880	240000	480000	576000	720000	960000	
IPE 200	6 M10 4.6	200.00	100.00	17.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	30.20	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	69859	74880	240000	480000	576000	720000	960000	
IPE 220	6 M10 5.6	220.00	110.00	17.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	35.05	30.80	27.80	27.80	27.80	27.80	79340	93600	246000	492000	590400	738000	984000	
	6 M12 4.6	220.00	110.00	20.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	32.05	30.80	27.80	27.80	27.80	27.80	79340	108480	288000	576000	691200	864000	1152000	
IPE 240	6 M10 6.8	240.00	120.00	17.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	39.90	40.20	30.20	30.20	30.20	30.20	95308	112320	246000	492000	590400	738000	984000	
	6 M12 4.6	240.00	120.00	20.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	36.90	40.20	30.20	30.20	30.20	30.20	95308	108480	288000	576000	691200	864000	1152000	
IPE 270	6 M10 8.8	270.00	135.00	17.00	70.00	90.00	90.00	90.00	90.00	47.20	54.80	34.80	34.80	34.80	34.80	110278	149760	246000	492000	590400	738000	984000	
	6 M12 5.6	270.00	135.00	20.00	70.00	90.00	90.00	90.00	90.00	44.20	54.80	34.80	34.80	34.80	34.80	110278	135600	295200	590400	708480	885600	1180800	
	6 M16 4.6	270.00	135.00	27.00	70.00	90.00	90.00	90.00	90.00	37.20	54.80	34.80	34.80	34.80	34.80	110278	192960	384000	768000	921600	1152000	1536000	

TABLA 6.1.4.11. ACERO S275. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

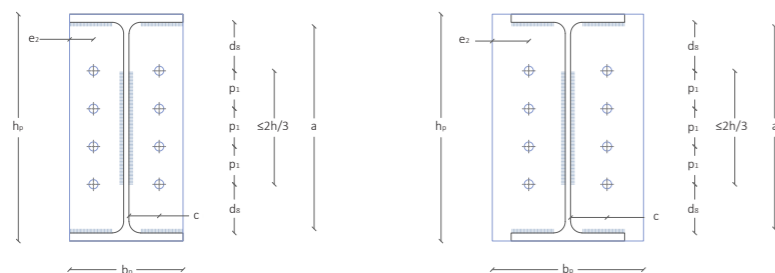
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		8 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_8	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 140	8 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	25.00	20.15	25.60	37924	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
IPE 160	8 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	25.00	21.50	35.10	48403	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
IPE 180	8 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	25.00	25.85	44.50	55888	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
IPE 200	8 M10 4.6	200.00	100.00	17.00	25.00	30.20	54.00	69859	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
IPE 220	8 M10 4.6	220.00	110.00	17.00	25.00	35.05	63.30	79340	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
IPE 240	8 M10 4.6	240.00	120.00	17.00	25.00	39.90	72.70	95308	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
IPE 270	8 M10 6.8	270.00	135.00	17.00	25.00	47.20	87.30	110278	149760	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 4.6	270.00	135.00	20.00	29.00	44.20	81.30	110278	144640	194277	388554	466265	582831	777108	

TABLA 6.1.4.12. ACERO S275. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

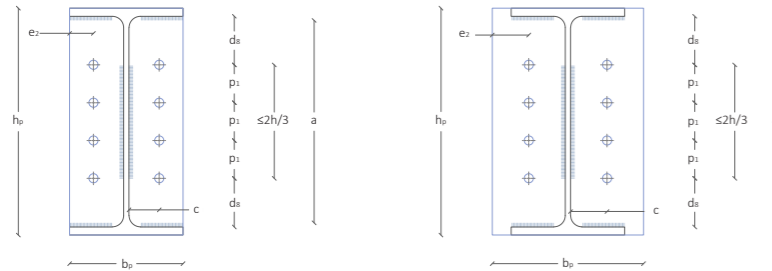
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A** Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		8 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_8	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPE 300	8 M10 6.8	300.00	150.00	17.00	25.00	54.45	101.80	128242	149760	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 4.6	300.00	150.00	20.00	29.00	51.45	95.80	128242	144640	194277	388554	466265	582831	777108	
IPE 330	8 M10 8.8	330.00	160.00	17.00	25.00	59.25	116.00	153691	199680	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 5.6	330.00	160.00	20.00	29.00	56.25	110.00	153691	180800	194277	388554	466265	582831	777108	
IPE 360	8 M16 4.6	330.00	160.00	27.00	40.00	49.25	93.50	153691	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M10 8.8	360.00	170.00	17.00	25.00	64.00	129.80	175147	199680	166485	332970	399564	499455	665939	
IPE 360	8 M12 5.6	360.00	170.00	20.00	29.00	61.00	123.80	175147	180800	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	360.00	170.00	27.00	40.00	54.00	107.30	175147	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	
IPE 400	8 M10 10.9	400.00	180.00	17.00	25.00	68.70	149.00	213071	249600	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 6.8	400.00	180.00	20.00	29.00	65.70	143.00	213071	216960	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	400.00	180.00	27.00	40.00	58.70	126.50	213071	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	
IPE 450	8 M12 8.8	450.00	190.00	20.00	29.00	70.30	166.90	253490	289280	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	450.00	190.00	27.00	40.00	63.30	150.40	253490	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	
IPE 500	8 M12 10.9	500.00	200.00	20.00	29.00	74.90	190.50	301393	361600	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 5.6	500.00	200.00	27.00	40.00	67.90	174.00	301393	321600	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 4.6	500.00	200.00	33.00	49.00	61.90	160.50	301393	401920	323030	646061	775273	969091	1292121	
IPE 550	8 M12 10.9	550.00	210.00	20.00	29.00	79.45	214.30	358778	361600	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 6.8	550.00	210.00	27.00	40.00	72.45	197.80	358778	385920	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 4.6	550.00	210.00	33.00	49.00	66.45	184.30	358778	401920	323030	646061	775273	969091	1292121	
IPE 600	8 M16 8.8	600.00	220.00	27.00	40.00	77.00	221.00	418158	514560	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 5.6	600.00	220.00	33.00	49.00	71.00	207.50	418158	502400	323030	646061	775273	969091	1292121	
	8 M24 4.6	600.00	220.00	39.00	58.00	65.00	194.00	418158	578560	388554	777108	932529	1165662	1554215	

TABLA 6.1.4.13. ACERO S275. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

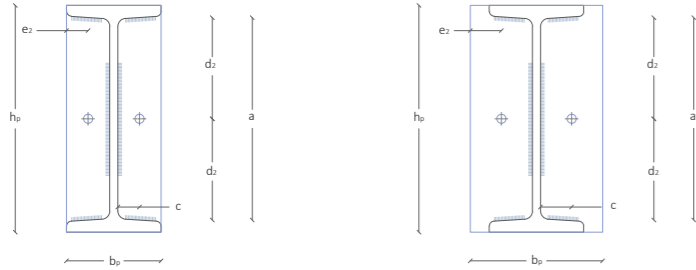
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 máx)						
		h_p mm	b_p mm	e_2 mm	p_1 máx (mm) tp = 5 mm	p_1 máx (mm) tp = 10 mm	p_1 máx (mm) tp = 12 mm	p_1 máx (mm) tp = 15 mm	p_1 máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d8 (mm) tp = 5 mm	d8 (mm) tp = 10 mm	d8 (mm) tp = 12 mm	d8 (mm) tp = 15 mm	d8 (mm) tp = 20 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					
																			tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 140	8 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	20.15	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	37924	99840	196303	392606	471127	588909	785212	
IPE 160	8 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	21.50	20.10	20.10	20.10	20.10	20.10	48403	99840	265879	531758	638109	797636	1063515	
IPE 180	8 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	25.85	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	55888	99840	315576	631152	757382	946727	1262303	
IPE 200	8 M10 4.6	200.00	100.00	17.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	30.20	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	69859	99840	320000	640000	768000	960000	1280000	
IPE 220	8 M10 4.6	220.00	110.00	17.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	35.05	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	79340	99840	320000	640000	768000	960000	1280000	
IPE 240	8 M10 4.6	240.00	120.00	17.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	39.90	30.70	30.70	30.70	30.70	30.70	95308	99840	320000	640000	768000	960000	1280000	
IPE 270	8 M10 6.8	270.00	135.00	17.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	47.20	34.80	34.80	34.80	34.80	34.80	110278	149760	328000	656000	787200	984000	1312000	
	8 M12 4.6	270.00	135.00	20.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	44.20	34.80	34.80	34.80	34.80	34.80	110278	144640	384000	768000	921600	1152000	1536000	

TABLA 6.1.5.1. ACERO S275. PERFIL IPN. 2 TORNILLOS.
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

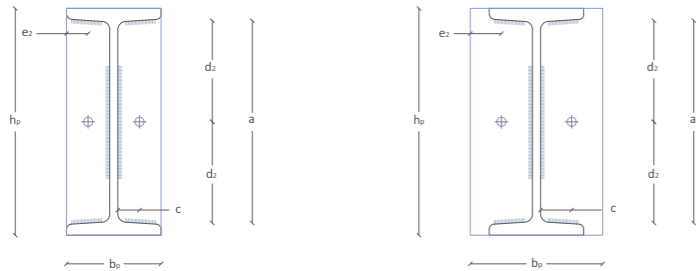
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento					
		2 TORNILLOS	hp	bp	e2	c	d2	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	2 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	20.05	34.10	16467	24960	80000	160000	768000	960000	1280000	
IPN 100	2 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	20.25	43.20	23553	24960	80000	160000	768000	960000	1280000	
IPN 120	2 M10 6.8	120.00	80.00	17.00	20.45	52.30	32185	37440	82000	164000	787200	984000	1312000	
	2 M12 4.6	120.00	94.00	20.00	24.45	52.30	32185	36160	96000	192000	921600	1152000	1536000	
IPN 140	2 M10 8.8	140.00	80.00	17.00	20.15	61.40	41516	49920	82000	164000	787200	984000	1312000	
	2 M12 5.6	140.00	94.00	20.00	24.15	61.40	41516	45200	98400	196800	944640	1180800	1574400	
	2 M16 4.6	140.00	124.00	27.00	32.15	61.40	41516	64320	128000	256000	1228800	1536000	2048000	
IPN 160	2 M10 10.9	160.00	81.00	17.00	20.35	70.50	52395	62400	82000	164000	787200	984000	1312000	
	2 M12 6.8	160.00	95.00	20.00	24.35	70.50	52395	54240	98400	196800	944640	1180800	1574400	
	2 M16 4.6	160.00	125.00	27.00	32.35	70.50	52395	64320	128000	256000	1228800	1536000	2048000	
IPN 180	2 M12 8.8	180.00	95.00	20.00	24.05	79.60	64869	72320	98400	196800	944640	1180800	1574400	
	2 M16 5.6	180.00	125.00	27.00	32.05	79.60	64869	80400	131200	262400	1259520	1574400	2099200	
	2 M20 4.6	180.00	153.00	33.00	40.05	79.60	64869	100480	160000	320000	1536000	1920000	2560000	
IPN 200	2 M12 10.9	200.00	96.00	20.00	24.25	88.70	77843	90400	98400	196800	944640	1180800	1574400	
	2 M16 5.6	200.00	126.00	27.00	32.25	88.70	77843	80400	131200	262400	1259520	1574400	2099200	
	2 M20 4.6	200.00	154.00	33.00	40.25	88.70	77843	100480	160000	320000	1536000	1920000	2560000	
IPN 220	2 M16 6.8	220.00	127.00	27.00	32.45	97.80	92813	96480	131200	262400	1259520	1574400	2099200	
	2 M20 4.6	220.00	155.00	33.00	40.45	97.80	92813	100480	160000	320000	1536000	1920000	2560000	
IPN 240	2 M16 8.8	240.00	127.00	27.00	32.15	106.90	108282	128640	131200	262400	1259520	1574400	2099200	
	2 M20 5.6	240.00	155.00	33.00	40.15	106.90	108282	125600	164000	328000	1574400	1968000	2624000	
	2 M24 4.6	240.00	183.00	39.00	48.15	106.90	108282	144640	192000	384000	1843200	2304000	3072000	
IPN 260	2 M16 8.8	260.00	128.00	27.00	32.30	115.90	126745	128640	131200	262400	1259520	1574400	2099200	
	2 M20 6.8	260.00	156.00	33.00	40.30	115.90	126745	150720	164000	328000	1574400	1968000	2624000	
	2 M24 4.6	260.00	184.00	39.00	48.30	115.90	126745	144640	192000	384000	1843200	2304000	3072000	
IPN 280	2 M16 10.9	280.00	129.00	27.00	32.45	124.80	146705	160800	131200	262400	1259520	1574400	2099200	
	2 M20 6.8	280.00	157.00	33.00	40.45	124.80	146705	150720	164000	328000	1574400	1968000	2624000	
	2 M24 5.6	280.00	185.00	39.00	48.45	124.80	146705	180800	196800	393600	1889280	2361600	3148800	

**TABLA 6.1.5.2. ACERO S275. PERFIL IPN. 2 TORNILLOS.
PARTE II. IPN 300 - IPN 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

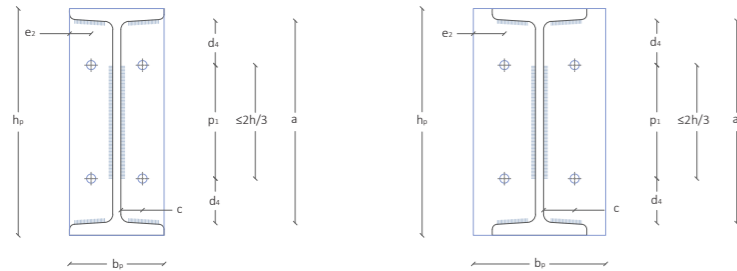
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dim. chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento					
		2 TORNILLOS	hp	bp	e2	c	d2	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 300	2 M20 8.8	300.00	157.00	33.00	40.10	133.80	168162	200960	164000	328000	1574400	1968000	2624000	
	2 M24 5.6	300.00	185.00	39.00	48.10	133.80	168162	180800	196800	393600	1889280	2361600	3148800	
IPN 320	2 M20 8.8	320.00	158.00	33.00	40.25	142.70	191115	200960	164000	328000	1574400	1968000	2624000	
	2 M24 6.8	320.00	186.00	39.00	48.25	142.70	191115	216960	196800	393600	1889280	2361600	3148800	
IPN 340	2 M20 10.9	340.00	159.00	33.00	40.40	151.70	216065	251200	164000	328000	1574400	1968000	2624000	
	2 M24 6.8	340.00	187.00	39.00	48.40	151.70	216065	216960	196800	393600	1889280	2361600	3148800	
IPN 360	2 M24 8.8	360.00	187.00	39.00	48.00	160.50	270955	289280	196800	393600	1889280	2361600	3148800	
IPN 380	2 M24 10.9	380.00	188.00	39.00	48.15	169.50	301892	361600	196800	393600	1889280	2361600	3148800	
IPN 400	2 M24 10.9	400.00	189.00	39.00	48.30	178.40	301393	361600	196800	393600	1889280	2361600	3148800	
IPN 450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

TABLA 6.1.5.3. ACERO S275. PERFIL IPN. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

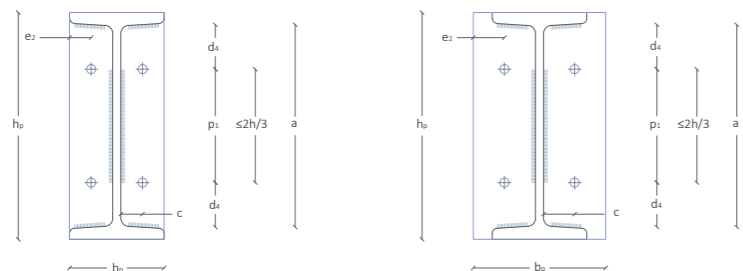
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		4 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	4 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	25.00	20.05	21.60	16467	49920	83242	166485	199782	249727	332970	
IPN 100	4 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	25.00	20.25	30.70	23553	49920	83242	166485	199782	249727	332970	
IPN 120	4 M10 4.6	120.00	80.00	17.00	25.00	20.45	39.80	32185	49920	83242	166485	199782	249727	332970	
IPN 140	4 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	25.00	20.15	48.90	41516	49920	83242	166485	199782	249727	332970	
IPN 160	4 M10 5.6	160.00	81.00	17.00	25.00	20.35	58.00	52395	62400	83242	166485	199782	249727	332970	
	4 M12 4.6	160.00	95.00	20.00	29.00	24.35	56.00	52395	72320	97138	194277	233132	291415	388554	
IPN 180	4 M10 6.8	180.00	82.00	17.00	25.00	20.55	67.10	64869	74880	83242	166485	199782	249727	332970	
	4 M12 4.6	180.00	95.00	20.00	29.00	24.05	65.10	64869	72320	97138	194277	233132	291415	388554	
IPN 200	4 M10 8.8	200.00	90.00	17.00	25.00	24.25	76.20	77843	99840	83242	166485	199782	249727	332970	
	4 M12 5.6	200.00	96.00	20.00	29.00	24.25	74.20	77843	91400	97138	194277	233132	291415	388554	
	4 M16 4.6	200.00	126.00	27.00	40.00	32.25	68.70	77843	128640	128770	257541	309049	386311	515081	
IPN 220	4 M10 8.8	220.00	98.00	17.00	25.00	27.95	85.30	92813	99840	83242	166485	199782	249727	332970	
	4 M12 6.8	220.00	98.00	20.00	29.00	24.95	83.30	92813	108480	97138	194277	233132	291415	388554	
	4 M16 4.6	220.00	127.00	27.00	40.00	32.45	77.80	92813	128640	128770	257541	309049	386311	515081	
IPN 240	4 M10 10.9	240.00	106.00	17.00	25.00	31.65	94.40	108282	124800	83242	166485	199782	249727	332970	
	4 M12 6.8	240.00	106.00	20.00	29.00	28.65	92.40	108282	108480	97138	194277	233132	291415	388554	
	4 M16 4.6	240.00	127.00	27.00	40.00	32.15	86.90	108282	128640	128770	257541	309049	386311	515081	
IPN 260	4 M12 8.8	260.00	113.00	20.00	29.00	31.80	101.40	126745	144640	97138	194277	233132	291415	388554	
	4 M16 4.6	260.00	128.00	27.00	40.00	32.30	95.90	126745	128640	128770	257541	309049	386311	515081	
IPN 280	4 M12 10.9	280.00	119.00	20.00	29.00	34.45	110.30	146705	180800	97138	194277	233132	291415	388554	
	4 M16 5.6	280.00	129.00	27.00	40.00	32.45	104.80	146705	160800	128770	257541	309049	386311	515081	
	4 M20 4.6	280.00	157.00	33.00	49.00	40.45	100.30	146705	200960	161515	323030	387636	484545	646061	

**TABLA 6.1.5.4. ACERO S275. PERFIL IPN. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPN 300 - IPN 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl, Rd

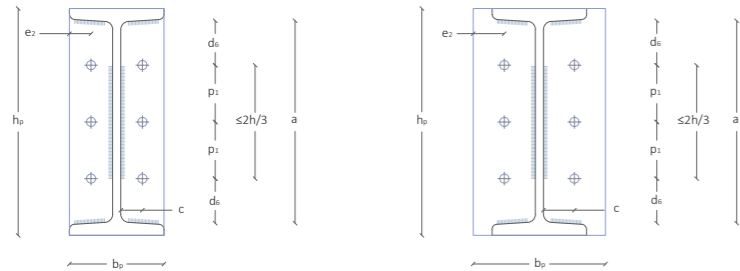
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 4 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)				
		hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 300	4 M12 10.9	300.00	125.00	20.00	29.00	37.10	119.30	168162	180800	97138	194277	233132	291415	388554
	4 M16 6.8	300.00	129.00	27.00	40.00	32.10	113.80	168162	192960	128770	257541	309049	386311	515081
	4 M20 4.6	300.00	157.00	33.00	49.00	40.10	109.30	168162	200960	161515	323030	387636	484545	646061
IPN 320	4 M16 6.8	320.00	131.00	27.00	40.00	32.75	122.70	191115	192960	128770	257541	309049	386311	515081
	4 M20 4.6	320.00	158.00	33.00	49.00	40.25	118.20	191115	200960	161515	323030	387636	484545	646061
IPN 340	4 M16 8.8	340.00	137.00	27.00	40.00	35.40	131.70	216065	257280	128770	257541	309049	386311	515081
	4 M20 5.6	340.00	159.00	33.00	49.00	40.40	127.20	216065	251200	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M24 4.6	340.00	187.00	39.00	58.00	48.40	122.70	216065	289280	194277	388554	466265	582831	777108
IPN 360	4 M16 10.9	360.00	143.00	27.00	40.00	38.00	140.50	270955	321600	128770	257541	309049	386311	515081
	4 M20 6.8	360.00	159.00	33.00	49.00	40.00	136.00	270955	301440	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M24 5.6	360.00	187.00	39.00	58.00	48.00	131.50	270955	361600	194277	388554	466265	582831	777108
IPN 380	4 M16 10.9	380.00	149.00	27.00	40.00	40.65	149.50	301892	321600	128770	257541	309049	386311	515081
	4 M20 8.8	380.00	160.00	33.00	49.00	40.15	145.00	301892	401920	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M24 5.6	380.00	188.00	39.00	58.00	48.15	140.50	301892	361600	194277	388554	466265	582831	777108
IPN 400	4 M16 10.9	400.00	155.00	27.00	40.00	43.30	158.40	301393	321600	128770	257541	309049	386311	515081
	4 M20 6.8	400.00	161.00	33.00	49.00	40.30	153.90	301393	301440	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M24 5.6	400.00	189.00	39.00	58.00	48.30	149.40	301393	361600	194277	388554	466265	582831	777108
IPN 450	4 M20 8.8	450.00	170.00	33.00	49.00	43.90	176.20	380235	401920	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M24 6.8	450.00	191.00	39.00	58.00	48.40	171.70	380235	433920	194277	388554	466265	582831	777108
IPN 500	4 M20 10.9	500.00	185.00	33.00	49.00	50.50	198.50	467559	502400	161515	323030	387636	484545	646061
	4 M24 8.8	500.00	192.00	39.00	58.00	48.00	194.00	467559	578560	194277	388554	466265	582831	777108
IPN 550	4 M24 8.8	550.00	200.00	39.00	58.00	51.50	216.00	543905	578560	194277	388554	466265	582831	777108
IPN 600	4 M24 10.9	600.00	215.00	39.00	58.00	57.70	238.60	678634	723200	194277	388554	466265	582831	777108

TABLA 6.1.5.7. ACERO S275. PERFIL IPN. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

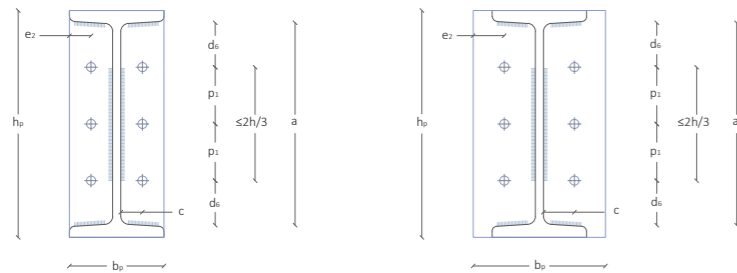
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 6 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)				
		hp mm	bp mm	e2 mm	p1 mín mm	c mm	d6 mm	Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm								
IPN 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 120	6 M10 4.6	120.00	80.00	17.00	25.00	20.45	27.30	32185	74880	124864	249727	299673	374591	499455
IPN 140	6 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	25.00	20.15	36.40	41516	74880	124864	249727	299673	374591	499455
IPN 160	6 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	25.00	20.35	45.50	52395	74880	124864	249727	299673	374591	499455
IPN 180	6 M10 4.6	180.00	82.00	17.00	25.00	20.55	54.60	64869	74880	124864	249727	299673	374591	499455
IPN 200	6 M10 5.6	200.00	90.00	17.00	25.00	24.25	63.70	77843	93600	124864	249727	299673	374591	499455
	6 M12 4.6	200.00	96.00	20.00	29.00	24.25	59.70	77843	108480	145708	291415	349698	437123	582831
IPN 220	6 M10 5.6	220.00	98.00	17.00	25.00	27.95	72.80	92813	93600	124864	249727	299673	374591	499455
	6 M12 4.6	220.00	98.00	20.00	29.00	24.95	68.80	92813	108480	145708	291415	349698	437123	582831
IPN 240	6 M10 6.8	240.00	106.00	17.00	25.00	31.65	81.90	108282	112320	124864	249727	299673	374591	499455
	6 M12 4.6	240.00	106.00	20.00	29.00	28.65	77.90	108282	108480	145708	291415	349698	437123	582831
IPN 260	6 M10 8.8	260.00	113.00	17.00	25.00	34.80	90.90	126745	149760	124864	249727	299673	374591	499455
	6 M12 5.6	260.00	113.00	20.00	29.00	31.80	86.90	126745	135600	145708	291415	349698	437123	582831
	6 M16 4.6	260.00	128.00	27.00	40.00	32.30	75.90	126745	192960	193156	386311	463573	579467	772622
IPN 280	6 M10 8.8	280.00	119.00	17.00	25.00	37.45	99.80	146705	149760	124864	249727	299673	374591	499455
	6 M12 6.8	280.00	119.00	20.00	29.00	34.45	95.80	146705	162720	145708	291415	349698	437123	582831
	6 M16 4.6	280.00	129.00	27.00	40.00	32.45	84.80	146705	192960	193156	386311	463573	579467	772622

TABLA 6.1.5.8. ACERO S275. PERFIL IPN. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPN 300 - IPN 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. (a = hb - 2 x tf - 2 x r)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. (c ≥ 2d)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. (dn ≥ 2d); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

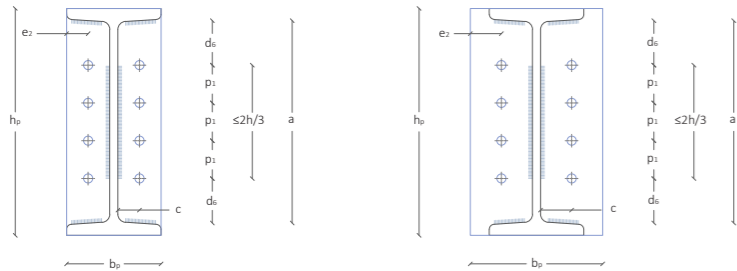
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A** Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A** Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)						
		6 TORNILLOS		hp	bp	e2	p1 mín	c	d6	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	
IPN 300	6 M10 10.9	300.00	125.00	17.00	25.00	40.10	108.80	168162	187200	124864	249727	299673	374591	499455		
	6 M12 8.8	300.00	125.00	20.00	29.00	37.10	104.80	168162	216960	145708	291415	349698	437123	582831		
	6 M16 4.6	300.00	129.00	27.00	40.00	32.10	93.80	168162	192960	193156	386311	463573	579467	772622		
IPN 320	6 M12 8.8	320.00	131.00	20.00	29.00	39.75	113.70	191115	216960	145708	291415	349698	437123	582831		
	6 M16 4.6	320.00	131.00	27.00	40.00	32.75	102.70	191115	192960	193156	386311	463573	579467	772622		
IPN 340	6 M12 8.8	340.00	137.00	20.00	29.00	42.40	122.70	216065	216960	145708	291415	349698	437123	582831		
	6 M16 5.6	340.00	137.00	27.00	40.00	35.40	111.70	216065	241200	193156	386311	463573	579467	772622		
	6 M20 4.6	340.00	159.00	33.00	49.00	40.40	102.70	216065	301440	242273	484545	581455	726818	969091		
IPN 360	6 M12 10.9	360.00	143.00	20.00	29.00	45.00	131.50	270955	271200	145708	291415	349698	437123	582831		
	6 M16 6.8	360.00	143.00	27.00	40.00	38.00	120.50	270955	289440	193156	386311	463573	579467	772622		
	6 M20 4.6	360.00	159.00	33.00	49.00	40.00	111.50	270955	301440	242273	484545	581455	726818	969091		
IPN 380	6 M16 8.8	380.00	149.00	27.00	40.00	40.65	129.50	301892	385920	193156	386311	463573	579467	772622		
	6 M20 5.6	380.00	160.00	33.00	49.00	40.15	120.50	301892	376800	242273	484545	581455	726818	969091		
	6 M24 4.6	380.00	188.00	39.00	58.00	48.15	111.50	301892	433920	291415	582831	699397	874246	1165662		
IPN 400	6 M16 8.8	400.00	155.00	27.00	40.00	43.30	138.40	301393	385920	193156	386311	463573	579467	772622		
	6 M20 4.6	400.00	161.00	33.00	49.00	40.30	129.40	301393	301440	242273	484545	581455	726818	969091		
IPN 450	6 M16 8.8	450.00	170.00	27.00	40.00	49.90	160.70	380235	385920	193156	386311	463573	579467	772622		
	6 M20 6.8	450.00	170.00	33.00	49.00	43.90	151.70	380235	452160	242273	484545	581455	726818	969091		
	6 M24 4.6	450.00	191.00	39.00	58.00	48.40	142.70	380235	433920	291415	582831	699397	874246	1165662		
IPN 500	6 M16 10.9	500.00	185.00	27.00	40.00	56.50	183.00	467559	482400	193156	386311	463573	579467	772622		
	6 M20 8.8	500.00	185.00	33.00	49.00	50.50	174.00	467559	602880	242273	484545	581455	726818	969091		
	6 M24 5.6	500.00	192.00	39.00	58.00	48.00	165.00	467559	542400	291415	582831	699397	874246	1165662		
IPN 550	6 M20 8.8	550.00	200.00	33.00	49.00	57.50	196.00	543905	602880	242273	484545	581455	726818	969091		
	6 M24 6.8	550.00	200.00	39.00	58.00	51.50	187.00	543905	650880	291415	582831	699397	874246	1165662		
IPN 600	6 M20 10.9	600.00	215.00	33.00	49.00	63.70	218.60	678634	723200	242273	484545	581455	726818	969091		
	6 M24 8.8	600.00	215.00	39.00	58.00	57.70	209.60	678634	867840	291415	582831	699397	874246	1165662		

TABLA 6.1.5.11. ACERO S275. PERFIL IPN. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

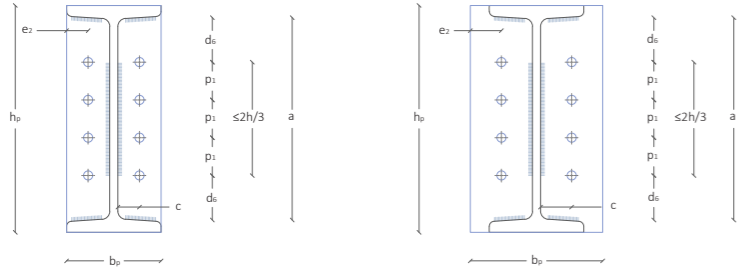
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		8 TORNILLOS	h_p mm	b_p mm	e_2 mm	p_1 mín mm	c mm	d_8 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
											$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPN 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 140	8 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	25.00	20.15	23.90	41516	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
IPN 160	8 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	25.00	20.35	33.00	52395	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
IPN 180	8 M10 4.6	180.00	82.00	17.00	25.00	20.55	42.10	64869	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
IPN 200	8 M10 4.6	200.00	90.00	17.00	25.00	24.25	51.20	77843	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
IPN 220	8 M10 4.6	220.00	98.00	17.00	25.00	27.95	60.30	92813	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
IPN 240	8 M10 5.6	240.00	106.00	17.00	25.00	31.65	69.40	108282	124800	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 4.6	240.00	106.00	20.00	29.00	28.65	63.40	108282	144640	194277	388554	466265	582831	777108	
IPN 260	8 M10 6.8	260.00	113.00	17.00	25.00	34.80	78.40	126745	149760	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 4.6	260.00	113.00	20.00	29.00	31.80	72.40	126745	144640	194277	388554	466265	582831	777108	
IPN 280	8 M10 6.8	280.00	119.00	17.00	25.00	37.45	87.30	146705	149760	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 5.6	280.00	119.00	20.00	29.00	34.45	81.30	146705	180800	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	280.00	129.00	27.00	40.00	32.45	64.80	146705	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	

TABLA 6.1.5.12. ACERO S275. PERFIL IPN. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPN 300 - IPN 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. (a = hb - 2 x tf - 2 x r)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. (c >= 2d)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. (dn >= 2d); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl, Rd

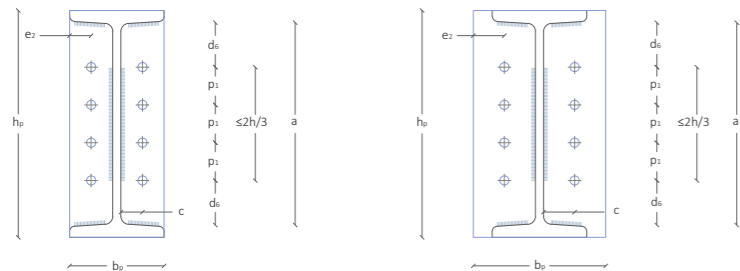
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		8 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 300	8 M10 8.8	300.00	125.00	17.00	25.00	40.10	96.30	168162	199680	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 5.6	300.00	125.00	20.00	29.00	37.10	90.30	168162	180800	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	300.00	129.00	27.00	40.00	32.10	73.80	168162	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	
IPN 320	8 M10 8.8	320.00	131.00	17.00	25.00	42.75	105.20	191115	199680	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 6.8	320.00	131.00	20.00	29.00	39.75	99.20	191115	216960	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	320.00	131.00	27.00	40.00	32.75	82.70	191115	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	
IPN 340	8 M10 10.9	340.00	137.00	17.00	25.00	45.40	114.20	216065	249600	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 6.8	340.00	137.00	20.00	29.00	42.40	108.20	216065	216960	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	340.00	137.00	27.00	40.00	35.40	91.70	216065	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	
IPN 360	8 M12 8.8	360.00	143.00	20.00	29.00	45.00	117.00	270955	289280	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 5.6	360.00	143.00	27.00	40.00	38.00	100.50	270955	321600	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 4.6	360.00	159.00	33.00	49.00	40.00	87.00	270955	401920	323030	646061	775273	969091	1292121	
IPN 380	8 M12 10.9	380.00	149.00	20.00	29.00	47.65	126.00	301892	361600	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 5.6	380.00	149.00	27.00	40.00	40.65	109.50	301892	321600	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 4.6	380.00	160.00	33.00	49.00	40.15	96.00	301892	401920	323030	646061	775273	969091	1292121	
IPN 400	8 M12 10.9	400.00	155.00	20.00	29.00	50.30	134.90	301393	361600	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 5.6	400.00	155.00	27.00	40.00	43.30	118.40	301393	321600	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 4.6	400.00	161.00	33.00	49.00	40.30	104.90	301393	401920	323030	646061	775273	969091	1292121	
IPN 450	8 M16 6.8	450.00	170.00	27.00	40.00	49.90	140.70	380235	385920	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 4.6	450.00	170.00	33.00	49.00	43.90	127.20	380235	401920	323030	646061	775273	969091	1292121	
IPN 500	8 M16 8.8	500.00	185.00	27.00	40.00	56.50	163.00	467559	514560	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 5.6	500.00	185.00	33.00	49.00	50.50	149.50	467559	502400	323030	646061	775273	969091	1292121	
	8 M24 4.6	500.00	192.00	39.00	58.00	48.00	136.00	467559	578560	388554	777108	932529	1165662	1554215	
IPN 550	8 M16 10.9	550.00	200.00	27.00	40.00	63.50	185.00	543905	643200	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 6.8	550.00	200.00	33.00	49.00	57.50	171.50	543905	602880	323030	646061	775273	969091	1292121	
	8 M24 4.6	550.00	200.00	39.00	58.00	51.50	158.00	543905	578560	388554	777108	932529	1165662	1554215	
IPN 600	8 M20 8.8	600.00	215.00	33.00	49.00	63.70	194.10	678634	803840	323030	646061	775273	969091	1292121	
	8 M24 5.6	600.00	215.00	39.00	58.00	57.70	180.60	678634	723200	388554	777108	932529	1165662	1554215	

TABLA 6.1.5.13. ACERO S275. PERFIL IPN. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

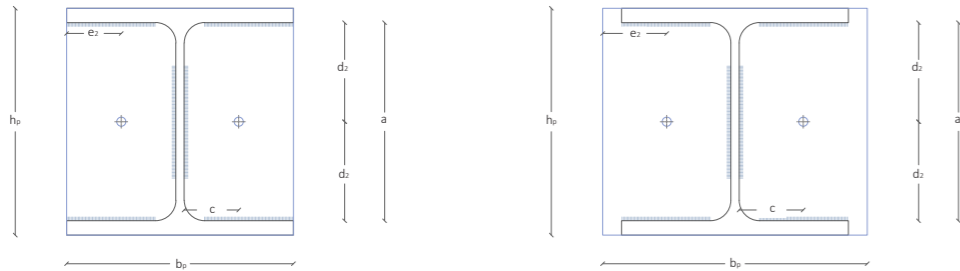
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 máx)					
		h_p mm	b_p mm	e_2 mm	p_1 máx (mm) tp = 5 mm	p_1 máx (mm) tp = 10 mm	p_1 máx (mm) tp = 12 mm	p_1 máx (mm) tp = 15 mm	p_1 máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d_8 (mm) tp = 5 mm	d_8 (mm) tp = 10 mm	d_8 (mm) tp = 12 mm	d_8 (mm) tp = 15 mm	d_8 (mm) tp = 20 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
																		tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 140	8 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	20.15	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	41516	99840	186364	372727	447273	559091	745455
IPN 160	8 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	20.35	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	52395	99840	246000	492000	590400	738000	984000
IPN 180	8 M10 4.6	180.00	82.00	17.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	20.55	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	64869	99840	305636	611273	733527	916909	1222545
IPN 200	8 M10 4.6	200.00	90.00	17.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	24.25	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	77843	99840	320000	640000	768000	960000	1280000
IPN 220	8 M10 4.6	220.00	98.00	17.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	27.95	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	92813	99840	320000	640000	768000	960000	1280000
IPN 240	8 M10 5.6	240.00	106.00	17.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	31.65	27.40	27.40	27.40	27.40	27.40	108282	124800	328000	656000	787200	984000	1312000
	8 M12 4.6	240.00	106.00	20.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	28.65	27.40	27.40	27.40	27.40	27.40	108282	144640	384000	768000	921600	1152000	1536000
IPN 260	8 M10 6.8	260.00	113.00	17.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	34.80	30.40	30.40	30.40	30.40	30.40	126745	149760	328000	656000	787200	984000	1312000
	8 M12 4.6	260.00	113.00	20.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	31.80	30.40	30.40	30.40	30.40	30.40	126745	144640	384000	768000	921600	1152000	1536000
IPN 280	8 M10 6.8	280.00	119.00	17.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	37.45	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	146705	149760	328000	656000	787200	984000	1312000
	8 M12 5.6	280.00	119.00	20.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	34.45	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	146705	180800	393600	787200	944640	1180800	1574400
	8 M16 4.6	280.00	129.00	27.00	61.00	61.00	61.00	61.00	61.00	32.45	33.30	33.30	33.30	33.30	33.30	146705	257280	461630	923259	1107911	1384889	1846519

TABLA 6.1.6.1. ACERO S275. PERFIL HEB. 2 TORNILLOS.
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = hb - 2 \times tf - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

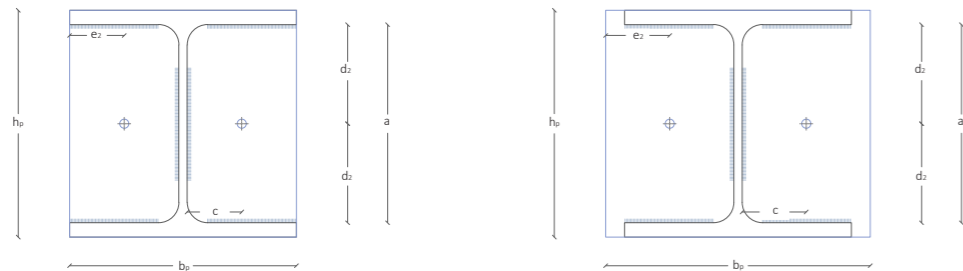
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento					
		2 TORNILLOS	hp	bp	e2	c	d2	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 100	2 M10 8.8	100.00	100.00	17.00	30.00	40.00	44910	49920	82000	164000	196800	246000	328000	
	2 M12 5.6	100.00	100.00	20.00	27.00	40.00	44910	45200	98400	196800	236160	295200	393600	
	2 M16 4.6	100.00	124.00	27.00	32.00	40.00	44910	64320	128000	256000	307200	384000	512000	
HEB 120	2 M10 10.9	120.00	120.00	17.00	39.75	49.00	54890	62400	82000	164000	196800	246000	328000	
	2 M12 8.8	120.00	120.00	20.00	36.75	49.00	54890	72320	98400	196800	236160	295200	393600	
	2 M16 4.6	120.00	125.00	27.00	32.25	49.00	54890	64320	128000	256000	307200	384000	512000	
HEB 140	2 M12 8.8	140.00	140.00	20.00	46.50	58.00	65368	72320	98400	196800	236160	295200	393600	
	2 M16 5.6	140.00	140.00	27.00	39.50	58.00	65368	80400	131200	262400	314880	393600	524800	
	2 M20 4.6	140.00	153.00	33.00	40.00	58.00	65368	100480	160000	320000	384000	480000	640000	
HEB 160	2 M12 10.9	160.00	160.00	20.00	56.00	67.00	87823	90400	98400	196800	236160	295200	393600	
	2 M16 6.8	160.00	160.00	27.00	49.00	67.00	87823	96480	131200	262400	314880	393600	524800	
	2 M20 4.6	160.00	160.00	33.00	43.00	67.00	87823	100480	160000	320000	384000	480000	640000	
HEB 180	2 M16 8.8	180.00	180.00	27.00	58.75	76.00	101296	128640	131200	262400	314880	393600	524800	
	2 M20 5.6	180.00	180.00	33.00	52.75	76.00	101296	125600	164000	328000	393600	492000	656000	
	2 M24 4.6	180.00	183.00	39.00	48.25	76.00	101296	144640	192000	384000	460800	576000	768000	
HEB 200	2 M16 8.8	200.00	200.00	27.00	68.50	85.00	124250	128640	131200	262400	314880	393600	524800	
	2 M20 5.6	200.00	200.00	33.00	62.50	85.00	124250	125600	164000	328000	393600	492000	656000	
	2 M24 4.6	200.00	200.00	39.00	56.50	85.00	124250	144640	192000	384000	460800	576000	768000	
HEB 220	2 M16 10.9	220.00	220.00	27.00	78.25	94.00	139220	160800	131200	262400	314880	393600	524800	
	2 M20 6.8	220.00	220.00	33.00	72.25	94.00	139220	150720	164000	328000	393600	492000	656000	
	2 M24 4.6	220.00	220.00	39.00	66.25	94.00	139220	144640	192000	384000	460800	576000	768000	
HEB 240	2 M20 8.8	240.00	240.00	33.00	82.00	103.00	165667	200960	164000	328000	393600	492000	656000	
	2 M24 5.6	240.00	240.00	39.00	76.00	103.00	165667	180800	196800	393600	472320	590400	787200	
HEB 260	2 M20 8.8	260.00	260.00	33.00	92.00	112.50	185626	200960	164000	328000	393600	492000	656000	
	2 M24 6.8	260.00	260.00	39.00	86.00	112.50	185626	216960	196800	393600	472320	590400	787200	
HEB 280	2 M20 10.9	280.00	280.00	33.00	101.75	122.00	203091	251200	164000	328000	393600	492000	656000	
	2 M24 6.8	280.00	280.00	39.00	95.75	122.00	203091	216960	196800	393600	472320	590400	787200	

**TABLA 6.1.6.2. ACERO S275. PERFIL HEB. 2 TORNILLOS.
PARTE II. HEB 300 - HEB 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

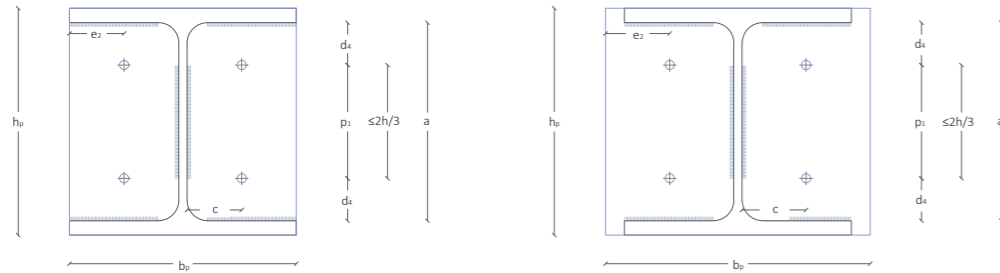
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dim. chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento					
		2 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	c	d_2	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5 \text{ mm}$	$t_p = 10 \text{ mm}$	$t_p = 12 \text{ mm}$	$t_p = 15 \text{ mm}$	$t_p = 20 \text{ mm}$
HEB 300	2 M20 10.9	300.00	300.00	33.00	111.50	131.00	236524	251200	164000	328000	393600	492000	656000	
	2 M24 8.8	300.00	300.00	39.00	105.50	131.00	236524	289280	196800	393600	472320	590400	787200	
HEB 320	2 M24 8.8	320.00	300.00	39.00	105.25	139.50	256484	289280	196800	393600	472320	590400	787200	
HEB 340	2 M24 8.8	340.00	300.00	39.00	105.00	148.50	280436	289280	196800	393600	472320	590400	787200	
HEB 360	2 M24 10.9	360.00	300.00	39.00	104.75	157.50	304387	361600	196800	393600	472320	590400	787200	
HEB 400	2 M24 10.9	400.00	300.00	39.00	104.25	176.00	350295	361600	196800	393600	472320	590400	787200	
HEB 450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

TABLA 6.1.6.3. ACERO S275. PERFIL HEB. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = hb - 2 \times tf - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

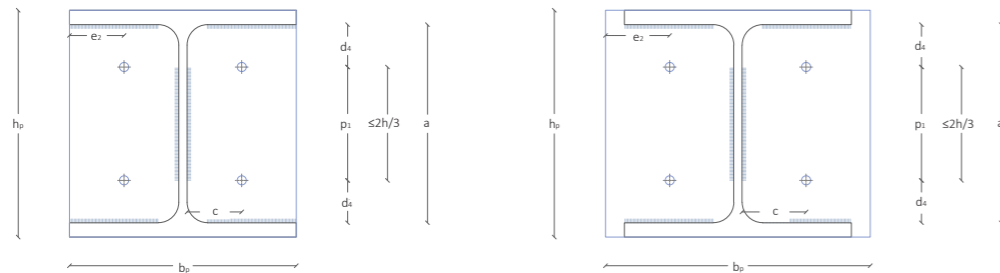
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		4 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 100	4 M10 4.6	100.00	100.00	17.00	25.00	30.00	27.50	44910	49920	83242	166485	199782	249727	332970	
HEB 120	4 M10 5.6	120.00	120.00	17.00	25.00	39.75	36.50	54890	62400	83242	166485	199782	249727	332970	
	4 M12 4.6	120.00	120.00	20.00	29.00	36.75	34.50	54890	72320	97138	194277	233132	291415	388554	
HEB 140	4 M10 6.8	140.00	140.00	17.00	25.00	49.50	45.50	65368	74880	83242	166485	199782	249727	332970	
	4 M12 4.6	140.00	140.00	20.00	29.00	46.50	43.50	65368	72320	97138	194277	233132	291415	388554	
HEB 160	4 M10 8.8	160.00	160.00	17.00	25.00	59.00	54.50	87823	99840	83242	166485	199782	249727	332970	
	4 M12 5.6	160.00	160.00	20.00	29.00	56.00	52.50	87823	90400	97138	194277	233132	291415	388554	
	4 M16 4.6	160.00	160.00	27.00	40.00	49.00	47.00	87823	128640	128770	257541	309049	386311	515081	
HEB 180	4 M10 10.9	180.00	180.00	17.00	25.00	68.75	63.50	101296	124800	83242	166485	199782	249727	332970	
	4 M12 6.8	180.00	180.00	20.00	29.00	65.75	61.50	101296	108480	97138	194277	233132	291415	388554	
	4 M16 4.6	180.00	180.00	27.00	40.00	58.75	56.00	101296	128640	128770	257541	309049	386311	515081	
HEB 200	4 M10 10.9	200.00	200.00	17.00	25.00	78.50	72.50	124250	124800	83242	166485	199782	249727	332970	
	4 M12 8.8	200.00	200.00	20.00	29.00	75.50	70.50	124250	144640	97138	194277	233132	291415	388554	
	4 M16 4.6	200.00	200.00	27.00	40.00	68.50	65.00	124250	128640	128770	257541	309049	386311	515081	
HEB 220	4 M12 8.8	220.00	220.00	20.00	29.00	85.25	79.50	139220	144640	97138	194277	233132	291415	388554	
	4 M16 5.6	220.00	220.00	27.00	40.00	78.25	74.00	139220	160800	128770	257541	309049	386311	515081	
	4 M20 4.6	220.00	220.00	33.00	49.00	72.25	69.50	139220	200960	161515	323030	387636	484545	646061	
HEB 240	4 M12 10.9	240.00	240.00	20.00	29.00	95.00	88.50	165667	180800	97138	194277	233132	291415	388554	
	4 M16 6.8	240.00	240.00	27.00	40.00	88.00	83.00	165667	192960	128770	257541	309049	386311	515081	
	4 M20 4.6	240.00	240.00	33.00	49.00	82.00	78.50	165667	200960	161515	323030	387636	484545	646061	
HEB 260	4 M16 6.8	260.00	260.00	27.00	40.00	98.00	92.50	185626	192960	128770	257541	309049	386311	515081	
	4 M20 4.6	260.00	260.00	33.00	49.00	92.00	88.00	185626	200960	161515	323030	387636	484545	646061	
HEB 280	4 M16 8.8	280.00	280.00	27.00	40.00	107.75	102.00	203091	257280	128770	257541	309049	386311	515081	
	4 M20 5.6	280.00	280.00	33.00	49.00	101.75	97.50	203091	251200	161515	323030	387636	484545	646061	
	4 M24 4.6	280.00	280.00	39.00	58.00	95.75	93.00	203091	289280	194277	388554	466265	582831	777108	

TABLA 6.1.6.4. ACERO S275. PERFIL HEB. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. HEB 300 - HEB 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

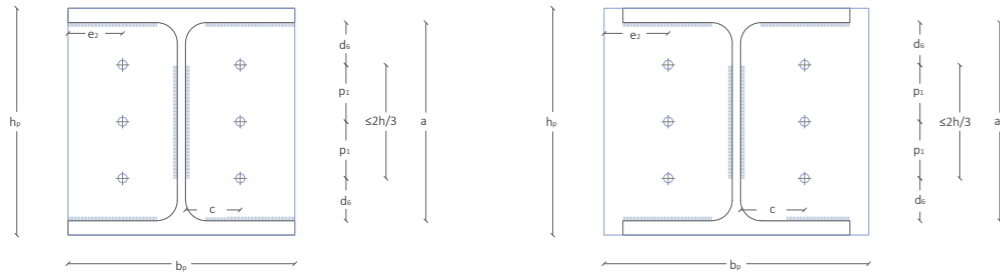
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- F_b, R_d : resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		4 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_4	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
HEB 300	4 M16 8.8	300.00	300.00	27.00	40.00	117.50	111.00	236524	257280	128770	257541	309049	386311	515081	
	4 M20 5.6	300.00	300.00	33.00	49.00	111.50	106.50	236524	251200	161515	323030	387636	484545	646061	
	4 M24 4.6	300.00	300.00	39.00	58.00	105.50	102.00	236524	289280	194277	388554	466265	582831	777108	
HEB 320	4 M16 8.8	320.00	300.00	27.00	40.00	117.25	119.50	256484	257280	128770	257541	309049	386311	515081	
	4 M20 6.8	320.00	300.00	33.00	49.00	111.25	115.00	256484	301440	161515	323030	387636	484545	646061	
	4 M24 4.6	320.00	300.00	39.00	58.00	105.25	110.50	256484	289280	194277	388554	466265	582831	777108	
HEB 340	4 M16 10.9	340.00	300.00	27.00	40.00	117.00	128.50	280436	321600	128770	257541	309049	386311	515081	
	4 M20 6.8	340.00	300.00	33.00	49.00	111.00	124.00	280436	301440	161515	323030	387636	484545	646061	
	4 M24 4.6	340.00	300.00	39.00	58.00	105.00	119.50	280436	289280	194277	388554	466265	582831	777108	
HEB 360	4 M16 10.9	360.00	300.00	27.00	40.00	116.75	137.50	304387	321600	128770	257541	309049	386311	515081	
	4 M20 8.8	360.00	300.00	33.00	49.00	110.75	133.00	304387	401920	161515	323030	387636	484545	646061	
	4 M24 5.6	360.00	300.00	39.00	58.00	104.75	128.50	304387	361600	194277	388554	466265	582831	777108	
HEB 400	4 M20 8.8	400.00	300.00	33.00	49.00	110.25	151.50	350295	401920	161515	323030	387636	484545	646061	
	4 M24 5.6	400.00	300.00	39.00	58.00	104.25	147.00	350295	361600	194277	388554	466265	582831	777108	
HEB 450	4 M20 8.8	450.00	300.00	33.00	49.00	110.00	174.50	397699	401920	161515	323030	387636	484545	646061	
	4 M24 6.8	450.00	300.00	39.00	58.00	104.00	170.00	397699	433920	194277	388554	466265	582831	777108	
HEB 500	4 M20 10.9	500.00	300.00	33.00	49.00	109.75	197.50	450094	502400	161515	323030	387636	484545	646061	
	4 M24 8.8	500.00	300.00	39.00	58.00	103.75	193.00	450094	578560	194277	388554	466265	582831	777108	
HEB 550	4 M20 10.9	550.00	300.00	33.00	49.00	109.50	221.50	498996	502400	161515	323030	387636	484545	646061	
	4 M24 8.8	550.00	300.00	39.00	58.00	103.50	217.00	498996	578560	194277	388554	466265	582831	777108	
HEB 600	4 M24 8.8	600.00	300.00	39.00	58.00	103.25	241.00	553885	578560	194277	388554	466265	582831	777108	

TABLA 6.1.6.7. ACERO S275. PERFIL HEB. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

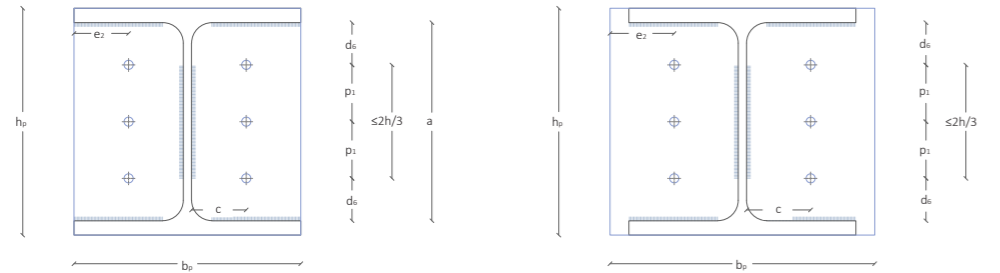
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		6 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_6	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
HEB 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 120	6 M10 4.6	120.00	120.00	17.00	25.00	39.75	24.00	54890	74880	124864	249727	299673	374591	499455	
HEB 140	6 M10 4.6	140.00	140.00	17.00	25.00	49.50	33.00	65368	74880	124864	249727	299673	374591	499455	
HEB 160	6 M10 5.6	160.00	160.00	17.00	25.00	59.00	42.00	87823	93600	124864	249727	299673	374591	499455	
	6 M12 4.6	160.00	160.00	20.00	29.00	56.00	38.00	87823	108480	145708	291415	349698	437123	582831	
HEB 180	6 M10 6.8	180.00	180.00	17.00	25.00	68.75	51.00	101296	112320	124864	249727	299673	374591	499455	
	6 M12 4.6	180.00	180.00	20.00	29.00	65.75	47.00	101296	108480	145708	291415	349698	437123	582831	
HEB 200	6 M10 8.8	200.00	200.00	17.00	25.00	78.50	60.00	124250	149760	124864	249727	299673	374591	499455	
	6 M12 5.6	200.00	200.00	20.00	29.00	75.50	56.00	124250	135600	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 4.6	200.00	200.00	27.00	40.00	68.50	45.00	124250	192960	193156	386311	463573	579467	772622	
HEB 220	6 M10 8.8	220.00	220.00	17.00	25.00	88.25	69.00	139220	149760	124864	249727	299673	374591	499455	
	6 M12 6.8	220.00	220.00	20.00	29.00	85.25	65.00	139220	162720	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 4.6	220.00	220.00	27.00	40.00	78.25	54.00	139220	192960	193156	386311	463573	579467	772622	
HEB 240	6 M10 10.9	240.00	240.00	17.00	25.00	98.00	78.00	165667	187200	124864	249727	299673	374591	499455	
	6 M12 8.8	240.00	240.00	20.00	29.00	95.00	74.00	165667	216960	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 4.6	240.00	240.00	27.00	40.00	88.00	63.00	165667	192960	193156	386311	463573	579467	772622	
HEB 260	6 M10 10.9	260.00	260.00	17.00	25.00	108.00	87.50	185626	187200	124864	249727	299673	374591	499455	
	6 M12 8.8	260.00	260.00	20.00	29.00	105.00	83.50	185626	216960	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 4.6	260.00	260.00	27.00	40.00	98.00	72.50	185626	192960	193156	386311	463573	579467	772622	
HEB 280	6 M12 8.8	280.00	280.00	20.00	29.00	114.75	93.00	203091	216960	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 5.6	280.00	280.00	27.00	40.00	107.75	82.00	203091	241200	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 4.6	280.00	280.00	33.00	49.00	101.75	73.00	203091	301440	242273	484545	581455	726818	969091	

TABLA 6.1.6.8. ACERO S275. PERFIL HEB. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. HEB 300 - HEB 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. (a = hb - 2 x tf - 2 x r)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. (c ≥ 2d)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. (dn ≥ 2d); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

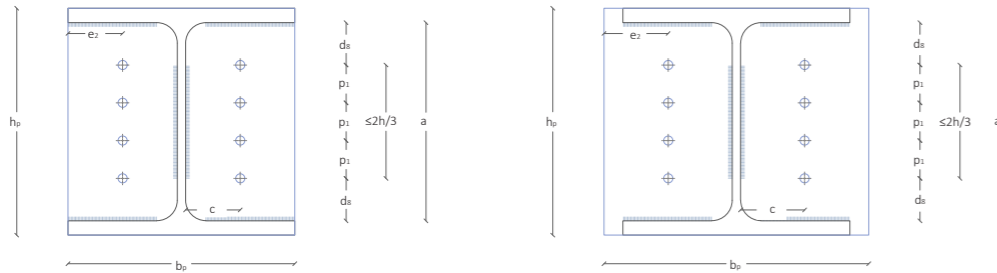
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		6 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d6	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 300	6 M12 10.9	300.00	300.00	20.00	29.00	124.50	102.00	236524	271200	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 5.6	300.00	300.00	27.00	40.00	117.50	91.00	236524	241200	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 4.6	300.00	300.00	33.00	49.00	111.50	82.00	236524	301440	242273	484545	581455	726818	969091	
HEB 320	6 M12 10.9	320.00	300.00	20.00	29.00	124.25	110.50	256484	271200	145708	291415	349698	437123	582831	
	6 M16 6.8	320.00	300.00	27.00	40.00	117.25	99.50	256484	289440	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 4.6	320.00	300.00	33.00	49.00	111.25	90.50	256484	301440	242273	484545	581455	726818	969091	
HEB 340	6 M16 6.8	340.00	300.00	27.00	40.00	117.00	108.50	280436	289440	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 4.6	340.00	300.00	33.00	49.00	111.00	99.50	280436	301440	242273	484545	581455	726818	969091	
HEB 360	6 M16 8.8	360.00	300.00	27.00	40.00	116.75	117.50	304387	385920	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 5.6	360.00	300.00	33.00	49.00	110.75	108.50	304387	376800	242273	484545	581455	726818	969091	
	6 M24 4.6	360.00	300.00	39.00	58.00	104.75	99.50	304387	433920	291415	582831	699397	874246	1165662	
HEB 400	6 M16 8.8	400.00	300.00	27.00	40.00	116.25	136.00	350295	385920	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 5.6	400.00	300.00	33.00	49.00	110.25	127.00	350295	376800	242273	484545	581455	726818	969091	
	6 M24 4.6	400.00	300.00	39.00	58.00	104.25	118.00	350295	433920	291415	582831	699397	874246	1165662	
HEB 450	6 M16 10.9	450.00	300.00	27.00	40.00	116.00	159.00	397699	482400	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 6.8	450.00	300.00	33.00	49.00	110.00	150.00	397699	452160	242273	484545	581455	726818	969091	
	6 M24 4.6	450.00	300.00	39.00	58.00	104.00	141.00	397699	433920	291415	582831	699397	874246	1165662	
HEB 500	6 M16 10.9	500.00	300.00	27.00	40.00	115.75	182.00	450094	482400	193156	386311	463573	579467	772622	
	6 M20 6.8	500.00	300.00	33.00	49.00	109.75	173.00	450094	452160	242273	484545	581455	726818	969091	
	6 M24 5.6	500.00	300.00	39.00	58.00	103.75	164.00	450094	542400	291415	582831	699397	874246	1165662	
HEB 550	6 M20 8.8	550.00	300.00	33.00	49.00	109.50	197.00	498996	602880	242273	484545	581455	726818	969091	
	6 M24 5.6	550.00	300.00	39.00	58.00	103.50	188.00	498996	542400	291415	582831	699397	874246	1165662	
HEB 600	6 M20 8.8	600.00	300.00	33.00	49.00	109.25	221.00	553885	602880	242273	484545	581455	726818	969091	
	6 M24 6.8	600.00	300.00	39.00	58.00	103.25	212.00	553885	650880	291415	582831	699397	874246	1165662	

TABLA 6.1.6.11. ACERO S275. PERFIL HEB. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = hb - 2 \times tf - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl, Rd

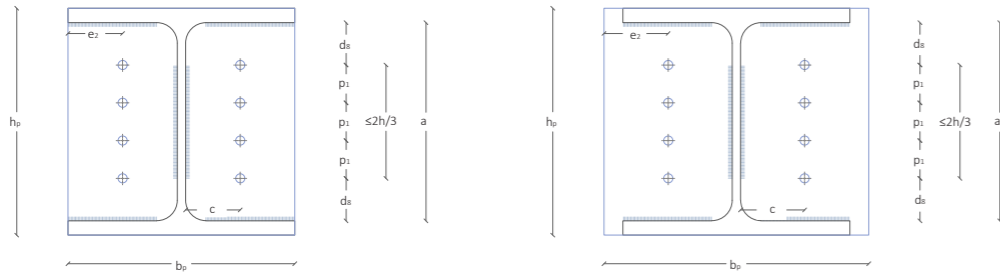
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		8 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 140	8 M10 4.6	140.00	140.00	17.00	25.00	49.50	20.50	65368	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
HEB 160	8 M10 4.6	160.00	160.00	17.00	25.00	59.00	29.50	87823	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
HEB 180	8 M10 5.6	180.00	180.00	17.00	25.00	68.75	38.50	101296	124800	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 4.6	180.00	180.00	20.00	29.00	65.75	32.50	101296	144640	194277	388554	466265	582831	777108	
HEB 200	8 M10 5.6	200.00	200.00	17.00	25.00	78.50	47.50	124250	124800	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 4.6	200.00	200.00	20.00	29.00	75.50	41.50	124250	144640	194277	388554	466265	582831	777108	
HEB 220	8 M10 6.8	220.00	220.00	17.00	25.00	88.25	56.50	139220	149760	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 4.6	220.00	220.00	20.00	29.00	85.25	50.50	139220	144640	194277	388554	466265	582831	777108	
HEB 240	8 M10 8.8	240.00	240.00	17.00	25.00	98.00	65.50	165667	199680	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 5.6	240.00	240.00	20.00	29.00	95.00	59.50	165667	180800	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	240.00	240.00	27.00	40.00	88.00	43.00	165667	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	
HEB 260	8 M10 8.8	260.00	260.00	17.00	25.00	108.00	75.00	185626	199680	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 6.8	260.00	260.00	20.00	29.00	105.00	69.00	185626	216960	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	260.00	260.00	27.00	40.00	98.00	52.50	185626	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	
HEB 280	8 M10 10.9	280.00	280.00	17.00	25.00	117.75	84.50	203091	249600	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 6.8	280.00	280.00	20.00	29.00	114.75	78.50	203091	216960	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	280.00	280.00	27.00	40.00	107.75	62.00	203091	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	

TABLA 6.1.6.12. ACERO S275. PERFIL HEB. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. HEB 300 - HEB 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		8 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 300	8 M10 10.9	300.00	300.00	17.00	25.00	127.50	93.50	236524	249600	166485	332970	399564	499455	665939	
	8 M12 8.8	300.00	300.00	20.00	29.00	124.50	87.50	236524	289280	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	300.00	300.00	27.00	40.00	117.50	71.00	236524	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	
HEB 320	8 M12 8.8	320.00	300.00	20.00	29.00	124.25	96.00	256484	289280	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 4.6	320.00	300.00	27.00	40.00	117.25	79.50	256484	257280	257541	515081	618098	772622	1030163	
HEB 340	8 M12 8.8	340.00	300.00	20.00	29.00	124.00	105.00	280436	289280	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 5.6	340.00	300.00	27.00	40.00	117.00	88.50	280436	321600	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 4.6	340.00	300.00	33.00	49.00	111.00	75.00	280436	401920	323030	646061	775273	969091	1292121	
HEB 360	8 M12 10.9	360.00	300.00	20.00	29.00	123.75	114.00	304387	361600	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 5.6	360.00	300.00	27.00	40.00	116.75	97.50	304387	321600	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 4.6	360.00	300.00	33.00	49.00	110.75	84.00	304387	401920	323030	646061	775273	969091	1292121	
HEB 400	8 M 12 10.9	400.00	300.00	20.00	29.00	123.25	132.50	350295	361600	194277	388554	466265	582831	777108	
	8 M16 6.8	400.00	300.00	27.00	40.00	116.25	116.00	350295	385920	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 4.6	400.00	300.00	33.00	49.00	110.25	102.50	350295	401920	323030	646061	775273	969091	1292121	
HEB 450	8 M16 8.8	450.00	300.00	27.00	40.00	116.00	139.00	397699	514560	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 4.6	450.00	300.00	33.00	49.00	110.00	125.50	397699	401920	323030	646061	775273	969091	1292121	
HEB 500	8 M16 8.8	500.00	300.00	27.00	40.00	115.75	162.00	450094	514560	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 5.6	500.00	300.00	33.00	49.00	109.75	148.50	450094	502400	323030	646061	775273	969091	1292121	
	8 M24 4.6	500.00	300.00	39.00	58.00	103.75	135.00	450094	578560	388554	777108	932529	1165662	1554215	
HEB 550	8 M16 8.8	550.00	300.00	27.00	40.00	115.50	186.00	498996	514560	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 5.6	550.00	300.00	33.00	49.00	109.50	172.50	498996	502400	323030	646061	775273	969091	1292121	
	8 M24 4.6	550.00	300.00	39.00	58.00	103.50	159.00	498996	578560	388554	777108	932529	1165662	1554215	
HEB 600	8 M16 10.9	600.00	300.00	27.00	40.00	115.25	210.00	553885	643200	257541	515081	618098	772622	1030163	
	8 M20 6.8	600.00	300.00	33.00	49.00	109.25	196.50	553885	602880	323030	646061	775273	969091	1292121	
	8 M24 4.6	600.00	300.00	39.00	58.00	103.25	183.00	553885	578560	388554	777108	932529	1165662	1554215	

TABLA 6.1.6.13. ACERO S275. PERFIL HEB. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora

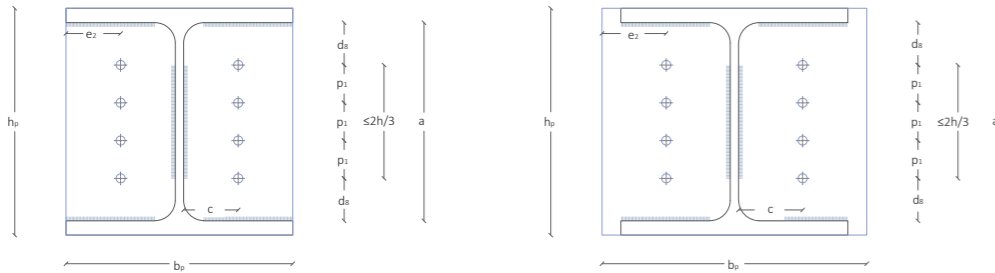
Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

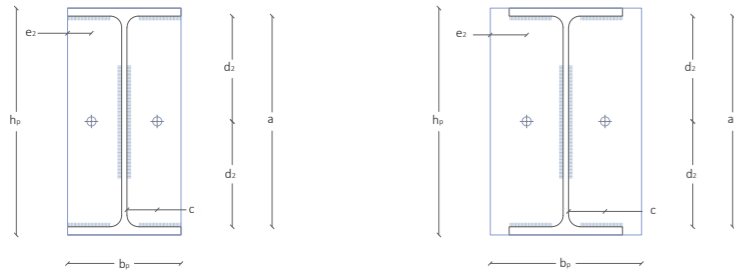
- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.



Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas												Resistencia		Comprobación a aplastamiento (p_1 máx)					
		8 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 máx	p_1 máx	p_1 máx	p_1 máx	p_1 máx	c	d_8 (mm)	d_8 (mm)	d_8 (mm)	d_8 (mm)	d_8 (mm)	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm	mm	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
HEB 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEB 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEB 140	8 M10 4.6	140.00	140.00	17.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	49.50	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	65368	99840	166485	332970	399564	499455	665939	
HEB 160	8 M10 4.6	160.00	160.00	17.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	59.00	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	87823	99840	226121	452242	542691	678364	904485	
HEB 180	8 M10 5.6	180.00	180.00	17.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	68.75	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	101296	124800	285758	571515	685818	857273	1143030	
	8 M12 4.6	180.00	180.00	20.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	65.75	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	101296	144640	244738	489477	587372	734215	978954	
HEB 200	8 M10 5.6	200.00	200.00	17.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	78.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	124250	124800	328000	656000	787200	984000	1312000	
	8 M12 4.6	200.00	200.00	20.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	75.50	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	124250	144640	305292	610585	732702	915877	1221169	
HEB 220	8 M10 6.8	220.00	220.00	17.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	88.25	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	139220	149760	328000	656000	787200	984000	1312000	
	8 M12 4.6	220.00	220.00	20.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	85.25	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	139220	144640	365846	731692	878031	1097538	1463385	
HEB 240	8 M10 8.8	240.00	240.00	17.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	98.00	23.50	23.50	23.50	23.50	23.50	165667	199680	328000	656000	787200	984000	1312000	
	8 M12 5.6	240.00	240.00	20.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	95.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	165667	180800	393600	787200	944640	1180800	1574400	
	8 M16 4.6	240.00	240.00	27.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	88.00	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50	165667	257280	325570	651141	781369	976711	1302281	
HEB 260	8 M10 8.8	260.00	260.00	17.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	108.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	185626	199680	328000	656000	787200	984000	1312000	
	8 M12 6.8	260.00	260.00	20.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	105.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	185626	216960	393600	787200	944640	1180800	1574400	
	8 M16 4.6	260.00	260.00	27.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	98.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	185626	257280	383881	767763	921316	1151644	1535526	
HEB 280	8 M10 10.9	280.00	280.00	17.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	117.75	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	203091	249600	328000	656000	787200	984000	1312000	
	8 M12 6.8	280.00	280.00	20.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	114.75	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	203091	216960	393600	787200	944640	1180800	1574400	
	8 M16 4.6	280.00	280.00	27.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	107.75	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	203091	257280	451911	903822	1084587	1355733	1807644	

**TABLA 6.1.7.1. ACERO S355. PERFIL IPE. 2 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

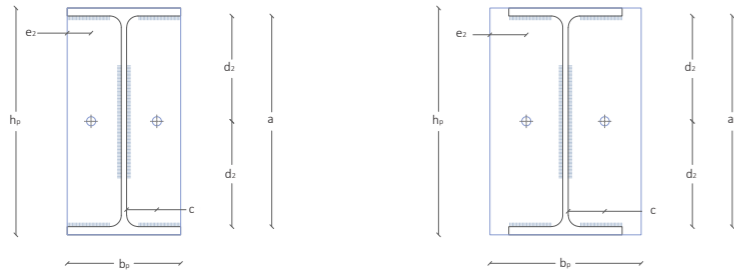
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 2 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento				
		hp	bp	e2	c	d2	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 80	2 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	20.10	34.80	22996	24960	80000	160000	192000	240000	320000
IPE 100	2 M10 6.8	100.00	79.00	17.00	20.45	44.30	32852	37440	94000	188000	225600	282000	376000
	2 M12 4.6	100.00	93.00	20.00	24.45	44.30	32852	36160	96000	192000	230400	288000	384000
IPE 120	2 M10 8.8	120.00	79.00	17.00	20.30	53.70	40582	49920	94000	188000	225600	282000	376000
	2 M12 5.6	120.00	93.00	20.00	24.30	53.70	40582	45200	112800	225600	270720	338400	451200
	2 M16 4.6	120.00	123.00	27.00	32.30	53.70	40582	64320	128000	256000	307200	384000	512000
IPE 140	2 M10 8.8	140.00	79.00	17.00	20.15	63.10	48956	49920	94000	188000	225600	282000	376000
	2 M12 6.8	140.00	93.00	20.00	24.15	63.10	48956	54240	112800	225600	270720	338400	451200
	2 M16 4.6	140.00	123.00	27.00	32.15	63.10	48956	64320	128000	256000	307200	384000	512000
IPE 160	2 M12 8.8	160.00	93.00	20.00	24.00	72.60	62483	72320	112800	225600	270720	338400	451200
	2 M16 4.6	160.00	123.00	27.00	32.00	72.60	62483	64320	128000	256000	307200	384000	512000
IPE 180	2 M12 8.8	180.00	94.00	20.00	24.35	82.00	72146	72320	112800	225600	270720	338400	451200
	2 M16 5.6	180.00	124.00	27.00	32.35	82.00	72146	80400	150400	300800	360960	451200	601600
	2 M20 4.6	180.00	152.00	33.00	40.35	82.00	72146	100480	160000	320000	384000	480000	640000
IPE 200	2 M12 10.9	200.00	100.00	20.00	27.20	91.50	90182	90400	112800	225600	270720	338400	451200
	2 M16 6.8	200.00	124.00	27.00	32.20	91.50	90182	96480	150400	300800	360960	451200	601600
	2 M20 4.6	200.00	152.00	33.00	40.20	91.50	90182	100480	160000	320000	384000	480000	640000
IPE 220	2 M16 8.8	220.00	124.00	27.00	32.05	100.80	102421	128640	150400	300800	360960	451200	601600
	2 M20 5.6	220.00	152.00	33.00	40.05	100.80	102421	125600	188000	376000	451200	564000	752000
	2 M24 4.6	220.00	180.00	39.00	48.05	100.80	102421	144640	192000	384000	460800	576000	768000
IPE 240	2 M16 8.8	240.00	125.00	27.00	32.40	110.20	123034	128640	150400	300800	360960	451200	601600
	2 M20 5.6	240.00	153.00	33.00	40.40	110.20	123034	125600	188000	376000	451200	564000	752000
	2 M24 4.6	240.00	181.00	39.00	48.40	110.20	123034	144640	192000	384000	460800	576000	768000
IPE 270	2 M16 10.9	270.00	135.00	27.00	37.20	124.80	142359	160800	150400	300800	360960	451200	601600
	2 M20 6.8	270.00	153.00	33.00	40.20	124.80	142359	150720	188000	376000	451200	564000	752000
	2 M24 4.6	270.00	181.00	39.00	48.20	124.80	142359	144640	192000	384000	460800	576000	768000

TABLA 6.1.7.2. ACERO S355. PERFIL IPE. 2 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

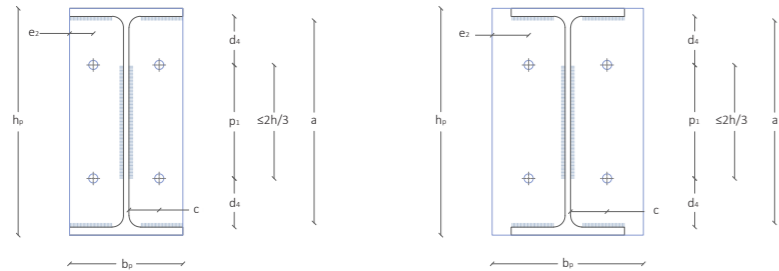
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dim. chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento					
		2 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	c	d_2	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5 \text{ mm}$	$t_p = 10 \text{ mm}$	$t_p = 12 \text{ mm}$	$t_p = 15 \text{ mm}$	$t_p = 20 \text{ mm}$
IPE 300	2 M20 8.8	300.00	154.00	33.00	40.45	139.30	165549	200960	188000	376000	451200	564000	752000	
	2 M24 5.6	300.00	182.00	39.00	48.45	139.30	165549	180800	225600	451200	541440	676800	902400	
IPE 330	2 M20 8.8	330.00	160.00	33.00	43.25	153.50	198401	200960	188000	376000	451200	564000	752000	
	2 M24 6.8	330.00	182.00	39.00	48.25	153.50	198401	216960	225600	451200	541440	676800	902400	
IPE 360	2 M20 10.9	360.00	170.00	33.00	48.00	167.30	226099	251200	188000	376000	451200	564000	752000	
	2 M24 8.8	360.00	182.00	39.00	48.00	167.30	226099	289280	225600	451200	541440	676800	902400	
IPE 400	2 M24 8.8	400.00	183.00	39.00	48.20	186.50	275055	289280	225600	451200	541440	676800	902400	
IPE 450	2 M24 10.9	450.00	190.00	39.00	51.30	210.40	327232	361600	225600	451200	541440	676800	902400	
IPE 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

TABLA 6.1.7.3. ACERO S355. PERFIL IPE. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

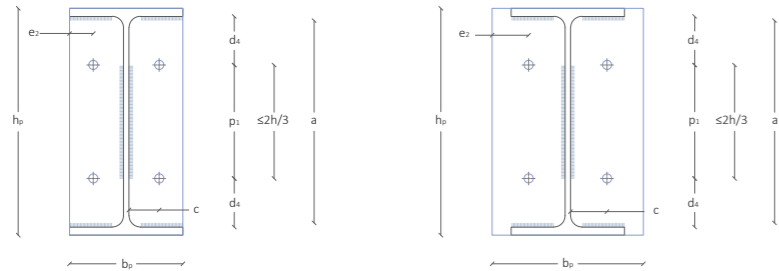
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		4 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 80	4 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	25.00	20.10	22.30	22996	49920	95424	190848	229018	286273	381697	
IPE 100	4 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	25.00	20.45	31.80	32852	49920	95424	190848	229018	286273	381697	
IPE 120	4 M10 4.6	120.00	79.00	17.00	25.00	20.30	41.20	40582	49920	95424	190848	229018	286273	381697	
IPE 140	4 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	25.00	20.15	50.60	48956	49920	95424	190848	229018	286273	381697	
IPE 160	4 M10 6.8	160.00	82.00	17.00	25.00	21.50	60.10	62483	74880	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 4.6	160.00	93.00	20.00	29.00	24.00	58.10	62483	72320	111354	222708	267249	334062	445415	
IPE 180	4 M10 6.8	180.00	91.00	17.00	25.00	25.85	69.50	72146	74880	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 4.6	180.00	94.00	20.00	29.00	24.35	67.50	72146	72320	111354	222708	267249	334062	445415	
IPE 200	4 M10 8.8	200.00	100.00	17.00	25.00	30.20	79.00	90182	99480	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 5.6	200.00	100.00	20.00	29.00	27.20	77.00	90182	90400	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 4.6	200.00	124.00	27.00	40.00	32.20	71.50	90182	128640	147615	295230	354276	442844	590459	
IPE 220	4 M10 10.9	220.00	110.00	17.00	25.00	35.05	88.30	102421	124800	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 6.8	220.00	110.00	20.00	29.00	32.05	86.30	102421	108480	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 4.6	220.00	124.00	27.00	40.00	32.05	80.80	102421	128640	147615	295230	354276	442844	590459	
IPE 240	4 M10 10.9	240.00	120.00	17.00	25.00	39.90	97.70	123034	124800	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 8.8	240.00	120.00	20.00	29.00	36.90	95.70	123034	144640	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 4.6	240.00	125.00	27.00	40.00	32.40	90.20	123034	128640	147615	295230	354276	442844	590459	
IPE 270	4 M12 8.8	270.00	135.00	20.00	29.00	44.20	110.30	142359	144640	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 5.6	270.00	135.00	27.00	40.00	37.20	104.80	142359	160800	147615	295230	354276	442844	590459	
	4 M20 4.6	270.00	153.00	33.00	49.00	40.20	100.30	142359	200960	185152	370303	444364	555455	740606	

TABLA 6.1.7.4. ACERO S355. PERFIL IPE. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

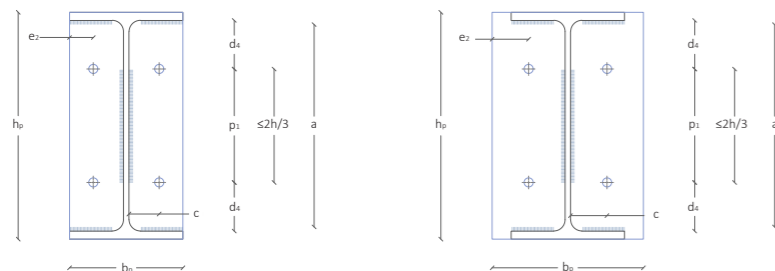
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 4 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)				
		hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 300	4 M12 10.9	300.00	150.00	20.00	29.00	51.45	124.80	165549	180800	111354	222708	267249	334062	445415
	4 M16 6.8	300.00	150.00	27.00	40.00	44.45	119.30	165549	192960	147615	295230	354276	442844	590459
	4 M20 4.6	300.00	154.00	33.00	49.00	40.45	114.80	165549	200960	185152	370303	444364	555455	740606
IPE 330	4 M16 8.8	330.00	160.00	27.00	40.00	49.25	133.50	198401	257260	147615	295230	354276	442844	590459
	4 M20 4.6	330.00	160.00	33.00	49.00	43.25	129.00	198401	200960	185152	370303	444364	555455	740606
IPE 360	4 M16 8.8	360.00	170.00	27.00	40.00	54.00	147.30	226099	257260	147615	295230	354276	442844	590459
	4 M20 5.6	360.00	170.00	33.00	49.00	48.00	142.80	226099	251200	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 4.6	360.00	182.00	39.00	58.00	48.00	138.30	226099	289280	222708	445415	534498	668123	890831
IPE 400	4 M16 10.9	400.00	180.00	27.00	40.00	58.70	166.50	275055	321600	147615	295230	354276	442844	590459
	4 M20 6.8	400.00	180.00	33.00	49.00	52.70	162.00	275055	301440	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 4.6	400.00	183.00	39.00	58.00	48.20	157.50	275055	289280	222708	445415	534498	668123	890831
IPE 450	4 M20 8.8	450.00	190.00	33.00	49.00	57.30	185.90	327232	401920	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 5.6	450.00	190.00	39.00	58.00	51.30	181.40	327232	361600	222708	445415	534498	668123	890831
IPE 500	4 M20 8.8	500.00	200.00	33.00	49.00	61.90	209.50	389071	401920	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 6.8	500.00	200.00	39.00	58.00	55.90	205.00	389071	433920	222708	445415	534498	668123	890831
IPE 550	4 M20 10.9	550.00	210.00	33.00	49.00	66.45	233.30	463150	502400	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 8.8	550.00	210.00	39.00	58.00	60.45	228.80	463150	578560	222708	445415	534498	668123	890831
IPE 600	4 M24 8.8	600.00	220.00	39.00	58.00	65.00	252.00	539804	578560	222708	445415	534498	668123	890831

TABLA 6.1.7.5. ACERO S355. PERFIL IPE. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

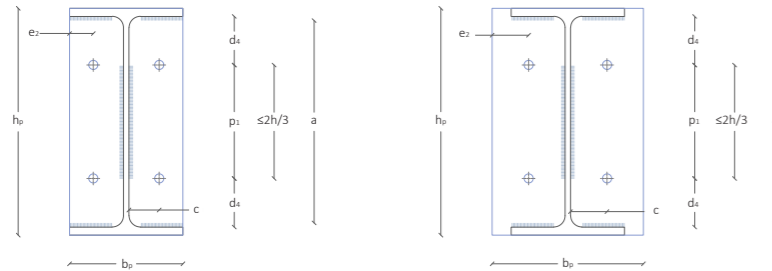
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- F_b, R_d : resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)						
		4 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 máx	p1 máx	p1 máx	p1 máx	p1 máx	c	d4 (mm)					$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm		mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm		tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm			tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm
IPE 80	4 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	20.10	20.30	20.30	20.30	20.30	20.30	22996	49920	118212	236424	283709	354636	472848	
IPE 100	4 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	20.45	20.30	20.30	20.30	20.30	20.30	32852	49920	160000	320000	384000	480000	640000	
IPE 120	4 M10 4.6	120.00	79.00	17.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	20.30	20.20	20.20	20.20	20.20	20.20	40582	49920	160000	320000	384000	480000	640000	
IPE 140	4 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	70.00	86.00	86.00	86.00	86.00	20.15	28.10	20.10	20.10	20.10	20.10	48956	49920	160000	320000	384000	480000	640000	
IPE 160	4 M10 6.8	160.00	82.00	17.00	70.00	105.00	105.00	105.00	105.00	21.50	37.60	20.10	20.10	20.10	20.10	62483	74880	188000	376000	451200	564000	752000	
	4 M12 4.6	160.00	93.00	20.00	70.00	97.00	97.00	97.00	97.00	24.00	37.60	24.10	24.10	24.10	24.10	62483	72320	192000	384000	460800	576000	768000	
IPE 180	4 M10 6.8	180.00	91.00	17.00	70.00	120.00	120.00	120.00	120.00	25.85	47.00	22.00	22.00	22.00	22.00	72146	74880	188000	376000	451200	564000	752000	
	4 M12 4.6	180.00	94.00	20.00	70.00	116.00	116.00	116.00	116.00	24.35	47.00	24.00	24.00	24.00	24.00	72146	72320	192000	384000	460800	576000	768000	
IPE 200	4 M10 8.8	200.00	100.00	17.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	30.20	56.50	25.00	25.00	25.00	25.00	90182	99480	188000	376000	451200	564000	752000	
	4 M12 5.6	200.00	100.00	20.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	27.20	56.50	25.00	25.00	25.00	25.00	90182	90400	225600	451200	541440	676800	902400	
	4 M16 4.6	200.00	124.00	27.00	70.00	119.00	119.00	119.00	119.00	32.20	56.50	32.00	32.00	32.00	32.00	90182	128640	256000	512000	614400	768000	1024000	
IPE 220	4 M10 10.9	220.00	110.00	17.00	70.00	140.00	146.00	146.00	146.00	35.05	65.80	30.80	27.80	27.80	27.80	102421	124800	188000	376000	451200	564000	752000	
	4 M12 6.8	220.00	110.00	20.00	70.00	140.00	146.00	146.00	146.00	32.05	65.80	30.80	27.80	27.80	27.80	102421	108480	225600	451200	541440	676800	902400	
	4 M16 4.6	220.00	124.00	27.00	70.00	137.00	137.00	137.00	137.00	32.05	65.80	32.30	32.30	32.30	32.30	102421	128640	256000	512000	614400	768000	1024000	
IPE 240	4 M10 10.9	240.00	120.00	17.00	70.00	140.00	160.00	160.00	160.00	39.90	75.20	40.20	30.20	30.20	30.20	123034	124800	188000	376000	451200	564000	752000	
	4 M12 8.8	240.00	120.00	20.00	70.00	140.00	160.00	160.00	160.00	36.90	75.20	40.20	30.20	30.20	30.20	123034	144640	225600	451200	541440	676800	902400	
	4 M16 4.6	240.00	125.00	27.00	70.00	140.00	156.00	156.00	156.00	32.40	75.20	40.20	32.20	32.20	32.20	123034	128640	256000	512000	614400	768000	1024000	
IPE 270	4 M12 8.8	270.00	135.00	20.00	70.00	140.00	168.00	180.00	180.00	44.20	89.80	54.80	40.80	34.80	34.80	142359	144640	225600	451200	541440	676800	902400	
	4 M16 5.6	270.00	135.00	27.00	70.00	140.00	168.00	180.00	180.00	37.20	89.80	54.80	40.80	34.80	34.80	142359	160800	300800	601600	721920	902400	1203200	
	4 M20 4.6	270.00	153.00	33.00	70.00	140.00	168.00	169.00	169.00	40.20	89.80	54.80	40.80	40.30	40.30	142359	200960	304788	640000	768000	960000	1280000	

TABLA 6.1.7.6. ACERO S355. PERFIL IPE. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

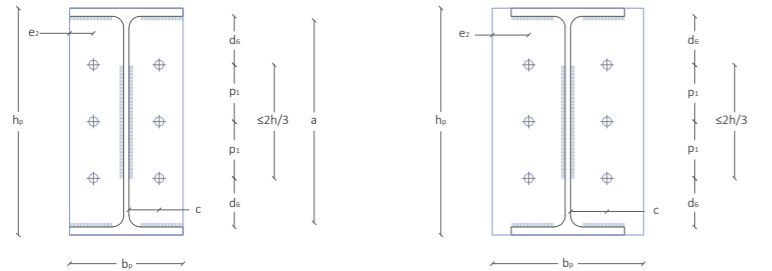
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)						
		4 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 máx (mm)					c	d4 (mm)					Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm		mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm		tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm			tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm
IPE 300	4 M12 10.9	300.00	150.00	20.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	51.45	104.30	69.30	55.30	39.30	39.30	165549	180800	225600	451200	541440	676800	902400	
	4 M16 6.8	300.00	150.00	27.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	44.45	104.30	69.30	55.30	39.30	39.30	165549	192960	300800	601600	721920	902400	1203200	
	4 M20 4.6	300.00	154.00	33.00	70.00	140.00	168.00	198.00	198.00	40.45	104.30	69.30	55.30	40.30	40.30	165549	200960	304788	640000	768000	960000	1280000	
IPE 330	4 M16 8.8	330.00	160.00	27.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	49.25	118.50	83.50	69.50	53.50	53.50	198401	257260	300800	601600	721920	902400	1203200	
	4 M20 4.6	330.00	160.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	43.25	118.50	83.50	69.50	53.50	53.50	198401	200960	304788	640000	768000	960000	1280000	
IPE 360	4 M16 8.8	360.00	170.00	27.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	54.00	132.30	97.30	83.30	67.30	67.30	226099	257260	300800	601600	721920	902400	1203200	
	4 M20 5.6	360.00	170.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	48.00	132.30	97.30	83.30	67.30	67.30	226099	251200	304788	752000	902400	1128000	1504000	
	4 M24 4.6	360.00	182.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	48.00	132.30	97.30	83.30	67.30	67.30	226099	289280	292123	768000	921600	1152000	1536000	
IPE 400	4 M16 10.9	400.00	180.00	27.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	58.70	151.50	116.50	102.50	86.50	86.50	275055	321600	300800	601600	721920	902400	1203200	
	4 M20 6.8	400.00	180.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	52.70	151.50	116.50	102.50	86.50	86.50	275055	301440	304788	752000	902400	1128000	1504000	
	4 M24 4.6	400.00	183.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	48.20	151.50	116.50	102.50	86.50	86.50	275055	289280	292123	768000	921600	1152000	1536000	
IPE 450	4 M20 8.8	450.00	190.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	57.30	175.40	140.40	126.40	110.40	110.40	327232	401920	304788	752000	902400	1128000	1504000	
	4 M24 5.6	450.00	190.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	51.30	175.40	140.40	126.40	110.40	110.40	327232	361600	292123	902400	1082880	1353600	1804800	
IPE 500	4 M20 8.8	500.00	200.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	61.90	199.00	164.00	150.00	134.00	134.00	389071	401920	304788	752000	902400	1128000	1504000	
	4 M24 6.8	500.00	200.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	55.90	199.00	164.00	150.00	134.00	134.00	389071	433920	292123	902400	1082880	1353600	1804800	
IPE 550	4 M20 10.9	550.00	210.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	66.45	222.80	187.80	173.80	157.80	157.80	463150	502400	304788	752000	902400	1128000	1504000	
	4 M24 8.8	550.00	210.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	60.45	222.80	187.80	173.80	157.80	157.80	463150	578560	292123	902400	1082880	1353600	1804800	
IPE 600	4 M24 8.8	600.00	220.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	65.00	246.00	211.00	197.00	181.00	181.00	539804	578560	292123	902400	1082880	1353600	1804800	

TABLA 6.1.7.7. ACERO S355. PERFIL IPE. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

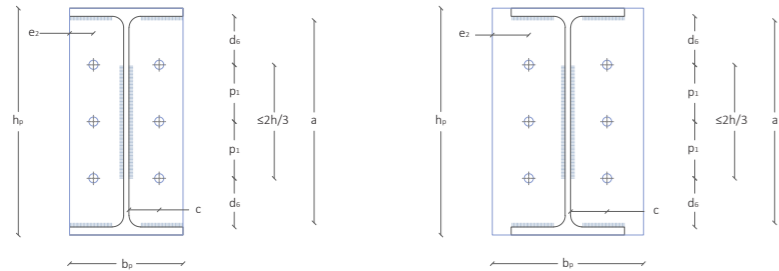
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		6 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_6	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 120	6 M10 4.6	120.00	79.00	17.00	25.00	20.30	28.70	40582	74880	143136	286273	343527	429409	572545	
IPE 140	6 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	25.00	20.15	38.10	48956	74880	143136	286273	343527	429409	572545	
IPE 160	6 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	25.00	21.50	47.60	62483	74880	143136	286273	343527	429409	572545	
IPE 180	6 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	25.00	25.85	57.00	72146	74880	143136	286273	343527	429409	572545	
IPE 200	6 M10 5.6	200.00	100.00	17.00	25.00	30.20	66.50	90182	93600	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 4.6	200.00	100.00	20.00	29.00	27.20	62.50	90182	108480	167031	334062	400874	501092	668123	
IPE 220	6 M10 6.8	220.00	110.00	17.00	25.00	35.05	75.80	102421	112320	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 4.6	220.00	110.00	20.00	29.00	32.05	71.80	102421	108480	167031	334062	400874	501092	668123	
IPE 240	6 M10 8.8	240.00	120.00	17.00	25.00	39.90	85.20	123034	149760	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 5.6	240.00	120.00	20.00	29.00	36.90	81.20	123034	135600	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 4.6	240.00	125.00	27.00	40.00	32.40	70.20	123034	192960	221422	442844	531413	664267	885689	
IPE 270	6 M10 8.8	270.00	135.00	17.00	25.00	47.20	99.80	142359	149760	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 6.8	270.00	135.00	20.00	29.00	44.20	95.80	142359	162720	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 4.6	270.00	135.00	27.00	40.00	37.20	84.80	142359	192960	221422	442844	531413	664267	885689	

TABLA 6.1.7.8. ACERO S355. PERFIL IPE. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

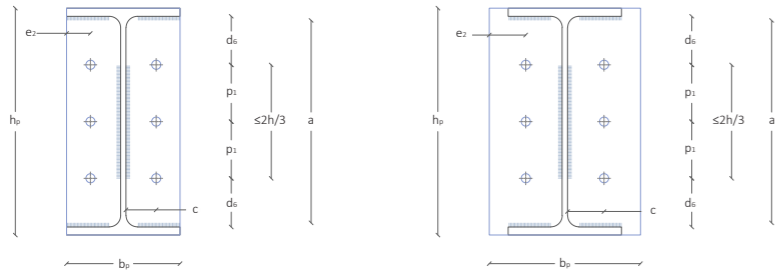
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- F_b, R_d : resistencia a aplastamiento.

- A** Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		6 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_6	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPE 300	6 M10 10.9	300.00	150.00	17.00	25.00	54.45	114.30	165549	187200	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 8.8	300.00	150.00	20.00	29.00	51.45	110.30	165549	216960	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 4.6	300.00	150.00	27.00	40.00	44.45	99.30	165549	192960	221422	442844	531413	664267	885689	
IPE 330	6 M12 8.8	330.00	160.00	20.00	29.00	56.25	124.50	198401	216960	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 5.6	330.00	160.00	27.00	40.00	49.25	113.50	198401	241200	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 4.6	330.00	160.00	33.00	49.00	43.25	104.50	198401	301440	277727	555455	666545	833182	1110909	
IPE 360	6 M12 10.9	360.00	170.00	20.00	29.00	61.00	138.30	226099	271200	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 5.6	360.00	170.00	27.00	40.00	54.00	127.30	226099	241200	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 4.6	360.00	170.00	33.00	49.00	48.00	118.30	226099	301440	277727	555455	666545	833182	1110909	
IPE 400	6 M16 6.8	400.00	180.00	27.00	40.00	58.70	146.50	275055	289440	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 4.6	400.00	180.00	33.00	49.00	52.70	137.50	275055	301440	277727	555455	666545	833182	1110909	
IPE 450	6 M16 8.8	450.00	190.00	27.00	40.00	63.30	170.40	327232	385920	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 5.6	450.00	190.00	33.00	49.00	57.30	161.40	327232	376800	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 4.6	450.00	190.00	39.00	58.00	51.30	152.40	327232	433920	334062	668123	801748	1002185	1336246	
IPE 500	6 M16 10.9	500.00	200.00	27.00	40.00	67.90	194.00	389071	482400	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 6.8	500.00	200.00	33.00	49.00	61.90	185.00	389071	452160	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 4.6	500.00	200.00	39.00	58.00	55.90	176.00	389071	433920	334062	668123	801748	1002185	1336246	
IPE 550	6 M16 10.9	550.00	210.00	27.00	40.00	72.45	217.80	463150	482400	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 8.8	550.00	210.00	33.00	49.00	66.45	208.80	463150	602880	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 5.6	550.00	210.00	39.00	58.00	60.45	199.80	463150	542400	334062	668123	801748	1002185	1336246	
IPE 600	6 M20 8.8	600.00	220.00	33.00	49.00	71.00	232.00	539804	602880	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 5.6	600.00	220.00	39.00	58.00	65.00	223.00	539804	542400	334062	668123	801748	1002184.6	1336246.2	

TABLA 6.1.7.9. ACERO S355. PERFIL IPE. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

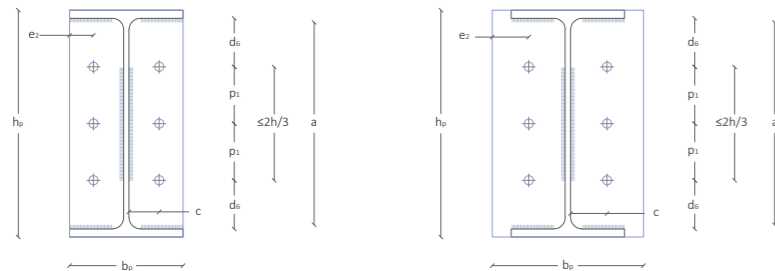
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 6 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)					
		hp mm	bp mm	e2 mm	p1 máx (mm) tp = 5 mm	p1 máx (mm) tp = 10 mm	p1 máx (mm) tp = 12 mm	p1 máx (mm) tp = 15 mm	p1 máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d6 (mm) tp = 5 mm	d6 (mm) tp = 10 mm	d6 (mm) tp = 12 mm	d6 (mm) tp = 15 mm	d6 (mm) tp = 20 mm	Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
																			tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	6 M10 4.6	120.00	79.00	17.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	20.30	20.70	20.70	20.70	20.70	20.70	40582	74880	211500	423000	507600	634500	846000
IPE 140	6 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	20.15	20.10	20.10	20.10	20.10	20.10	48956	74880	240000	480000	576000	720000	960000
IPE 160	6 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	21.50	20.60	20.60	20.60	20.60	20.60	62483	74880	240000	480000	576000	720000	960000
IPE 180	6 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	25.85	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	72146	74880	240000	480000	576000	720000	960000
IPE 200	6 M10 5.6	200.00	100.00	17.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	30.20	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	90182	93600	282000	564000	676800	846000	1128000
	6 M12 4.6	200.00	100.00	20.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	27.20	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	90182	108480	288000	576000	691200	864000	1152000
IPE 220	6 M10 6.8	220.00	110.00	17.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	35.05	30.80	27.80	27.80	27.80	27.80	102421	112320	282000	564000	676800	846000	1128000
	6 M12 4.6	220.00	110.00	20.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	32.05	30.80	27.80	27.80	27.80	27.80	102421	108480	288000	576000	691200	864000	1152000
IPE 240	6 M10 8.8	240.00	120.00	17.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	39.90	40.20	30.20	30.20	30.20	30.20	123034	149760	282000	564000	676800	846000	1128000
	6 M12 5.6	240.00	120.00	20.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	36.90	40.20	30.20	30.20	30.20	30.20	123034	135600	338400	676800	812160	1015200	1353600
IPE 270	6 M16 4.6	240.00	125.00	27.00	70.00	78.00	78.00	78.00	78.00	32.40	40.20	32.20	32.20	32.20	32.20	123034	192960	384000	768000	921600	1152000	1536000
	6 M10 8.8	270.00	135.00	17.00	70.00	90.00	90.00	90.00	90.00	47.20	54.80	34.80	34.80	34.80	34.80	142359	149760	282000	564000	676800	846000	1128000
	6 M12 6.8	270.00	135.00	20.00	70.00	90.00	90.00	90.00	90.00	44.20	54.80	34.80	34.80	34.80	34.80	142359	162720	338400	676800	812160	1015200	1353600
	6 M16 4.6	270.00	135.00	27.00	70.00	90.00	90.00	90.00	90.00	37.20	54.80	34.80	34.80	34.80	34.80	142359	192960	384000	768000	921600	1152000	1536000

TABLA 6.1.7.10. ACERO S355. PERFIL IPE. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = hb - 2 \times tf - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

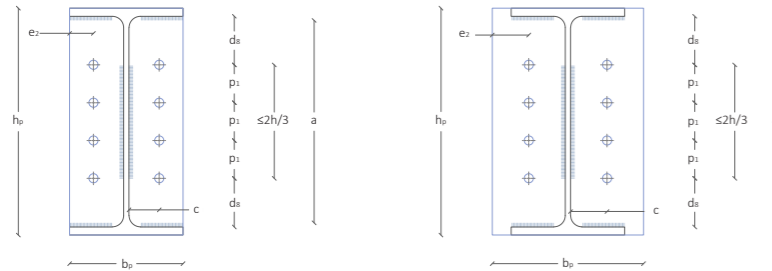
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)						
		6 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	c	d6 (mm)	d6 (mm)	d6 (mm)	d6 (mm)	d6 (mm)	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 300	6 M10 10.9	300.00	150.00	17.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	54.45	69.30	39.30	39.30	39.30	39.30	165549	187200	282000	564000	676800	846000	1128000	
	6 M12 8.8	300.00	150.00	20.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	51.45	69.30	39.30	39.30	39.30	39.30	165549	216960	338400	676800	812160	1015200	1353600	
	6 M16 4.6	300.00	150.00	27.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	44.45	69.30	39.30	39.30	39.30	39.30	165549	192960	384000	768000	921600	1152000	1536000	
IPE 330	6 M12 8.8	330.00	160.00	20.00	70.00	110.00	110.00	110.00	110.00	56.25	83.50	43.50	43.50	43.50	43.50	198401	216960	338400	676800	812160	1015200	1353600	
	6 M16 5.6	330.00	160.00	27.00	70.00	110.00	110.00	110.00	110.00	49.25	83.50	43.50	43.50	43.50	43.50	198401	241200	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	6 M20 4.6	330.00	160.00	33.00	70.00	110.00	110.00	110.00	110.00	43.25	83.50	43.50	43.50	43.50	43.50	198401	301440	457182	960000	1152000	1440000	1920000	
IPE 360	6 M12 10.9	360.00	170.00	20.00	70.00	120.00	120.00	120.00	120.00	61.00	97.30	47.30	47.30	47.30	47.30	226099	271200	338400	676800	812160	1015200	1353600	
	6 M16 5.6	360.00	170.00	27.00	70.00	120.00	120.00	120.00	120.00	54.00	97.30	47.30	47.30	47.30	47.30	226099	241200	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	6 M20 4.6	360.00	170.00	33.00	70.00	120.00	120.00	120.00	120.00	48.00	97.30	47.30	47.30	47.30	47.30	226099	301440	457182	960000	1152000	1440000	1920000	
IPE 400	6 M16 6.8	400.00	180.00	27.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	58.70	116.50	53.50	53.50	53.50	53.50	275055	289440	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	6 M20 4.6	400.00	180.00	33.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	52.70	116.50	53.50	53.50	53.50	53.50	275055	301440	457182	960000	1152000	1440000	1920000	
IPE 450	6 M16 8.8	450.00	190.00	27.00	70.00	140.00	150.00	150.00	150.00	63.30	140.40	70.40	60.40	60.40	60.40	327232	385920	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	6 M20 5.6	450.00	190.00	33.00	70.00	140.00	150.00	150.00	150.00	57.30	140.40	70.40	60.40	60.40	60.40	327232	376800	457182	1128000	1353600	1692000	2256000	
	6 M24 4.6	450.00	190.00	39.00	70.00	140.00	150.00	150.00	150.00	51.30	140.40	70.40	60.40	60.40	60.40	327232	433920	438185	1152000	1382400	1728000	2304000	
IPE 500	6 M16 10.9	500.00	200.00	27.00	70.00	140.00	166.00	166.00	166.00	67.90	164.00	94.00	68.00	68.00	68.00	389071	482400	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	6 M20 6.8	500.00	200.00	33.00	70.00	140.00	166.00	166.00	166.00	61.90	164.00	94.00	68.00	68.00	68.00	389071	452160	457182	1128000	1353600	1692000	2256000	
	6 M24 4.6	500.00	200.00	39.00	70.00	140.00	166.00	166.00	166.00	55.90	164.00	94.00	68.00	68.00	68.00	389071	433920	438185	1152000	1382400	1728000	2304000	
IPE 550	6 M16 10.9	550.00	210.00	27.00	70.00	140.00	168.00	183.00	183.00	72.45	187.80	117.80	89.80	74.80	74.80	463150	482400	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	6 M20 8.8	550.00	210.00	33.00	70.00	140.00	168.00	183.00	183.00	66.45	187.80	117.80	89.80	74.80	74.80	463150	602880	457182	1128000	1353600	1692000	2256000	
	6 M24 5.6	550.00	210.00	39.00	70.00	140.00	168.00	183.00	183.00	60.45	187.80	117.80	89.80	74.80	74.80	463150	542400	438185	1353600	1624320	2030400	2707200	
IPE 600	6 M20 8.8	600.00	220.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	71.00	211.00	141.00	113.00	81.00	81.00	539804	602880	457182	1128000	1353600	1692000	2256000	
	6 M24 5.6	600.00	220.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	65.00	211.00	141.00	113.00	81.00	81.00	539804	542400	438185	1353600	1624320	2030400	2707200	

TABLA 6.1.7.11. ACERO S355. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

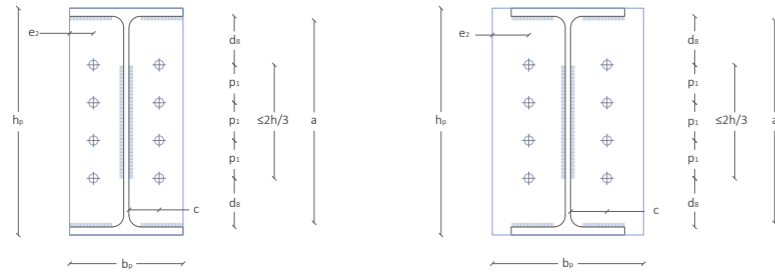
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		8 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_8	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 140	8 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	25.00	20.15	25.60	48956	99840	190848	381697	458036	572545	763394	
IPE 160	8 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	25.00	21.50	35.10	62483	99840	190848	381697	458036	572545	763394	
IPE 180	8 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	25.00	25.85	44.50	72146	99840	190848	381697	458036	572545	763394	
IPE 200	8 M10 4.6	200.00	100.00	17.00	25.00	30.20	54.00	90182	99840	190848	381697	458036	572545	763394	
IPE 220	8 M10 5.6	220.00	110.00	17.00	25.00	35.05	63.30	102421	124800	190848	381697	458036	572545	763394	
	8 M12 4.6	220.00	110.00	20.00	29.00	32.05	57.30	102421	144640	222708	445415	534498	668123	890831	
IPE 240	8 M10 5.6	240.00	120.00	17.00	25.00	39.90	72.70	123034	124800	190848	381697	458036	572545	763394	
	8 M12 4.6	240.00	120.00	20.00	29.00	36.90	66.70	123034	144640	222708	445415	534498	668123	890831	
IPE 270	8 M10 6.8	270.00	135.00	17.00	25.00	47.20	87.30	142359	149760	190848	381697	458036	572545	763394	
	8 M12 4.6	270.00	135.00	20.00	29.00	44.20	81.30	142359	144640	222708	445415	534498	668123	890831	

TABLA 6.1.7.12. ACERO S355. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

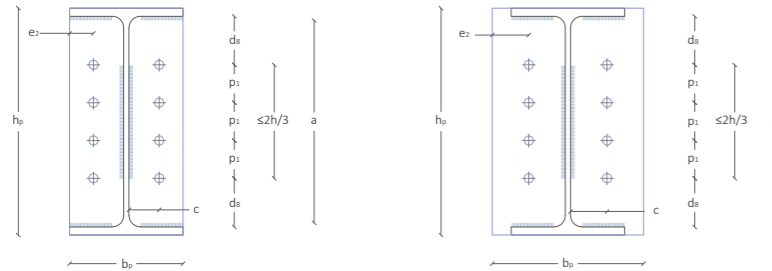
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)				
		hp	bp	e2	p1 mín	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 300	8 M10 8.8	300.00	150.00	17.00	25.00	54.45	101.80	165549	199680	190848	381697	458036	572545	763394
	8 M12 5.6	300.00	150.00	20.00	29.00	51.45	95.80	165549	180800	222708	445415	534498	668123	890831
	8 M16 4.6	300.00	150.00	27.00	40.00	44.45	79.30	165549	257280	295230	590459	708551	885689	1180919
IPE 330	8 M10 8.8	330.00	160.00	17.00	25.00	59.25	116.00	198401	199680	190848	381697	458036	572545	763394
	8 M12 6.8	330.00	160.00	20.00	29.00	56.25	110.00	198401	216960	222708	445415	534498	668123	890831
	8 M16 4.6	330.00	160.00	27.00	40.00	49.25	93.50	198401	257280	295230	590459	708551	885689	1180919
IPE 360	8 M10 10.9	360.00	170.00	17.00	25.00	64.00	129.80	226099	249600	190848	381697	458036	572545	763394
	8 M12 8.8	360.00	170.00	20.00	29.00	61.00	123.80	226099	289280	222708	445415	534498	668123	890831
	8 M16 4.6	360.00	170.00	27.00	40.00	54.00	107.30	226099	257280	295230	590459	708551	885689	1180919
IPE 400	8 M12 8.8	400.00	180.00	20.00	29.00	65.70	143.00	275055	289280	222708	445415	534498	668123	890831
	8 M16 5.6	400.00	180.00	27.00	40.00	58.70	126.50	275055	321600	295230	590459	708551	885689	1180919
	8 M20 4.6	400.00	180.00	33.00	49.00	52.70	113.00	275055	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212
IPE 450	8 M12 10.9	450.00	190.00	20.00	29.00	70.30	166.90	327232	361600	222708	445415	534498	668123	890831
	8 M16 6.8	450.00	190.00	27.00	40.00	63.30	150.40	327232	385920	295230	590459	708551	885689	1180919
	8 M20 4.6	450.00	190.00	33.00	49.00	57.30	136.90	327232	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212
IPE 500	8 M16 8.8	500.00	200.00	27.00	40.00	67.90	174.00	389071	514560	295230	590459	708551	885689	1180919
	8 M20 4.6	500.00	200.00	33.00	49.00	61.90	160.50	389071	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212
IPE 550	8 M16 8.8	550.00	210.00	27.00	40.00	72.45	197.80	463150	514560	295230	590459	708551	885689	1180919
	8 M20 5.6	550.00	210.00	33.00	49.00	66.45	184.30	463150	502400	370303	740606	888727	1110909	1481212
	8 M24 4.6	550.00	210.00	39.00	58.00	60.45	170.80	463150	578560	445415	890831	1068997	1336246	1781662
IPE 600	8 M16 10.9	600.00	220.00	27.00	40.00	77.00	221.00	539804	643200	295230	590459	708551	885689	1180919
	8 M20 6.8	600.00	220.00	33.00	49.00	71.00	207.50	539804	602880	370303	740606	888727	1110909	1481212
	8 M24 4.6	600.00	220.00	39.00	58.00	65.00	194.00	539804	578560	445415	890831	1068997	1336246	1781662

TABLA 6.1.7.13. ACERO S355. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

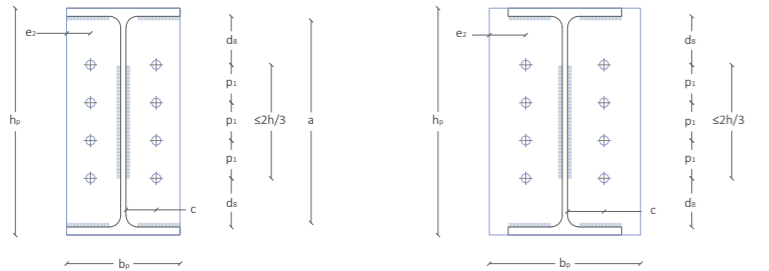
- $F_{v,Ed}$: 33% Vpl, Rd
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)						
		hp mm	bp mm	e2 mm	p1 máx (mm) tp = 5 mm	p1 máx (mm) tp = 10 mm	p1 máx (mm) tp = 12 mm	p1 máx (mm) tp = 15 mm	p1 máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d8 (mm) tp = 5 mm	d8 (mm) tp = 10 mm	d8 (mm) tp = 12 mm	d8 (mm) tp = 15 mm	d8 (mm) tp = 20 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					
																			tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 140	8 M10 4.6	140.00	79.00	17.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	20.15	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	48956	99840	225030	450061	540073	675091	900121	
IPE 160	8 M10 4.6	160.00	82.00	17.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	21.50	20.10	20.10	20.10	20.10	20.10	62483	99840	304788	609576	731491	914364	1219152	
IPE 180	8 M10 4.6	180.00	91.00	17.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	25.85	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	72146	99840	320000	640000	768000	960000	1280000	
IPE 200	8 M10 4.6	200.00	100.00	17.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	30.20	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	90182	99840	320000	640000	768000	960000	1280000	
IPE 220	8 M10 5.6	220.00	110.00	17.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	35.05	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	102421	124800	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 4.6	220.00	110.00	20.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	32.05	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	102421	144640	384000	768000	921600	1152000	1536000	
IPE 240	8 M10 5.6	240.00	120.00	17.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	39.90	30.70	30.70	30.70	30.70	30.70	123034	124800	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 4.6	240.00	120.00	20.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	36.90	30.70	30.70	30.70	30.70	30.70	123034	144640	384000	768000	921600	1152000	1536000	
IPE 270	8 M10 6.8	270.00	135.00	17.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	47.20	34.80	34.80	34.80	34.80	34.80	142359	149760	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 4.6	270.00	135.00	20.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	44.20	34.80	34.80	34.80	34.80	34.80	142359	144640	384000	768000	921600	1152000	1536000	

TABLA 6.1.7.14. ACERO S355. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp : espesor de la chapa con dimensiones $hp \times bp$.
- $e2$: distancia a borde lateral.
- $p1$: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl} , R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

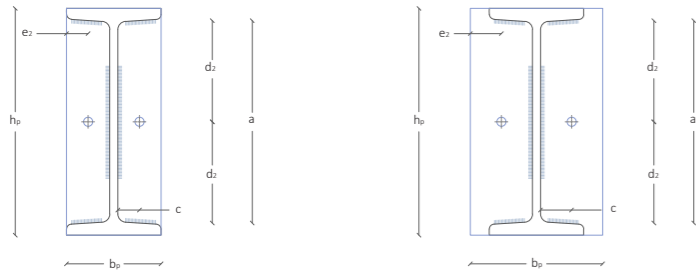
UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl} , R_d

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento ($p1$ máx)					
		h_p mm	b_p mm	e_2 mm	$p1$ máx (mm) tp = 5 mm	$p1$ máx (mm) tp = 10 mm	$p1$ máx (mm) tp = 12 mm	$p1$ máx (mm) tp = 15 mm	$p1$ máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d_8 (mm) tp = 5 mm	d_8 (mm) tp = 10 mm	d_8 (mm) tp = 12 mm	d_8 (mm) tp = 15 mm	d_8 (mm) tp = 20 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
																			tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm
IPE 300	8 M10 8.8	300.00	150.00	17.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	54.45	40.30	40.30	40.30	40.30	40.30	165549	199680	376000	752000	902400	1128000	1504000
	8 M12 5.6	300.00	150.00	20.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	51.45	40.30	40.30	40.30	40.30	40.30	165549	180800	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	8 M16 4.6	300.00	150.00	27.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	44.45	40.30	40.30	40.30	40.30	40.30	165549	257280	512000	1024000	1228800	1536000	2048000
IPE 330	8 M10 8.8	330.00	160.00	17.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	59.25	48.50	44.00	44.00	44.00	44.00	198401	199680	376000	752000	902400	1128000	1504000
	8 M12 6.8	330.00	160.00	20.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	56.25	48.50	44.00	44.00	44.00	44.00	198401	216960	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	8 M16 4.6	330.00	160.00	27.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	49.25	48.50	44.00	44.00	44.00	44.00	198401	257280	512000	1024000	1228800	1536000	2048000
IPE 360	8 M10 10.9	360.00	170.00	17.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	64.00	62.30	47.30	47.30	47.30	47.30	226099	249600	376000	752000	902400	1128000	1504000
	8 M12 8.8	360.00	170.00	20.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	61.00	62.30	47.30	47.30	47.30	47.30	226099	289280	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	8 M16 4.6	360.00	170.00	27.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	54.00	62.30	47.30	47.30	47.30	47.30	226099	257280	512000	1024000	1228800	1536000	2048000
IPE 400	8 M12 8.8	400.00	180.00	20.00	70.00	88.00	88.00	88.00	88.00	65.70	81.50	54.50	54.50	54.50	54.50	275055	289280	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	8 M16 5.6	400.00	180.00	27.00	70.00	88.00	88.00	88.00	88.00	58.70	81.50	54.50	54.50	54.50	54.50	275055	321600	601600	1203200	1443840	1804800	2406400
	8 M20 4.6	400.00	180.00	33.00	70.00	88.00	88.00	88.00	88.00	52.70	81.50	54.50	54.50	54.50	54.50	275055	401920	609576	1280000	1536000	1920000	2560000
IPE 450	8 M12 10.9	450.00	190.00	20.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	70.30	105.40	60.40	60.40	60.40	60.40	327232	361600	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	8 M16 6.8	450.00	190.00	27.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	63.30	105.40	60.40	60.40	60.40	60.40	327232	385920	601600	1203200	1443840	1804800	2406400
	8 M20 4.6	450.00	190.00	33.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	57.30	105.40	60.40	60.40	60.40	60.40	327232	401920	609576	1280000	1536000	1920000	2560000
IPE 500	8 M16 8.8	500.00	200.00	27.00	70.00	111.00	111.00	111.00	111.00	67.90	129.00	67.50	67.50	67.50	67.50	389071	514560	601600	1203200	1443840	1804800	2406400
	8 M20 4.6	500.00	200.00	33.00	70.00	111.00	111.00	111.00	111.00	61.90	129.00	67.50	67.50	67.50	67.50	389071	401920	609576	1280000	1536000	1920000	2560000
	8 M24 4.6	500.00	200.00	39.00	70.00	111.00	111.00	111.00	111.00	60.45	129.00	67.50	67.50	67.50	67.50	389071	578560	609576	1504000	1804800	2256000	3008000
IPE 550	8 M16 8.8	550.00	210.00	27.00	70.00	122.00	122.00	122.00	122.00	72.45	152.80	74.80	74.80	74.80	74.80	463150	514560	601600	1203200	1443840	1804800	2406400
	8 M20 5.6	550.00	210.00	33.00	70.00	122.00	122.00	122.00	122.00	66.45	152.80	74.80	74.80	74.80	74.80	463150	502400	609576	1504000	1804800	2256000	3008000
	8 M24 4.6	550.00	210.00	39.00	70.00	122.00	122.00	122.00	122.00	60.45	152.80	74.80	74.80	74.80	74.80	463150	578560	584246	1536000	1843200	2304000	3072000
IPE 600	8 M16 10.9	600.00	220.00	27.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	77.00	176.00	81.50	81.50	81.50	81.50	539804	643200	601600	1203200	1443840	1804800	2406400
	8 M20 6.8	600.00	220.00	33.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	71.00	176.00	81.50	81.50	81.50	81.50	539804	602880	609576	1504000	1804800	2256000	3008000
	8 M24 4.6	600.00	220.00	39.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	65.00	176.00	81.50	81.50	81.50	81.50	539804	578560	584246	1536000	1843200	2304000	3072000

TABLA 6.1.8.1. ACERO S355. PERFIL IPN. 2 TORNILLOS.
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

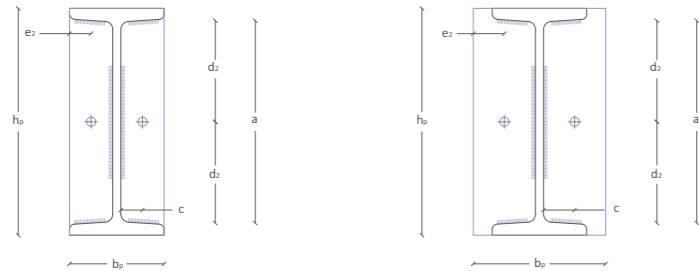
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 2 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento				
		hp mm	bp mm	e2 mm	c mm	d2 mm	Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
									tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	2 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	20.05	34.10	21257	24960	80000	160000	192000	240000	320000
IPN 100	2 M10 5.6	100.00	79.00	17.00	20.25	43.20	30404	31200	94000	188000	225600	282000	376000
	2 M12 4.6	100.00	93.00	20.00	24.25	43.20	30404	36160	96000	192000	230400	288000	384000
IPN 120	2 M10 8.8	120.00	80.00	17.00	20.45	52.30	41548	49920	94000	188000	225600	282000	376000
	2 M12 5.6	120.00	94.00	20.00	24.45	52.30	41548	45200	112800	225600	270720	338400	451200
	2 M16 4.6	120.00	124.00	27.00	32.45	52.30	41548	64320	128000	256000	307200	384000	512000
IPN 140	2 M10 10.9	140.00	80.00	17.00	20.15	61.40	53594	62400	94000	188000	225600	282000	376000
	2 M12 6.8	140.00	94.00	20.00	24.15	61.40	53594	54240	112800	225600	270720	338400	451200
	2 M16 4.6	140.00	124.00	27.00	32.15	61.40	53594	64320	128000	256000	307200	384000	512000
IPN 160	2 M12 8.8	160.00	95.00	20.00	24.35	70.50	67637	72320	112800	225600	270720	338400	451200
	2 M16 5.6	160.00	125.00	27.00	32.35	70.50	67637	80400	150400	300800	360960	451200	601600
	2 M20 4.6	160.00	153.00	33.00	40.35	70.50	67637	100480	160000	320000	384000	480000	640000
IPN 180	2 M12 10.9	180.00	95.00	20.00	24.05	79.60	83741	90400	112800	225600	270720	338400	451200
	2 M16 6.8	180.00	125.00	27.00	32.05	79.60	83741	96480	150400	300800	360960	451200	601600
	2 M20 4.6	180.00	153.00	33.00	40.05	79.60	83741	100480	160000	320000	384000	480000	640000
IPN 200	2 M16 8.8	200.00	126.00	27.00	32.25	88.70	100489	128640	150400	300800	360960	451200	601600
	2 M20 5.6	200.00	154.00	33.00	40.25	88.70	100489	125600	188000	376000	451200	564000	752000
	2 M24 4.6	200.00	182.00	39.00	48.25	88.70	100489	144640	192000	384000	460800	576000	768000
IPN 220	2 M16 8.8	220.00	127.00	27.00	32.45	97.80	119813	128640	150400	300800	360960	451200	601600
	2 M20 5.6	220.00	155.00	33.00	40.45	97.80	119813	125600	188000	376000	451200	564000	752000
	2 M24 4.6	220.00	183.00	39.00	48.45	97.80	119813	144640	192000	384000	460800	576000	768000
IPN 240	2 M16 10.9	240.00	127.00	27.00	32.15	106.90	139782	160800	150400	300800	360960	451200	601600
	2 M20 6.8	240.00	155.00	33.00	40.15	106.90	139782	150720	188000	376000	451200	564000	752000
	2 M24 4.6	240.00	183.00	39.00	48.15	106.90	139782	144640	192000	384000	460800	576000	768000
IPN 260	2 M20 8.8	260.00	156.00	33.00	40.30	115.90	163616	200960	188000	376000	451200	564000	752000
	2 M24 5.6	260.00	184.00	39.00	48.30	115.90	163616	180800	225600	451200	541440	676800	902400
IPN 280	2 M20 8.8	280.00	157.00	33.00	40.45	124.80	189382	200960	188000	376000	451200	564000	752000
	2 M24 6.8	280.00	185.00	39.00	48.45	124.80	189382	216960	225600	451200	541440	676800	902400

**TABLA 6.1.8.2. ACERO S355. PERFIL IPN. 2 TORNILLOS.
PARTE II. IPN 300 - IPN 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

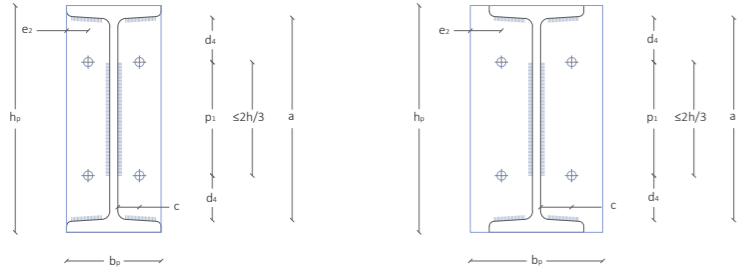
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dim. chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento				
		hp mm	bp mm	e2 mm	c mm	d2 mm	Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
									tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 300	2 M20 10.9	300.00	157.00	33.00	40.10	133.80	217081	251200	188000	376000	451200	564000	752000
	2 M24 8.8	300.00	185.00	39.00	48.10	133.80	217081	289280	225600	451200	541440	676800	902400
IPN 320	2 M20 10.9	320.00	158.00	33.00	40.25	142.70	246712	251200	188000	376000	451200	564000	752000
	2 M24 8.8	320.00	186.00	39.00	48.25	142.70	246712	289280	225600	451200	541440	676800	902400
IPN 340	2 M24 8.8	340.00	187.00	39.00	48.40	151.70	278920	289280	225600	451200	541440	676800	902400
IPN 360	2 M24 10.9	360.00	187.00	39.00	48.00	160.50	349778	361600	225600	451200	541440	676800	902400
IPN 380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLA 6.1.8.3. ACERO S355. PERFIL IPN. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = hb - 2 \times tf - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

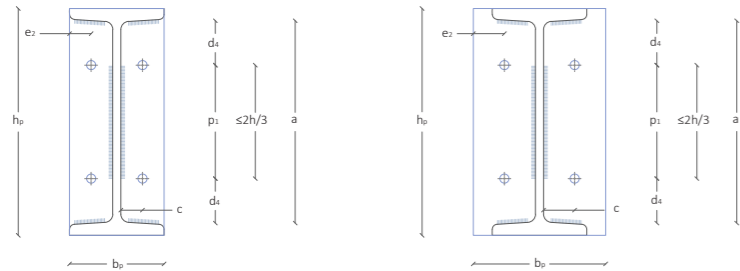
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		4 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	4 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	25.00	20.05	21.60	21257	49920	95424	190848	229018	286273	381697	
IPN 100	4 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	25.00	20.25	30.70	30404	49920	95424	190848	229018	286273	381697	
IPN 120	4 M10 4.6	120.00	80.00	17.00	25.00	20.45	39.80	41548	49920	95424	190848	229018	286273	381697	
IPN 140	4 M10 5.6	140.00	80.00	17.00	25.00	20.15	48.90	53594	62400	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 4.6	140.00	94.00	20.00	29.00	24.15	46.90	53594	72320	111354	222708	267249	334062	445415	
IPN 160	4 M10 6.8	160.00	81.00	17.00	25.00	20.35	58.00	67637	74880	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 4.6	160.00	95.00	20.00	29.00	24.35	56.00	67637	72320	111354	222708	267249	334062	445415	
IPN 180	4 M10 8.8	180.00	82.00	17.00	25.00	20.55	67.10	83741	99840	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 5.6	180.00	95.00	20.00	29.00	24.05	65.10	83741	90400	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 4.6	180.00	125.00	27.00	40.00	32.05	59.60	83741	128640	147615	295230	354276	442844	590459	
IPN 200	4 M10 10.9	200.00	90.00	17.00	25.00	24.25	76.20	100489	124800	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 6.8	200.00	96.00	20.00	29.00	24.25	74.20	100489	108480	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 4.6	200.00	126.00	27.00	40.00	32.25	68.70	100489	128640	147615	295230	354276	442844	590459	
IPN 220	4 M10 10.9	220.00	98.00	17.00	25.00	27.95	85.30	119813	124800	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 8.8	220.00	98.00	20.00	29.00	24.95	83.30	119813	144640	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 4.6	220.00	127.00	27.00	40.00	32.45	77.80	119813	128640	147615	295230	354276	442844	590459	
IPN 240	4 M12 8.8	240.00	106.00	20.00	29.00	28.65	92.40	139782	144640	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 5.6	240.00	127.00	27.00	40.00	32.15	86.90	139782	160800	147615	295230	354276	442844	590459	
	4 M20 4.6	240.00	155.00	33.00	49.00	40.15	82.40	139782	200960	185152	370303	444364	555455	740606	
IPN 260	4 M12 10.9	260.00	113.00	20.00	29.00	31.80	101.40	163616	180800	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 6.8	260.00	128.00	27.00	40.00	32.30	95.90	163616	192960	147615	295230	354276	442844	590459	
	4 M20 4.6	260.00	156.00	33.00	49.00	40.30	91.40	163616	200960	185152	370303	444364	555455	740606	
IPN 280	4 M16 6.8	280.00	129.00	27.00	40.00	32.45	104.80	189382	192960	147615	295230	354276	442844	590459	
	4 M20 4.6	280.00	157.00	33.00	49.00	40.45	100.30	189382	200960	185152	370303	444364	555455	740606	

TABLA 6.1.8.4. ACERO S355. PERFIL IPN. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPN 300 - IPN 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl, Rd

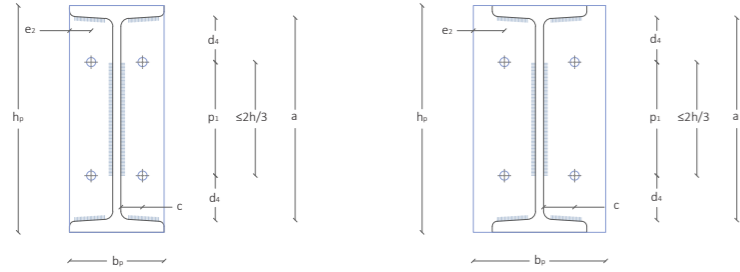
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 4 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)				
		hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 300	4 M16 8.8	300.00	129.00	27.00	40.00	32.10	113.80	217081	257280	147615	295230	354276	442844	590459
	4 M20 5.6	300.00	157.00	33.00	49.00	40.10	109.30	217081	251200	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 4.6	300.00	185.00	39.00	58.00	48.10	104.80	217081	289280	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 320	4 M16 8.8	320.00	131.00	27.00	40.00	32.75	122.70	246712	257280	147615	295230	354276	442844	590459
	4 M20 5.6	320.00	158.00	33.00	49.00	40.25	118.20	246712	251200	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 4.6	320.00	186.00	39.00	58.00	48.25	113.70	246712	289280	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 340	4 M16 10.9	340.00	137.00	27.00	40.00	35.40	131.70	278920	321600	147615	295230	354276	442844	590459
	4 M20 6.8	340.00	159.00	33.00	49.00	40.40	127.20	278920	301440	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 4.6	340.00	187.00	39.00	58.00	48.40	122.70	278920	289280	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 360	4 M20 8.8	360.00	159.00	33.00	49.00	40.00	136.00	349778	401920	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 5.6	360.00	187.00	39.00	58.00	48.00	131.50	349778	361600	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 380	4 M20 8.8	380.00	160.00	33.00	49.00	40.15	145.00	389716	401920	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 6.8	380.00	188.00	39.00	58.00	48.15	140.50	389716	433920	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 400	4 M20 8.8	400.00	161.00	33.00	49.00	40.30	153.90	389071	401920	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 6.8	400.00	189.00	39.00	58.00	48.30	149.40	389071	433920	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 450	4 M20 10.9	450.00	170.00	33.00	49.00	43.90	176.20	490848	502440	185152	370303	444364	555455	740606
	4 M24 8.8	450.00	191.00	39.00	58.00	48.40	171.70	490848	578560	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 500	4 M24 10.9	500.00	192.00	39.00	58.00	48.00	194.00	603576	723200	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 550	4 M24 10.9	550.00	200.00	39.00	58.00	51.50	216.00	702132	723200	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLA 6.1.8.5. ACERO S355. PERFIL IPN. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

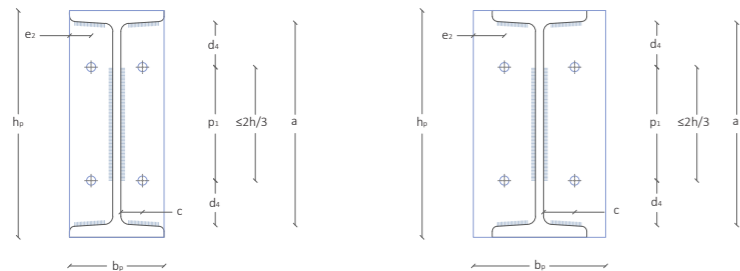
- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 4 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)					
		hp mm	bp mm	e2 mm	p1 máx (mm) tp = 5 mm	p1 máx (mm) tp = 10 mm	p1 máx (mm) tp = 12 mm	p1 máx (mm) tp = 15 mm	p1 máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d4 (mm) tp = 5 mm	d4 (mm) tp = 10 mm	d4 (mm) tp = 12 mm	d4 (mm) tp = 15 mm	d4 (mm) tp = 20 mm	Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
																		tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	4 M10 4.6	80.00	78.00	17.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	20.05	20.10	20.10	20.10	20.10	20.10	21257	49920	112515	225030	270036	337545	450061
IPN 100	4 M10 4.6	100.00	79.00	17.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	20.25	20.20	20.20	20.20	20.20	20.20	30404	49920	160000	320000	384000	480000	640000
IPN 120	4 M10 4.6	120.00	80.00	17.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	20.45	20.30	20.30	20.30	20.30	20.30	41548	49920	160000	320000	384000	480000	640000
IPN 140	4 M10 5.6	140.00	80.00	17.00	70.00	82.00	82.00	82.00	82.00	20.15	26.40	20.40	20.40	20.40	20.40	53594	62400	188000	376000	451200	564000	752000
	4 M12 4.6	140.00	94.00	20.00	70.00	74.00	74.00	74.00	74.00	24.15	26.40	24.40	24.40	24.40	24.40	53594	72320	192000	384000	460800	576000	768000
IPN 160	4 M10 6.8	160.00	81.00	17.00	70.00	101.00	101.00	101.00	101.00	20.35	35.50	20.00	20.00	20.00	20.00	67637	74880	188000	376000	451200	564000	752000
	4 M12 4.6	160.00	95.00	20.00	70.00	93.00	93.00	93.00	93.00	24.35	35.50	24.00	24.00	24.00	24.00	67637	72320	192000	384000	460800	576000	768000
IPN 180	4 M10 8.8	180.00	82.00	17.00	70.00	119.00	119.00	119.00	119.00	20.55	44.60	20.10	20.10	20.10	20.10	83741	99840	188000	376000	451200	564000	752000
	4 M12 5.6	180.00	95.00	20.00	70.00	111.00	111.00	111.00	111.00	24.05	44.60	24.10	24.10	24.10	24.10	83741	90400	225600	451200	541440	676800	902400
	4 M16 4.6	180.00	125.00	27.00	70.00	95.00	95.00	95.00	95.00	32.05	44.60	32.10	32.10	32.10	32.10	83741	128640	256000	512000	614400	768000	1024000
IPN 200	4 M10 10.9	200.00	90.00	17.00	70.00	137.00	137.00	137.00	137.00	24.25	53.70	20.20	20.20	20.20	20.20	100489	124800	188000	376000	451200	564000	752000
	4 M12 6.8	200.00	96.00	20.00	70.00	129.00	129.00	129.00	129.00	24.25	53.70	24.20	24.20	24.20	24.20	100489	108480	225600	451200	541440	676800	902400
	4 M16 4.6	200.00	126.00	27.00	70.00	113.00	113.00	113.00	113.00	32.25	53.70	32.20	32.20	32.20	32.20	100489	128640	256000	512000	614400	768000	1024000
IPN 220	4 M10 10.9	220.00	98.00	17.00	70.00	140.00	155.00	155.00	155.00	27.95	62.80	27.80	20.30	20.30	20.30	119813	124800	188000	376000	451200	564000	752000
	4 M12 8.8	220.00	98.00	20.00	70.00	140.00	147.00	147.00	147.00	24.95	62.80	27.80	24.30	24.30	24.30	119813	144640	225600	451200	541440	676800	902400
	4 M16 4.6	220.00	127.00	27.00	70.00	131.00	131.00	131.00	131.00	32.45	62.80	32.30	32.30	32.30	32.30	119813	128640	256000	512000	614400	768000	1024000
IPN 240	4 M12 8.8	240.00	106.00	20.00	70.00	140.00	165.00	165.00	165.00	28.65	71.90	36.90	24.40	24.40	24.40	139782	144640	225600	451200	541440	676800	902400
	4 M16 5.6	240.00	127.00	27.00	70.00	140.00	149.00	149.00	149.00	32.15	71.90	36.90	32.40	32.40	32.40	139782	160800	300800	601600	721920	902400	1203200
	4 M20 4.6	240.00	155.00	33.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	40.15	71.90	40.40	40.40	40.40	40.40	139782	200960	304788	640000	768000	960000	1280000
IPN 260	4 M12 10.9	260.00	113.00	20.00	70.00	140.00	168.00	183.00	183.00	31.80	80.90	45.90	31.90	24.40	24.40	163616	180800	225600	451200	541440	676800	902400
	4 M16 6.8	260.00	128.00	27.00	70.00	140.00	167.00	167.00	167.00	32.30	80.90	45.90	32.40	32.40	32.40	163616	192960	300800	601600	721920	902400	1203200
	4 M20 4.6	260.00	156.00	33.00	70.00	140.00	151.00	151.00	151.00	40.30	80.90	45.90	40.40	40.40	40.40	163616	200960	304788	640000	768000	960000	1280000
IPN 280	4 M16 6.8	280.00	129.00	27.00	70.00	140.00	168.00	185.00	185.00	32.45	89.80	54.80	40.80	32.30	32.30	189382	192960	300800	601600	721920	902400	1203200
	4 M20 4.6	280.00	157.00	33.00	70.00	140.00	168.00	169.00	169.00	40.45	89.80	54.80	40.80	40.30	40.30	189382	200960	304788	640000	768000	960000	1280000

**TABLA 6.1.8.6. ACERO S355. PERFIL IPN. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
 PARTE II. IPN 300 - IPN 600**

6.1.8. IPN ACERO S355

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

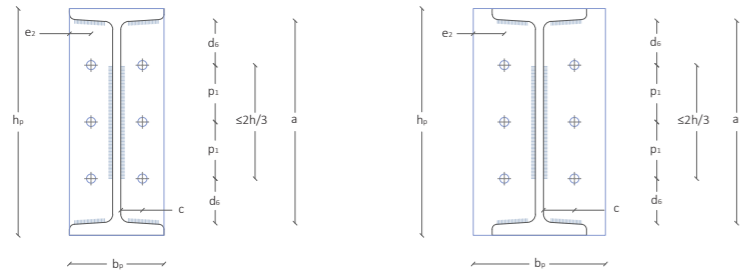
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 4 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 máx)					
		hp mm	bp mm	e2 mm	p1 máx (mm) tp = 5 mm	p1 máx (mm) tp = 10 mm	p1 máx (mm) tp = 12 mm	p1 máx (mm) tp = 15 mm	p1 máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d4 (mm) tp = 5 mm	d4 (mm) tp = 10 mm	d4 (mm) tp = 12 mm	d4 (mm) tp = 15 mm	d4 (mm) tp = 20 mm	Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
							tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm
IPN 300	4 M16 8.8	300.00	129.00	27.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	32.10	98.80	63.80	49.80	33.80	33.80	217081	257280	300800	601600	721920	902400	1203200
	4 M20 5.6	300.00	157.00	33.00	70.00	140.00	168.00	187.00	187.00	40.10	98.80	63.80	49.80	40.30	40.30	217081	251200	304788	752000	902400	1128000	1504000
	4 M24 4.6	300.00	185.00	39.00	70.00	140.00	168.00	171.00	171.00	48.10	98.80	63.80	49.80	48.30	48.30	217081	289280	292123	768000	921600	1152000	1536000
IPN 320	4 M16 8.8	320.00	131.00	27.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	32.75	107.70	72.70	58.70	42.70	42.70	246712	257280	300800	601600	721920	902400	1203200
	4 M20 5.6	320.00	158.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	40.25	107.70	72.70	58.70	42.70	42.70	246712	251200	304788	752000	902400	1128000	1504000
	4 M24 4.6	320.00	186.00	39.00	70.00	140.00	168.00	189.00	189.00	48.25	107.70	72.70	58.70	48.20	48.20	246712	289280	292123	768000	921600	1152000	1536000
IPN 340	4 M16 10.9	340.00	137.00	27.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	35.40	116.70	81.70	67.70	51.70	51.70	278920	321600	300800	601600	721920	902400	1203200
	4 M20 6.8	340.00	159.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	40.40	116.70	81.70	67.70	51.70	51.70	278920	301440	304788	752000	902400	1128000	1504000
	4 M24 4.6	340.00	187.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	48.40	116.70	81.70	67.70	51.70	51.70	278920	289280	292123	768000	921600	1152000	1536000
IPN 360	4 M20 8.8	360.00	159.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	40.00	125.50	90.50	76.50	60.50	60.50	349778	401920	304788	752000	902400	1128000	1504000
	4 M24 5.6	360.00	187.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	48.00	125.50	90.50	76.50	60.50	60.50	349778	361600	292123	902400	1082880	1353600	1804800
IPN 380	4 M20 8.8	380.00	160.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	40.15	134.50	99.50	85.50	69.50	69.50	389716	401920	304788	752000	902400	1128000	1504000
	4 M24 6.8	380.00	188.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	48.15	134.50	99.50	85.50	69.50	69.50	389716	433920	292123	902400	1082880	1353600	1804800
IPN 400	4 M20 8.8	400.00	161.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	40.30	143.40	108.40	94.40	78.40	78.40	389071	401920	304788	752000	902400	1128000	1504000
	4 M24 6.8	400.00	189.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	48.30	143.40	108.40	94.40	78.40	78.40	389071	433920	292123	902400	1082880	1353600	1804800
IPN 450	4 M20 10.9	450.00	170.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	43.90	165.70	130.70	116.70	100.70	100.70	490848	502440	304788	752000	902400	1128000	1504000
	4 M24 8.8	450.00	191.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	48.40	165.70	130.70	116.70	100.70	100.70	490848	578560	292123	902400	1082880	1353600	1804800
IPN 500	4 M24 10.9	500.00	192.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	48.00	188.00	153.00	139.00	123.00	123.00	603576	723200	292123	902400	1082880	1353600	1804800
IPN 550	4 M24 10.9	550.00	200.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	51.50	210.00	175.00	161.00	145.00	145.00	702132	723200	292123	902400	1082880	1353600	1804800
IPN 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLA 6.1.8.7. ACERO S355. PERFIL IPN. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

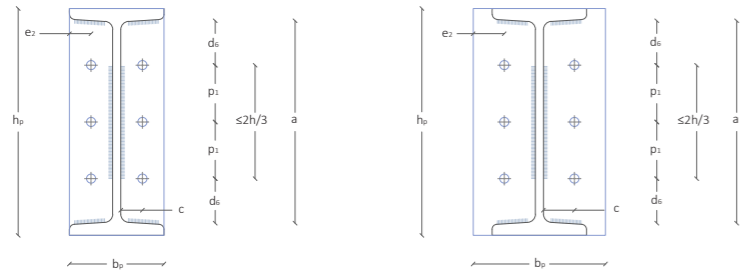
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		6 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d6	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPN 120	6 M10 4.6	120.00	80.00	17.00	25.00	20.45	27.30	41548	74880	143136	286273	343527	429409	572545	
IPN 140	6 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	25.00	20.15	36.40	53594	74880	143136	286273	343527	429409	572545	
IPN 160	6 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	25.00	20.35	45.50	67637	74880	143136	286273	343527	429409	572545	
IPN 180	6 M10 5.6	180.00	82.00	17.00	25.00	20.55	54.60	83741	93600	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 4.6	180.00	95.00	20.00	29.00	24.05	50.60	83741	108480	167031	334062	400874	501092	668123	
IPN 200	6 M10 6.8	200.00	90.00	17.00	25.00	24.25	63.70	100489	112320	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 4.6	200.00	96.00	20.00	29.00	24.25	59.70	100489	108480	167031	334062	400874	501092	668123	
IPN 220	6 M10 8.8	220.00	98.00	17.00	25.00	27.95	72.80	119813	149760	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 5.6	220.00	98.00	20.00	29.00	24.95	68.80	119813	135600	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 4.6	220.00	127.00	27.00	40.00	32.45	57.80	119813	192960	221422	442844	531413	664267	885689	
IPN 240	6 M10 8.8	240.00	106.00	17.00	25.00	31.65	81.90	139782	149760	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 6.8	240.00	106.00	20.00	29.00	28.65	77.90	139782	162720	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 4.6	240.00	127.00	27.00	40.00	32.15	66.90	139782	192960	221422	442844	531413	664267	885689	
IPN 260	6 M10 10.9	260.00	113.00	17.00	25.00	34.80	90.90	163616	187200	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 8.8	260.00	113.00	20.00	29.00	31.80	86.90	163616	216960	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 4.6	260.00	128.00	27.00	40.00	32.30	75.90	163616	192960	221422	442844	531413	664267	885689	
IPN 280	6 M12 8.8	280.00	119.00	20.00	29.00	34.45	95.80	189382	216960	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 4.6	280.00	129.00	27.00	40.00	32.45	84.80	189382	192960	221422	442844	531413	664267	885689	

TABLA 6.1.8.8. ACERO S355. PERFIL IPN. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPN 300 - IPN 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl, Rd

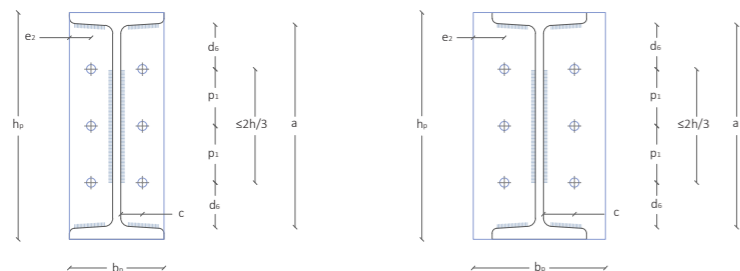
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		6 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d6	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 300	6 M12 10.9	300.00	125.00	20.00	29.00	37.10	104.80	217081	271200	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 5.6	300.00	129.00	27.00	40.00	32.10	93.80	217081	241200	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 4.6	300.00	157.00	33.00	49.00	40.10	84.80	217081	301440	277727	555455	666545	833182	1110909	
IPN 320	6 M12 10.9	320.00	131.00	20.00	29.00	39.75	113.70	246712	271200	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 6.8	320.00	131.00	27.00	40.00	32.75	102.70	246712	289440	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 4.6	320.00	158.00	33.00	49.00	40.25	93.70	246712	301440	277727	555455	666545	833182	1110909	
IPN 340	6 M16 6.8	340.00	137.00	27.00	40.00	35.40	111.70	278920	289440	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 4.6	340.00	159.00	33.00	49.00	40.40	102.70	278920	301440	277727	555455	666545	833182	1110909	
IPN 360	6 M16 8.8	360.00	143.00	27.00	40.00	38.00	120.50	349778	385920	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 5.6	360.00	159.00	33.00	49.00	40.00	111.50	349778	376800	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 4.6	360.00	187.00	39.00	58.00	48.00	102.50	349778	433920	334062	668123	801748	1002185	1336246	
IPN 380	6 M16 10.9	380.00	149.00	27.00	40.00	40.65	129.50	389716	482400	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 6.8	380.00	160.00	33.00	49.00	40.15	120.50	389716	452160	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 4.6	380.00	188.00	39.00	58.00	48.15	111.50	389716	433920	334062	668123	801748	1002185	1336246	
IPN 400	6 M16 10.9	400.00	155.00	27.00	40.00	43.30	138.40	389071	482400	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 6.8	400.00	161.00	33.00	49.00	40.30	129.40	389071	452160	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 4.6	400.00	189.00	39.00	58.00	48.30	120.40	389071	433920	334062	668123	801748	1002185	1336246	
IPN 450	6 M20 8.8	450.00	170.00	33.00	49.00	43.90	151.70	490848	602880	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 5.6	450.00	191.00	39.00	58.00	48.40	142.70	490848	542400	334062	668123	801748	1002185	1336246	
IPN 500	6 M20 10.9	500.00	185.00	33.00	49.00	50.50	174.00	603576	735600	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 6.8	500.00	192.00	39.00	58.00	48.00	165.00	603576	650880	334062	668123	801748	1002185	1336246	
IPN 550	6 M20 10.9	550.00	200.00	33.00	49.00	57.50	196.00	702132	735600	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 8.8	550.00	200.00	39.00	58.00	51.50	187.00	702132	867840	334062	668123	801748	1002185	1336246	
IPN 600	6 M24 10.9	600.00	215.00	39.00	58.00	57.70	209.60	876055	1084800	334062	668123	801748	1002185	1336246	

TABLA 6.1.8.9. ACERO S355. PERFIL IPN. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. (a = hb - 2 x tf - 2 x r)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. (c ≥ 2d)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. (dn ≥ 2d); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

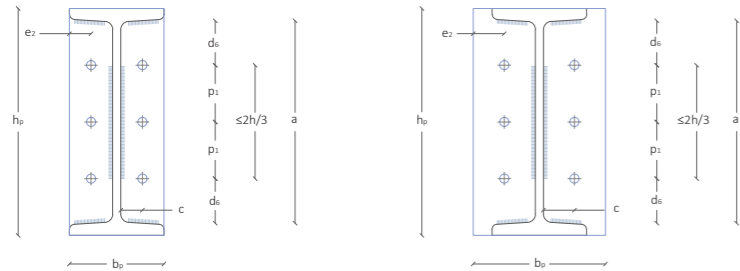
6.1.8. IPN ACERO S355
UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
 - Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.
- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 6 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)					
		hp	bp	e2	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	c	d6 (mm)	d6 (mm)	d6 (mm)	d6 (mm)	d6 (mm)	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 120	6 M10 4.6	120.00	80.00	17.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	20.45	20.30	20.30	20.30	20.30	20.30	41548	74880	202955	405909	487091	608864	811818
IPN 140	6 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	20.15	20.40	20.40	20.40	20.40	20.40	53594	74880	240000	480000	576000	720000	960000
IPN 160	6 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	20.35	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	67637	74880	240000	480000	576000	720000	960000
IPN 180	6 M10 5.6	180.00	82.00	17.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	20.55	20.60	20.60	20.60	20.60	20.60	83741	93600	282000	564000	676800	846000	1128000
	6 M12 4.6	180.00	95.00	20.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	24.05	24.60	24.60	24.60	24.60	24.60	83741	108480	288000	576000	691200	864000	1152000
IPN 200	6 M10 6.8	200.00	90.00	17.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	24.25	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	100489	112320	282000	564000	676800	846000	1128000
	6 M12 4.6	200.00	96.00	20.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	24.25	24.70	24.70	24.70	24.70	24.70	100489	108480	288000	576000	691200	864000	1152000
IPN 220	6 M10 8.8	220.00	98.00	17.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	27.95	27.80	24.80	24.80	24.80	24.80	119813	149760	282000	564000	676800	846000	1128000
	6 M12 5.6	220.00	98.00	20.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	24.95	27.80	24.80	24.80	24.80	24.80	119813	135600	338400	676800	812160	1015200	1353600
	6 M16 4.6	220.00	127.00	27.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	32.45	32.80	32.80	32.80	32.80	32.80	119813	192960	384000	768000	921600	1152000	1536000
IPN 240	6 M10 8.8	240.00	106.00	17.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	31.65	36.90	26.90	26.90	26.90	26.90	139782	149760	282000	564000	676800	846000	1128000
	6 M12 6.8	240.00	106.00	20.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	28.65	36.90	26.90	26.90	26.90	26.90	139782	162720	338400	676800	812160	1015200	1353600
	6 M16 4.6	240.00	127.00	27.00	70.00	74.00	74.00	74.00	74.00	32.15	36.90	32.90	32.90	32.90	32.90	139782	192960	384000	768000	921600	1152000	1536000
IPN 260	6 M10 10.9	260.00	113.00	17.00	70.00	86.00	86.00	86.00	86.00	34.80	45.90	29.90	29.90	29.90	29.90	163616	187200	282000	564000	676800	846000	1128000
	6 M12 8.8	260.00	113.00	20.00	70.00	86.00	86.00	86.00	86.00	31.80	45.90	29.90	29.90	29.90	29.90	163616	216960	338400	676800	812160	1015200	1353600
	6 M16 4.6	260.00	128.00	27.00	70.00	83.00	83.00	83.00	83.00	32.30	45.90	32.90	32.90	32.90	32.90	163616	192960	384000	768000	921600	1152000	1536000
IPN 280	6 M12 8.8	280.00	119.00	20.00	70.00	93.00	93.00	93.00	93.00	34.45	54.80	31.80	31.80	31.80	31.80	189382	216960	338400	676800	812160	1015200	1353600
	6 M16 4.6	280.00	129.00	27.00	70.00	92.00	92.00	92.00	92.00	32.45	54.80	32.80	32.80	32.80	32.80	189382	192960	384000	768000	921600	1152000	1536000

TABLA 6.1.8.10. ACERO S355. PERFIL IPN. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE II. IPN 300 - IPN 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

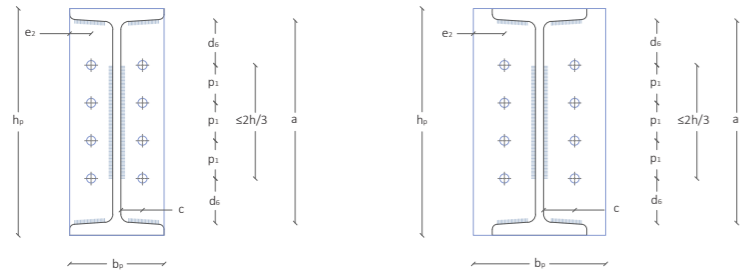
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- F_b, R_d : resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 6 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 máx)					
		hp mm	bp mm	e2 mm	p1 máx (mm) tp = 5 mm	p1 máx (mm) tp = 10 mm	p1 máx (mm) tp = 12 mm	p1 máx (mm) tp = 15 mm	p1 máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d6 (mm) tp = 5 mm	d6 (mm) tp = 10 mm	d6 (mm) tp = 12 mm	d6 (mm) tp = 15 mm	d6 (mm) tp = 20 mm	$F_{v,Ed}$ N	$F_{v,Rd}$ N	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
																			tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm
IPN 300	6 M12 10.9	300.00	125.00	20.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	37.10	63.80	33.80	33.80	33.80	33.80	217081	271200	338400	676800	812160	1015200	1353600
	6 M16 5.6	300.00	129.00	27.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	32.10	63.80	33.80	33.80	33.80	33.80	217081	241200	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	6 M20 4.6	300.00	157.00	33.00	70.00	93.00	93.00	93.00	93.00	40.10	63.80	40.80	40.80	40.80	40.80	217081	301440	457182	960000	1152000	1440000	1920000
IPN 320	6 M12 10.9	320.00	131.00	20.00	70.00	106.00	106.00	106.00	106.00	39.75	72.70	36.70	36.70	36.70	36.70	246712	271200	338400	676800	812160	1015200	1353600
	6 M16 6.8	320.00	131.00	27.00	70.00	106.00	106.00	106.00	106.00	32.75	72.70	36.70	36.70	36.70	36.70	246712	289440	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	6 M20 4.6	320.00	158.00	33.00	70.00	102.00	102.00	102.00	102.00	40.25	72.70	40.70	40.70	40.70	40.70	246712	301440	457182	960000	1152000	1440000	1920000
IPN 340	6 M16 6.8	340.00	137.00	27.00	70.00	113.00	113.00	113.00	113.00	35.40	81.70	38.70	38.70	38.70	38.70	278920	289440	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	6 M20 4.6	340.00	159.00	33.00	70.00	111.00	111.00	111.00	111.00	40.40	81.70	40.70	40.70	40.70	40.70	278920	301440	457182	960000	1152000	1440000	1920000
IPN 360	6 M16 8.8	360.00	143.00	27.00	70.00	120.00	120.00	120.00	120.00	38.00	90.50	40.50	40.50	40.50	40.50	349778	385920	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	6 M20 5.6	360.00	159.00	33.00	70.00	120.00	120.00	120.00	120.00	40.00	90.50	40.50	40.50	40.50	40.50	349778	376800	457182	1128000	1353600	1692000	2256000
	6 M24 4.6	360.00	187.00	39.00	70.00	112.00	112.00	112.00	112.00	48.00	90.50	48.50	48.50	48.50	48.50	349778	433920	438185	1152000	1382400	1728000	2304000
IPN 380	6 M16 10.9	380.00	149.00	27.00	70.00	126.00	126.00	126.00	126.00	40.65	99.50	43.50	43.50	43.50	43.50	389716	482400	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	6 M20 6.8	380.00	160.00	33.00	70.00	126.00	126.00	126.00	126.00	40.15	99.50	43.50	43.50	43.50	43.50	389716	452160	457182	1128000	1353600	1692000	2256000
	6 M24 4.6	380.00	188.00	39.00	70.00	121.00	121.00	121.00	121.00	48.15	99.50	48.50	48.50	48.50	48.50	389716	433920	438185	1152000	1382400	1728000	2304000
IPN 400	6 M16 10.9	400.00	155.00	27.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	43.30	108.40	45.40	45.40	45.40	45.40	389071	482400	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	6 M20 6.8	400.00	161.00	33.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	40.30	108.40	45.40	45.40	45.40	45.40	389071	452160	457182	1128000	1353600	1692000	2256000
	6 M24 4.6	400.00	189.00	39.00	70.00	130.00	130.00	130.00	130.00	48.30	108.40	48.40	48.40	48.40	48.40	389071	433920	438185	1152000	1382400	1728000	2304000
IPN 450	6 M20 8.8	450.00	170.00	33.00	70.00	140.00	150.00	150.00	150.00	43.90	130.70	60.70	50.70	50.70	50.70	490848	602880	457182	1128000	1353600	1692000	2256000
	6 M24 5.6	450.00	191.00	39.00	70.00	140.00	150.00	150.00	150.00	48.40	130.70	60.70	50.70	50.70	50.70	490848	542400	438185	1353600	1624320	2030400	2707200
IPN 500	6 M20 10.9	500.00	185.00	33.00	70.00	140.00	166.00	166.00	166.00	50.50	153.00	83.00	57.00	57.00	57.00	603576	735600	457182	1128000	1353600	1692000	2256000
	6 M24 6.8	500.00	192.00	39.00	70.00	140.00	166.00	166.00	166.00	48.00	153.00	83.00	57.00	57.00	57.00	603576	650880	438185	1353600	1624320	2030400	2707200
IPN 550	6 M20 10.9	550.00	200.00	33.00	70.00	140.00	168.00	183.00	183.00	57.50	175.00	105.00	77.00	62.00	62.00	702132	735600	457182	1128000	1353600	1692000	2256000
	6 M24 8.8	550.00	200.00	39.00	70.00	140.00	168.00	183.00	183.00	51.50	175.00	105.00	77.00	62.00	62.00	702132	867840	438185	1353600	1624320	2030400	2707200
IPN 600	6 M24 10.9	600.00	215.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	57.70	197.60	127.60	99.60	67.60	67.60	876055	1084800	438185	1353600	1624320	2030400	2707200

TABLA 6.1.8.11. ACERO S355. PERFIL IPN. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

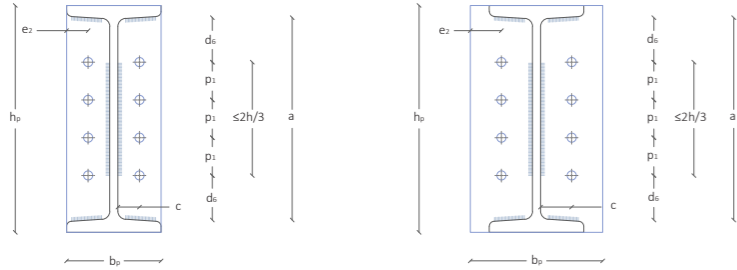
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)				
		hp	bp	e2	p1 mín	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 140	8 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	25.00	20.15	23.90	53594	99840	190848	381697	458036	572545	763394
IPN 160	8 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	25.00	20.35	33.00	67637	99840	190848	381697	458036	572545	763394
IPN 180	8 M10 4.6	180.00	82.00	17.00	25.00	20.55	42.10	83741	99840	190848	381697	458036	572545	763394
IPN 200	8 M10 5.6	200.00	90.00	17.00	25.00	24.25	51.20	100489	124800	190848	381697	458036	572545	763394
	8 M12 4.6	200.00	96.00	20.00	29.00	24.25	45.20	100489	144640	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 220	8 M10 5.6	220.00	98.00	17.00	25.00	27.95	60.30	119813	124800	190848	381697	458036	572545	763394
	8 M12 4.6	220.00	98.00	20.00	29.00	24.95	54.30	119813	144640	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 240	8 M10 6.8	240.00	106.00	17.00	25.00	31.65	69.40	139782	149760	190848	381697	458036	572545	763394
	8 M12 4.6	240.00	106.00	20.00	29.00	28.65	63.40	139782	144640	222708	445415	534498	668123	890831
IPN 260	8 M10 8.8	260.00	113.00	17.00	25.00	34.80	78.40	163616	199680	190848	381697	458036	572545	763394
	8 M12 5.6	260.00	113.00	20.00	29.00	31.80	72.40	163616	180800	222708	445415	534498	668123	890831
	8 M16 4.6	260.00	128.00	27.00	40.00	32.30	55.90	163616	257280	295230	590459	708551	885689	1180919
IPN 280	8 M10 8.8	280.00	119.00	17.00	25.00	37.45	87.30	189382	199680	190848	381697	458036	572545	763394
	8 M12 6.8	280.00	119.00	20.00	29.00	34.45	81.30	189382	216960	222708	445415	534498	668123	890831
	8 M16 4.6	280.00	129.00	27.00	40.00	32.45	64.80	189382	257280	295230	590459	708551	885689	1180919

TABLA 6.1.8.12. ACERO S355. PERFIL IPN. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. IPN 300 - IPN 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

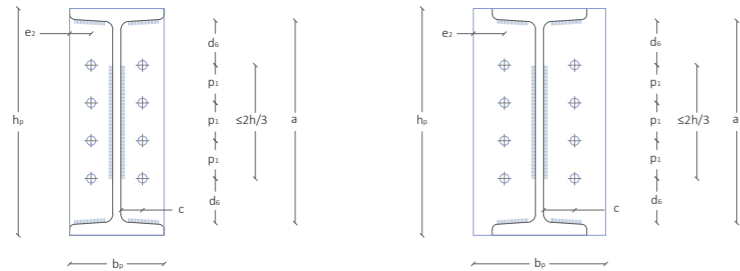
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- F_b, R_d : resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)				
		hp	bp	e2	p_1 mín	c	d8	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	F_b, R_d (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 300	8 M10 10.9	300.00	125.00	17.00	25.00	40.10	96.30	217081	249600	190848	381697	458036	572545	763394
	8 M12 8.8	300.00	125.00	20.00	29.00	37.10	90.30	217081	289280	222708	445415	534498	668123	890831
	8 M16 4.6	300.00	129.00	27.00	40.00	32.10	73.80	217081	257280	295230	590459	708551	885689	1180919
IPN 320	8 M10 10.9	320.00	131.00	17.00	25.00	42.75	105.20	246712	249600	190848	381697	458036	572545	763394
	8 M12 8.8	320.00	131.00	20.00	29.00	39.75	99.20	246712	289280	222708	445415	534498	668123	890831
	8 M16 4.6	320.00	131.00	27.00	40.00	32.75	82.70	246712	257280	295230	590459	708551	885689	1180919
IPN 340	8 M12 8.8	340.00	137.00	20.00	29.00	42.40	108.20	278920	289280	222708	445415	534498	668123	890831
	8 M16 5.6	340.00	137.00	27.00	40.00	35.40	91.70	278920	321600	295230	590459	708551	885689	1180919
	8 M20 4.6	340.00	159.00	33.00	49.00	40.40	78.20	278920	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212
IPN 360	8 M12 10.9	360.00	143.00	20.00	29.00	45.00	117.00	349778	361600	222708	445415	534498	668123	890831
	8 M16 6.8	360.00	143.00	27.00	40.00	38.00	100.50	349778	385920	295230	590459	708551	885689	1180919
	8 M20 4.6	360.00	159.00	33.00	49.00	40.00	87.00	349778	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212
IPN 380	8 M16 8.8	380.00	149.00	27.00	40.00	40.65	109.50	389716	514560	295230	590459	708551	885689	1180919
	8 M20 4.6	380.00	160.00	33.00	49.00	40.15	96.00	389716	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212
IPN 400	8 M16 8.8	400.00	155.00	27.00	40.00	43.30	118.40	389071	514560	295230	590459	708551	885689	1180919
	8 M20 4.6	400.00	161.00	33.00	49.00	40.30	104.90	389071	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212
IPN 450	8 M16 8.8	450.00	170.00	27.00	40.00	49.90	140.70	490848	514560	295230	590459	708551	885689	1180919
	8 M20 5.6	450.00	170.00	33.00	49.00	43.90	127.20	490848	502400	370303	740606	888727	1110909	1481212
	8 M24 4.6	450.00	191.00	39.00	58.00	48.40	113.70	490848	578560	445415	890831	1068997	1336246	1781662
IPN 500	8 M16 10.9	500.00	185.00	27.00	40.00	56.50	163.00	603576	643200	295230	590459	708551	885689	1180919
	8 M20 8.8	500.00	185.00	33.00	49.00	50.50	149.50	603576	803840	370303	740606	888727	1110909	1481212
	8 M24 5.6	500.00	192.00	39.00	58.00	48.00	136.00	603576	723200	445415	890831	1068997	1336246	1781662
IPN 550	8 M20 8.8	550.00	200.00	33.00	49.00	57.50	171.50	702132	803840	370303	740606	888727	1110909	1481212
	8 M24 5.6	550.00	200.00	39.00	58.00	51.50	158.00	702132	723200	445415	890831	1068997	1336246	1781662
IPN 600	8 M20 10.9	600.00	215.00	33.00	49.00	63.70	194.10	876055	1004840	370303	740606	888727	1110909	1481212
	8 M24 8.8	600.00	215.00	39.00	58.00	57.70	180.60	876055	1157120	445415	890831	1068997	1336246	1781662

TABLA 6.1.8.13. ACERO S355. PERFIL IPN. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. IPN 80 - IPN 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = hb - 2 \times tf - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

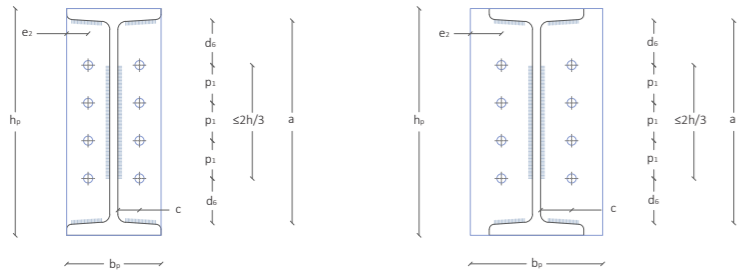
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)						
		hp	bp	e2	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	c	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					
		mm	mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	
IPN 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPN 140	8 M10 4.6	140.00	80.00	17.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	20.15	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	53594	99840	213636	427273	512727	640909	854545	
IPN 160	8 M10 4.6	160.00	81.00	17.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	20.35	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	67637	99840	282000	564000	676800	846000	1128000	
IPN 180	8 M10 4.6	180.00	82.00	17.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	20.55	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	83741	99840	320000	640000	768000	960000	1280000	
IPN 200	8 M10 5.6	200.00	90.00	17.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	24.25	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	100489	124800	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 4.6	200.00	96.00	20.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	24.25	24.20	24.20	24.20	24.20	24.20	100489	144640	384000	768000	921600	1152000	1536000	
IPN 220	8 M10 5.6	220.00	98.00	17.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	27.95	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	119813	124800	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 4.6	220.00	98.00	20.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	24.95	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	119813	144640	384000	768000	921600	1152000	1536000	
IPN 240	8 M10 6.8	240.00	106.00	17.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	31.65	27.40	27.40	27.40	27.40	27.40	139782	149760	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 4.6	240.00	106.00	20.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	28.65	27.40	27.40	27.40	27.40	27.40	139782	144640	384000	768000	921600	1152000	1536000	
IPN 260	8 M10 8.8	260.00	113.00	17.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	34.80	30.40	30.40	30.40	30.40	30.40	163616	199680	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 5.6	260.00	113.00	20.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	31.80	30.40	30.40	30.40	30.40	30.40	163616	180800	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	8 M16 4.6	260.00	128.00	27.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	32.30	33.40	33.40	33.40	33.40	33.40	163616	257280	462341	924681	1109618	1387022	1849363	
IPN 280	8 M10 8.8	280.00	119.00	17.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	37.45	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	189382	199680	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 6.8	280.00	119.00	20.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	34.45	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	189382	216960	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	8 M16 4.6	280.00	129.00	27.00	61.00	61.00	61.00	61.00	61.00	32.45	33.30	33.30	33.30	33.30	33.30	189382	257280	512000	1024000	1228800	1536000	2048000	

TABLA 6.1.8.14. ACERO S355. PERFIL IPN. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE II. IPN 300 - IPN 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

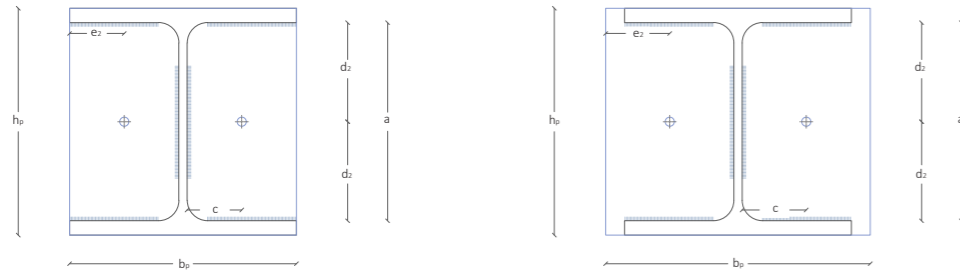
- $F_{v,Ed}$: 33% Vpl, Rd
- F_b, R_d : resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)					
		hp	bp	e2	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	c	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
		mm	mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
IPN 300	8 M10 10.9	300.00	125.00	17.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	40.10	34.80	34.80	34.80	34.80	34.80	217081	249600	376000	752000	902400	1128000	1504000
	8 M12 8.8	300.00	125.00	20.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	37.10	34.80	34.80	34.80	34.80	34.80	217081	289280	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	8 M16 4.6	300.00	129.00	27.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	32.10	34.80	34.80	34.80	34.80	34.80	217081	257280	512000	1024000	1228800	1536000	2048000
IPN 320	8 M10 10.9	320.00	131.00	17.00	70.00	71.00	71.00	71.00	71.00	42.75	37.70	36.20	36.20	36.20	36.20	246712	249600	376000	752000	902400	1128000	1504000
	8 M12 8.8	320.00	131.00	20.00	70.00	71.00	71.00	71.00	71.00	39.75	37.70	36.20	36.20	36.20	36.20	246712	289280	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	8 M16 4.6	320.00	131.00	27.00	70.00	71.00	71.00	71.00	71.00	32.75	37.70	36.20	36.20	36.20	36.20	246712	257280	512000	1024000	1228800	1536000	2048000
IPN 340	8 M12 8.8	340.00	137.00	20.00	70.00	75.00	75.00	75.00	75.00	42.40	46.70	39.20	39.20	39.20	39.20	278920	289280	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	8 M16 5.6	340.00	137.00	27.00	70.00	75.00	75.00	75.00	75.00	35.40	46.70	39.20	39.20	39.20	39.20	278920	321600	601600	1203200	1443840	1804800	2406400
	8 M20 4.6	340.00	159.00	33.00	70.00	74.00	74.00	74.00	74.00	40.40	46.70	40.70	40.70	40.70	40.70	278920	401920	609576	1280000	1536000	1920000	2560000
IPN 360	8 M12 10.9	360.00	143.00	20.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	45.00	55.50	40.50	40.50	40.50	40.50	349778	361600	451200	902400	1082880	1353600	1804800
	8 M16 6.8	360.00	143.00	27.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	38.00	55.50	40.50	40.50	40.50	40.50	349778	385920	601600	1203200	1443840	1804800	2406400
	8 M20 4.6	360.00	159.00	33.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	40.00	55.50	40.50	40.50	40.50	40.50	349778	401920	609576	1280000	1536000	1920000	2560000
IPN 380	8 M16 8.8	380.00	149.00	27.00	70.00	84.00	84.00	84.00	84.00	40.65	64.50	43.50	43.50	43.50	43.50	389716	514560	601600	1203200	1443840	1804800	2406400
	8 M20 4.6	380.00	160.00	33.00	70.00	84.00	84.00	84.00	84.00	40.15	64.50	43.50	43.50	43.50	43.50	389716	401920	609576	1280000	1536000	1920000	2560000
IPN 400	8 M16 8.8	400.00	155.00	27.00	70.00	88.00	88.00	88.00	88.00	43.30	73.40	46.40	46.40	46.40	46.40	389071	514560	601600	1203200	1443840	1804800	2406400
	8 M20 4.6	400.00	161.00	33.00	70.00	88.00	88.00	88.00	88.00	40.30	73.40	46.40	46.40	46.40	46.40	389071	401920	609576	1280000	1536000	1920000	2560000
IPN 450	8 M16 8.8	450.00	170.00	27.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	49.90	95.70	50.70	50.70	50.70	50.70	490848	514560	601600	1203200	1443840	1804800	2406400
	8 M20 5.6	450.00	170.00	33.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	43.90	95.70	50.70	50.70	50.70	50.70	490848	502400	609576	1504000	1804800	2256000	3008000
	8 M24 4.6	450.00	191.00	39.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	48.40	95.70	50.70	50.70	50.70	50.70	490848	578560	584246	1536000	1843200	2304000	3072000
IPN 500	8 M16 10.9	500.00	185.00	27.00	70.00	111.00	111.00	111.00	111.00	56.50	118.00	56.50	56.50	56.50	56.50	603576	643200	601600	1203200	1443840	1804800	2406400
	8 M20 8.8	500.00	185.00	33.00	70.00	111.00	111.00	111.00	111.00	50.50	118.00	56.50	56.50	56.50	56.50	603576	803840	609576	1504000	1804800	2256000	3008000
	8 M24 5.6	500.00	192.00	39.00	70.00	111.00	111.00	111.00	111.00	48.00	118.00	56.50	56.50	56.50	56.50	603576	723200	584246	1804800	2165760	2707200	3609600
IPN 550	8 M20 8.8	550.00	200.00	33.00	70.00	122.00	122.00	122.00	122.00	57.50	140.00	62.00	62.00	62.00	62.00	702132	803840	609576	1504000	1804800	2256000	3008000
	8 M24 5.6	550.00	200.00	39.00	70.00	122.00	122.00	122.00	122.00	51.50	140.00	62.00	62.00	62.00	62.00	702132	723200	584246	1804800	2165760	2707200	3609600
IPN 600	8 M20 10.9	600.00	215.00	33.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	63.70	162.60	68.10	68.10	68.10	68.10	876055	1004840	609576	1504000	1804800	2256000	3008000
	8 M24 8.8	600.00	215.00	39.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	57.70	162.60	68.10	68.10	68.10	68.10	876055	1157120	584246	1804800	2165760	2707200	3609600

**TABLA 6.1.9.1. ACERO S355. PERFIL HEB. 2 TORNILLOS.
PARTE I. HEB 100 - HEB 280**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

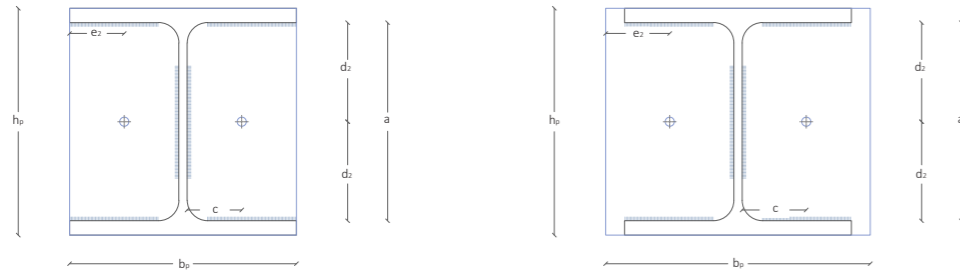
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento					
		2 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	c	d_2	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm						mm	mm	mm	mm	mm
HEB 100	2 M10 10.9	100.00	100.00	17.00	30.00	40.00	57974	62400	94000	188000	225600	282000	376000	
	2 M12 8.8	100.00	100.00	20.00	27.00	40.00	57974	72320	112800	225600	270720	338400	451200	
	2 M16 4.6	100.00	124.00	27.00	32.00	40.00	57974	64320	128000	256000	307200	384000	512000	
HEB 120	2 M12 8.8	120.00	120.00	20.00	36.75	49.00	70857	72320	112800	225600	270720	338400	451200	
	2 M16 5.6	120.00	125.00	27.00	32.25	49.00	70857	80400	150400	300800	360960	451200	601600	
	2 M20 4.6	120.00	153.00	33.00	40.25	49.00	70857	100480	160000	320000	384000	480000	640000	
HEB 140	2 M12 10.9	140.00	140.00	20.00	46.50	58.00	84385	90400	112800	225600	270720	338400	451200	
	2 M16 6.8	140.00	140.00	27.00	39.50	58.00	84385	96480	150400	300800	360960	451200	601600	
	2 M20 4.6	140.00	153.00	33.00	40.00	58.00	84385	100480	160000	320000	384000	480000	640000	
HEB 160	2 M16 8.8	160.00	160.00	27.00	49.00	67.00	113372	128640	150400	300800	360960	451200	601600	
	2 M20 5.6	160.00	160.00	33.00	43.00	67.00	113372	125600	188000	376000	451200	564000	752000	
	2 M24 4.6	160.00	182.00	39.00	48.00	67.00	113372	144640	192000	384000	460800	576000	768000	
HEB 180	2 M16 10.9	180.00	180.00	27.00	58.75	76.00	130764	160800	150400	300800	360960	451200	601600	
	2 M20 6.8	180.00	180.00	33.00	52.75	76.00	130764	150720	188000	376000	451200	564000	752000	
	2 M24 4.6	180.00	183.00	39.00	48.25	76.00	130764	144640	192000	384000	460800	576000	768000	
HEB 200	2 M16 10.9	200.00	200.00	27.00	68.50	85.00	160395	160800	150400	300800	360960	451200	601600	
	2 M20 8.8	200.00	200.00	33.00	62.50	85.00	160395	200960	188000	376000	451200	564000	752000	
	2 M24 5.6	200.00	200.00	39.00	56.50	85.00	160395	180800	225600	451200	541440	676800	902400	
HEB 220	2 M20 8.8	220.00	220.00	33.00	72.25	94.00	179720	200960	188000	376000	451200	564000	752000	
	2 M24 5.6	220.00	220.00	39.00	66.25	94.00	179720	180800	225600	451200	541440	676800	902400	
HEB 240	2 M20 10.9	240.00	240.00	33.00	82.00	103.00	213860	251200	188000	376000	451200	564000	752000	
	2 M24 6.8	240.00	240.00	39.00	76.00	103.00	213860	216960	225600	451200	541440	676800	902400	
HEB 260	2 M20 10.9	260.00	260.00	33.00	92.00	112.50	239627	251200	188000	376000	451200	564000	752000	
	2 M24 8.8	260.00	260.00	39.00	86.00	112.50	239627	289280	225600	451200	541440	676800	902400	
HEB 280	2 M24 8.8	280.00	280.00	39.00	95.75	122.00	262172	289280	225600	451200	541440	676800	902400	

**TABLA 6.1.9.2. ACERO S355. PERFIL HEB. 2 TORNILLOS.
PARTE II. HEB 300 - HEB 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% V_{pl}, R_d

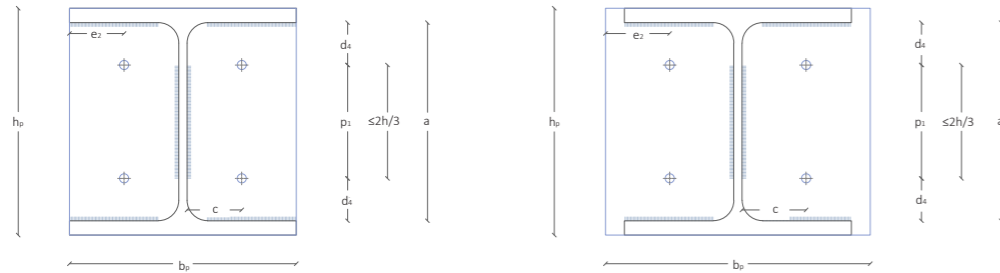
- $F_{v,Ed}$: 33% V_{pl}, R_d
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dim. chapa		Disp. constructivas			Resistencias		Comprobación a aplastamiento					
		2 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	c	d_2	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5 \text{ mm}$	$t_p = 10 \text{ mm}$	$t_p = 12 \text{ mm}$	$t_p = 15 \text{ mm}$	$t_p = 20 \text{ mm}$
HEB 300	2 M24 10.9	300.00	300.00	39.00	105.50	131.00	305331	361600	225600	451200	541440	676800	902400	
HEB 320	2 M24 10.9	320.00	300.00	39.00	105.25	139.50	331097	361600	225600	451200	541440	676800	902400	
HEB 340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

TABLA 6.1.9.3. ACERO S355. PERFIL HEB. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

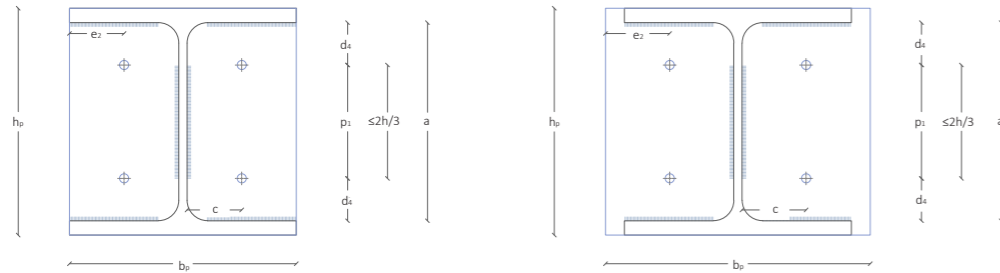
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		4 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d4	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 100	4 M10 5.6	100.00	100.00	17.00	25.00	30.00	27.50	57974	62400	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 4.6	100.00	100.00	20.00	29.00	27.00	25.50	57974	72320	111354	222708	267249	334062	445415	
HEB 120	4 M10 6.8	120.00	120.00	17.00	25.00	39.75	36.50	70857	74880	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 4.6	120.00	120.00	20.00	29.00	36.75	34.50	70857	72320	111354	222708	267249	334062	445415	
HEB 140	4 M10 8.8	140.00	140.00	17.00	25.00	49.50	45.50	84385	99840	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 5.6	140.00	140.00	20.00	29.00	46.50	43.50	84385	90400	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 4.6	140.00	140.00	27.00	40.00	39.50	38.00	84385	128640	147615	295230	354276	442844	590459	
HEB 160	4 M10 10.9	160.00	160.00	17.00	25.00	59.00	54.50	113372	124800	95424	190848	229018	286273	381697	
	4 M12 8.8	160.00	160.00	20.00	29.00	56.00	52.50	113372	144640	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 4.6	160.00	160.00	27.00	40.00	49.00	47.00	113372	128640	147615	295230	354276	442844	590459	
HEB 180	4 M12 8.8	180.00	180.00	20.00	29.00	65.75	61.50	130764	144640	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 5.6	180.00	180.00	27.00	40.00	58.75	56.00	130764	160800	147615	295230	354276	442844	590459	
	4 M20 4.6	180.00	180.00	33.00	49.00	52.75	51.50	130764	200960	185152	370303	444364	555455	740606	
HEB 200	4 M12 10.9	200.00	200.00	20.00	29.00	75.50	70.50	160395	180800	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 5.6	200.00	200.00	27.00	40.00	68.50	65.00	160395	160800	147615	295230	354276	442844	590459	
	4 M20 4.6	200.00	200.00	33.00	49.00	62.50	60.50	160395	200960	185152	370303	444364	555455	740606	
HEB 220	4 M12 10.9	220.00	220.00	20.00	29.00	85.25	79.50	179720	180800	111354	222708	267249	334062	445415	
	4 M16 6.8	220.00	220.00	27.00	40.00	78.25	74.00	179720	192960	147615	295230	354276	442844	590459	
	4 M20 4.6	220.00	220.00	33.00	49.00	72.25	69.50	179720	200960	185152	370303	444364	555455	740606	
HEB 240	4 M16 8.8	240.00	240.00	27.00	40.00	88.00	83.00	213860	257280	147615	295230	354276	442844	590459	
	4 M20 5.6	240.00	240.00	33.00	49.00	82.00	78.50	213860	251200	185152	370303	444364	555455	740606	
	4 M24 4.6	240.00	240.00	39.00	58.00	76.00	74.00	213860	289280	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 260	4 M16 8.8	260.00	260.00	27.00	40.00	98.00	92.50	239627	257280	147615	295230	354276	442844	590459	
	4 M20 5.6	260.00	260.00	33.00	49.00	92.00	88.00	239627	251200	185152	370303	444364	555455	740606	
	4 M24 4.6	260.00	260.00	39.00	58.00	86.00	83.50	239627	289280	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 280	4 M16 10.9	280.00	280.00	27.00	40.00	107.75	102.00	262172	321600	147615	295230	354276	442844	590459	
	4 M20 6.8	280.00	280.00	33.00	49.00	101.75	97.50	262172	301440	185152	370303	444364	555455	740606	
	4 M24 4.6	280.00	280.00	39.00	58.00	95.75	93.00	262172	289280	222708	445415	534498	668123	890831	

TABLA 6.1.9.4. ACERO S355. PERFIL HEB. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. HEB 300 - HEB 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

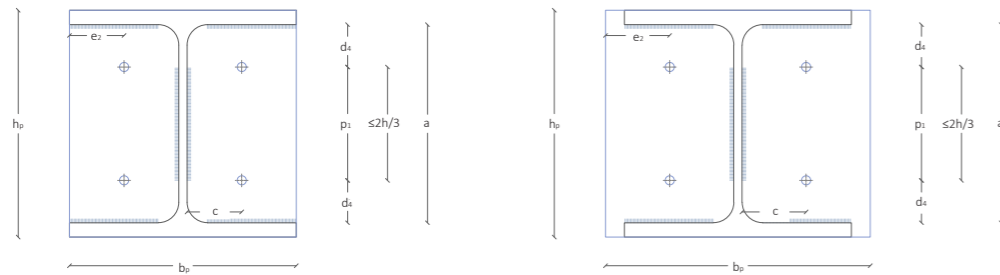
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- F_b,Rd : resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		4 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_4	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
HEB 300	4 M16 10.9	300.00	300.00	27.00	40.00	117.50	111.00	305331	321600	447615	295230	354276	442844	590459	
	4 M20 8.8	300.00	300.00	33.00	49.00	111.50	106.50	305331	401920	185152	370303	444364	555455	740606	
	4 M24 5.6	300.00	300.00	39.00	58.00	105.50	102.00	305331	361600	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 320	4 M20 8.8	320.00	300.00	33.00	49.00	111.25	115.00	331097	401920	185152	370303	444364	555455	740606	
	4 M24 5.6	320.00	300.00	39.00	58.00	105.25	110.50	331097	361600	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 340	4 M20 8.8	340.00	300.00	33.00	49.00	111.00	124.00	362017	401920	185152	370303	444364	555455	740606	
	4 M24 6.8	340.00	300.00	39.00	58.00	105.00	119.50	362017	433920	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 360	4 M20 8.8	360.00	300.00	33.00	49.00	110.75	133.00	392936	401920	185152	370303	444364	555455	740606	
	4 M24 6.8	360.00	300.00	39.00	58.00	104.75	128.50	392936	433920	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 400	4 M20 10.9	400.00	300.00	33.00	49.00	110.25	151.50	452199	502400	185152	370303	444364	555455	740606	
	4 M24 8.8	400.00	300.00	39.00	58.00	104.25	147.00	452199	578560	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 450	4 M24 8.8	450.00	300.00	39.00	58.00	104.00	170.00	513394	578560	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 500	4 M24 10.9	500.00	300.00	39.00	58.00	103.75	193.00	581030	723200	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 550	4 M24 10.9	550.00	300.00	39.00	58.00	103.50	217.00	644158	723200	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 600	4 M24 10.9	600.00	300.00	39.00	58.00	103.25	241.00	715015	723200	222708	445415	534498	668123	890831	

TABLA 6.1.9.6. ACERO S355. PERFIL HEB. 4 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE II. HEB 300 - HEB 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

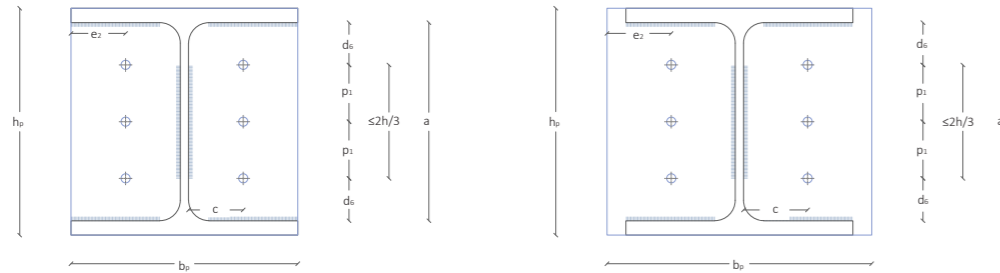
UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)						
		4 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	c	d4 (mm)	d4 (mm)	d4 (mm)	d4 (mm)	d4 (mm)	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 300	4 M16 10.9	300.00	300.00	27.00	70.00	140.00	168.00	198.00	198.00	117.50	96.00	61.00	47.00	32.00	32.00	305331	321600	300800	601600	721920	902400	1203200	
	4 M20 8.8	300.00	300.00	33.00	70.00	140.00	168.00	182.00	182.00	111.50	96.00	61.00	47.00	40.00	40.00	305331	401920	304788	752000	902400	1128000	1504000	
	4 M24 5.6	300.00	300.00	39.00	70.00	140.00	166.00	166.00	166.00	105.50	96.00	61.00	48.00	48.00	48.00	305331	361600	292123	902400	1082880	1353600	1804800	
HEB 320	4 M20 8.8	320.00	300.00	33.00	70.00	140.00	168.00	199.00	199.00	111.25	104.50	69.50	55.50	40.00	40.00	331097	401920	304788	752000	902400	1128000	1504000	
	4 M24 5.6	320.00	300.00	39.00	70.00	140.00	168.00	183.00	183.00	105.25	104.50	69.50	55.50	48.00	48.00	331097	361600	292123	902400	1082880	1353600	1804800	
HEB 340	4 M20 8.8	340.00	300.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	111.00	113.50	78.50	64.50	48.50	48.50	362017	401920	304788	752000	902400	1128000	1504000	
	4 M24 6.8	340.00	300.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	105.00	113.50	78.50	64.50	48.50	48.50	362017	433920	292123	902400	1082880	1353600	1804800	
HEB 360	4 M20 8.8	360.00	300.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	110.75	122.50	87.50	73.50	57.50	57.50	392936	401920	304788	752000	902400	1128000	1504000	
	4 M24 6.8	360.00	300.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	104.75	122.50	87.50	73.50	57.50	57.50	392936	433920	292123	902400	1082880	1353600	1804800	
HEB 400	4 M20 10.9	400.00	300.00	33.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	110.25	141.00	106.00	92.00	76.00	76.00	452199	502400	304788	752000	902400	1128000	1504000	
	4 M24 8.8	400.00	300.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	104.25	141.00	106.00	92.00	76.00	76.00	452199	578560	292123	902400	1082880	1353600	1804800	
HEB 450	4 M24 8.8	450.00	300.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	104.00	164.00	129.00	115.00	99.00	99.00	513394	578560	292123	902400	1082880	1353600	1804800	
HEB 500	4 M24 10.9	500.00	300.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	103.75	187.00	152.00	138.00	122.00	122.00	581030	723200	292123	902400	1082880	1353600	1804800	
HEB 550	4 M24 10.9	550.00	300.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	103.50	211.00	176.00	162.00	146.00	146.00	644158	723200	292123	902400	1082880	1353600	1804800	
HEB 600	4 M24 10.9	600.00	300.00	39.00	70.00	140.00	168.00	200.00	200.00	103.25	235.00	200.00	186.00	170.00	170.00	715015	723200	292123	902400	1082880	1353600	1804800	

TABLA 6.1.9.7. ACERO S355. PERFIL HEB. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

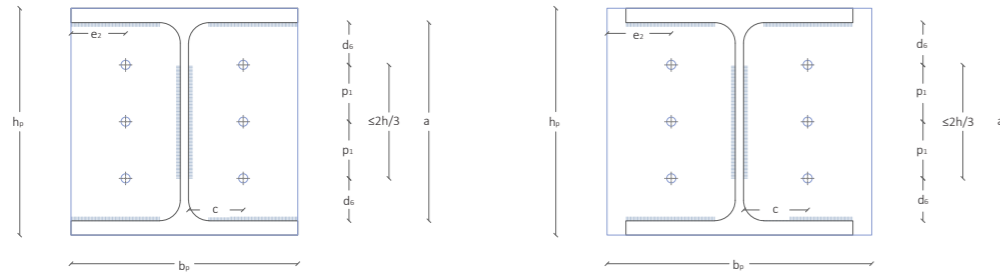
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		6 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d6	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 120	6 M10 4.6	120.00	120.00	17.00	25.00	39.75	24.00	70857	74880	143136	286273	343527	429409	572545	
HEB 140	6 M10 5.6	140.00	140.00	17.00	25.00	49.50	33.00	84385	93600	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 4.6	140.00	140.00	20.00	29.00	46.50	29.00	84385	108480	167031	334062	400874	501092	668123	
HEB 160	6 M10 8.8	160.00	160.00	17.00	25.00	59.00	42.00	113372	149760	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 5.6	160.00	160.00	20.00	29.00	56.00	38.00	113372	135600	167031	334062	400874	501092	668123	
HEB 180	6 M10 8.8	180.00	180.00	17.00	25.00	68.75	51.00	130764	149760	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 5.6	180.00	180.00	20.00	29.00	65.75	47.00	130764	135600	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 4.6	180.00	180.00	27.00	40.00	58.75	36.00	130764	192960	221422	442844	531413	664267	885689	
HEB 200	6M10 10.9	200.00	200.00	17.00	25.00	78.50	60.00	160395	187200	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 6.8	200.00	200.00	20.00	29.00	75.50	56.00	160395	162720	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 4.6	200.00	200.00	27.00	40.00	68.50	45.00	160395	192960	221422	442844	531413	664267	885689	
HEB 220	6M10 10.9	220.00	220.00	17.00	25.00	88.25	69.00	179720	187200	143136	286273	343527	429409	572545	
	6 M12 8.8	220.00	220.00	20.00	29.00	85.25	65.00	179720	216960	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 4.6	220.00	220.00	27.00	40.00	78.25	54.00	179720	192960	221422	442844	531413	664267	885689	
HEB 240	6 M12 8.8	240.00	240.00	20.00	29.00	95.00	74.00	213860	216960	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 5.6	240.00	240.00	27.00	40.00	88.00	63.00	213860	241200	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 4.6	240.00	240.00	33.00	49.00	82.00	54.00	213860	301440	277727	555455	666545	833182	1110909	
HEB 260	6 M12 10.9	260.00	260.00	20.00	29.00	105.00	83.50	239627	271200	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 5.6	260.00	260.00	27.00	40.00	98.00	72.50	239627	241200	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 4.6	260.00	260.00	33.00	49.00	92.00	63.50	239627	301440	277727	555455	666545	833182	1110909	
HEB 280	6 M12 10.9	280.00	280.00	20.00	29.00	114.75	93.00	262172	271200	167031	334062	400874	501092	668123	
	6 M16 6.8	280.00	280.00	27.00	40.00	107.75	82.00	262172	289440	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 4.6	280.00	280.00	33.00	49.00	101.75	73.00	262172	301440	277727	555455	666545	833182	1110909	

TABLA 6.1.9.8. ACERO S355. PERFIL HEB. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. HEB 300 - HEB 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl, Rd

- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		6 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d6	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 300	6 M16 8.8	300.00	300.00	27.00	40.00	117.50	91.00	305331	385920	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 5.6	300.00	300.00	33.00	49.00	111.50	82.00	305331	376800	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 4.6	300.00	300.00	39.00	58.00	105.50	73.00	305331	433920	334062	668123	801748	1002185	1336246	
HEB 320	6 M16 8.8	320.00	300.00	27.00	40.00	117.25	99.50	331097	385920	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 5.6	320.00	300.00	33.00	49.00	111.25	90.50	331097	376800	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 4.6	320.00	300.00	39.00	58.00	105.25	81.50	331097	433920	334062	668123	801748	1002185	1336246	
HEB 340	6 M16 8.8	340.00	300.00	27.00	40.00	117.00	108.50	362017	385920	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 5.6	340.00	300.00	33.00	49.00	111.00	99.50	362017	376800	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 4.6	340.00	300.00	39.00	58.00	105.00	90.50	362017	433920	334062	668123	801748	1002185	1336246	
HEB 360	6 M16 10.9	360.00	300.00	27.00	40.00	116.75	117.50	392936	482400	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 6.8	360.00	300.00	33.00	49.00	110.75	108.50	392936	452160	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 4.6	360.00	300.00	39.00	58.00	104.75	99.50	392936	433920	334062	668123	801748	1002185	1336246	
HEB 400	6 M16 10.9	400.00	300.00	27.00	40.00	116.25	136.00	452199	482400	221422	442844	531413	664267	885689	
	6 M20 8.8	400.00	300.00	33.00	49.00	110.25	127.00	452199	602880	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 5.6	400.00	300.00	39.00	58.00	104.25	118.00	452199	542400	334062	668123	801748	1002185	1336246	
HEB 450	6 M20 8.8	450.00	300.00	33.00	49.00	110.00	150.00	513394	602880	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 5.6	450.00	300.00	39.00	58.00	104.00	141.00	513394	542400	334062	668123	801748	1002185	1336246	
HEB 500	6 M20 8.8	500.00	300.00	33.00	49.00	109.75	173.00	581030	602880	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 6.8	500.00	300.00	39.00	58.00	103.75	164.00	581030	650880	334062	668123	801748	1002185	1336246	
HEB 550	6 M20 10.9	550.00	300.00	33.00	49.00	109.50	197.00	644158	753600	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 6.8	550.00	300.00	39.00	58.00	103.50	188.00	644158	650880	334062	668123	801748	1002185	1336246	
HEB 600	6 M20 10.9	600.00	300.00	33.00	49.00	109.25	221.00	715015	753600	277727	555455	666545	833182	1110909	
	6 M24 8.8	600.00	300.00	39.00	58.00	103.25	212.00	715015	867840	334062	668123	801748	1002185	1336246	

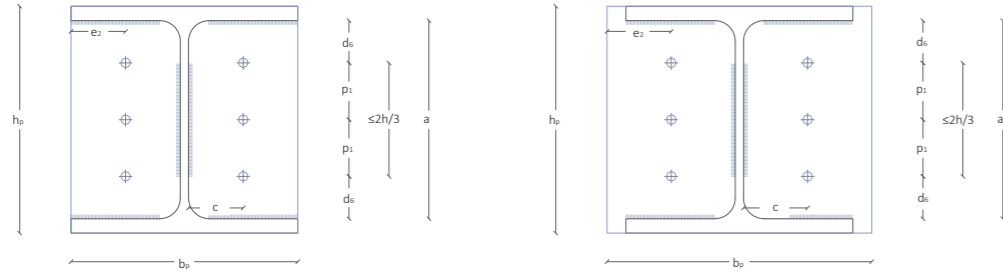
TABLA 6.1.9.9. ACERO S355. PERFIL HEB. 6 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

6.1.9. HEB ACERO S355

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

Fuente: imagen de la autora

Siendo:



- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

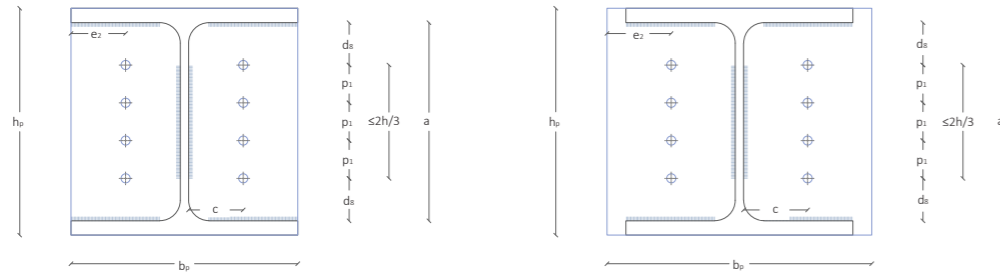
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 6 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas												Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)					
		hp	bp	e2 mm	p1 máx (mm) tp = 5 mm	p1 máx (mm) tp = 10 mm	p1 máx (mm) tp = 12 mm	p1 máx (mm) tp = 15 mm	p1 máx (mm) tp = 20 mm	c mm	d6 (mm)					Fv,Ed N	Fv,Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					
		mm	mm								tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm			tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	
HEB 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEB 120	6 M10 4.6	120.00	120.00	17.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	39.75	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	70857	74880	177318	354636	425564	531955	709273	
HEB 140	6 M10 5.6	140.00	140.00	17.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	49.50	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	84385	93600	254227	508455	610145	762682	1016909	
	6 M12 4.6	140.00	140.00	20.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	46.50	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	84385	108480	210415	420831	504997	631246	841662	
HEB 160	6 M10 8.8	160.00	160.00	17.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	59.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	113372	149760	282000	564000	676800	846000	1128000	
	6 M12 5.6	160.00	160.00	20.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	56.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	113372	135600	288508	577015	692418	865523	1154031	
HEB 180	6 M10 8.8	180.00	180.00	17.00	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	68.75	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	130764	149760	282000	564000	676800	846000	1128000	
	6 M12 5.6	180.00	180.00	20.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	65.75	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	130764	135600	338400	676800	812160	1015200	1353600	
	6 M16 4.6	180.00	180.00	27.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	58.75	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	130764	192960	254844	509689	611627	764533	1019378	
HEB 200	6M10 10.9	200.00	200.00	17.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	78.50	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	160395	187200	282000	564000	676800	846000	1128000	
	6 M12 6.8	200.00	200.00	20.00	61.00	61.00	61.00	61.00	61.00	75.50	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	160395	162720	338400	676800	812160	1015200	1353600	
	6 M16 4.6	200.00	200.00	27.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	68.50	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	160395	192960	330044	660089	792107	990133	1320178	
HEB 220	6M10 10.9	220.00	220.00	17.00	70.00	73.00	73.00	73.00	73.00	88.25	24.00	21.00	21.00	21.00	21.00	179720	187200	282000	564000	676800	846000	1128000	
	6 M12 8.8	220.00	220.00	20.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	85.25	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	179720	216960	338400	676800	812160	1015200	1353600	
	6 M16 4.6	220.00	220.00	27.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	78.25	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	179720	192960	384000	768000	921600	1152000	1536000	
HEB 240	6 M12 8.8	240.00	240.00	20.00	70.00	79.00	79.00	79.00	79.00	95.00	33.00	24.00	24.00	24.00	24.00	213860	216960	338400	676800	812160	1015200	1353600	
	6 M16 5.6	240.00	240.00	27.00	70.00	71.00	71.00	71.00	71.00	88.00	33.00	32.00	32.00	32.00	32.00	213860	241200	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	6 M20 4.6	240.00	240.00	33.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	82.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	213860	301440	397364	794727	953673	1192091	1589455	
HEB 260	6 M12 10.9	260.00	260.00	20.00	70.00	86.00	86.00	86.00	86.00	105.00	42.50	26.50	26.50	26.50	26.50	239627	271200	338400	676800	812160	1015200	1353600	
	6 M16 5.6	260.00	260.00	27.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	98.00	42.50	32.50	32.50	32.50	32.50	239627	241200	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	6 M20 4.6	260.00	260.00	33.00	70.00	72.00	72.00	72.00	72.00	92.00	42.50	40.50	40.50	40.50	40.50	239627	301440	457182	948545	1138255	1422818	1897091	
HEB 280	6 M12 10.9	280.00	280.00	20.00	70.00	93.00	93.00	93.00	93.00	114.75	52.00	29.00	29.00	29.00	29.00	262172	271200	338400	676800	812160	1015200	1353600	
	6 M16 6.8	280.00	280.00	27.00	70.00	90.00	90.00	90.00	90.00	107.75	52.00	32.00	32.00	32.00	32.00	262172	289440	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	6 M20 4.6	280.00	280.00	33.00	70.00	82.00	82.00	82.00	82.00	101.75	52.00	40.00	40.00	40.00	40.00	262172	301440	457182	960000	1152000	1440000	1920000	

TABLA 6.1.9.11. ACERO S355. PERFIL HEB. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

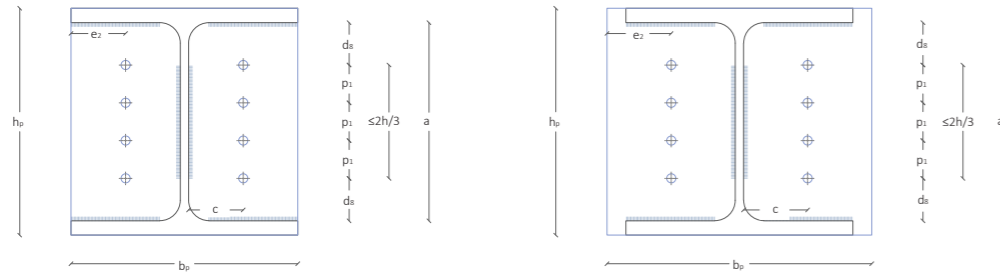
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 mín)					
		8 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 mín	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HEB 140	8 M10 4.6	140.00	140.00	17.00	25.00	49.50	20.50	84385	99840	190848	381697	458036	572545	726933	
HEB 160	8 M10 5.6	160.00	160.00	17.00	25.00	59.00	29.50	113372	124800	190848	381697	458036	572545	763394	
HEB 180	8 M10 6.8	180.00	180.00	17.00	25.00	68.75	38.50	130764	149760	190848	381697	458036	572545	763394	
	8 M12 4.6	180.00	180.00	20.00	29.00	65.75	32.50	130764	144640	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 200	8 M10 8.8	200.00	200.00	17.00	25.00	78.50	47.50	160395	199680	190848	381697	458036	572545	763394	
	8 M12 5.6	200.00	200.00	20.00	29.00	75.50	41.50	160395	180800	222708	445415	534498	668123	890831	
HEB 220	8 M10 8.8	220.00	220.00	17.00	25.00	88.25	56.50	179720	199680	190848	381697	458036	572545	763394	
	8 M12 5.6	220.00	220.00	20.00	29.00	85.25	50.50	179720	180800	222708	445415	534498	668123	890831	
	8 M16 4.6	220.00	220.00	27.00	40.00	78.25	34.00	179720	257280	295230	590459	708551	885689	1180919	
HEB 240	8 M10 10.9	240.00	240.00	17.00	25.00	98.00	65.50	213860	249600	190848	381697	458036	572545	763394	
	8 M12 6.8	240.00	240.00	20.00	29.00	95.00	59.50	213860	216960	222708	445415	534498	668123	890831	
	8 M16 4.6	240.00	240.00	27.00	40.00	88.00	43.00	213860	257280	295230	590459	708551	885689	1180919	
HEB 260	8 M10 10.9	260.00	260.00	17.00	25.00	108.00	75.00	239627	249600	190848	381697	458036	572545	763394	
	8 M12 8.8	260.00	260.00	20.00	29.00	105.00	69.00	239627	289280	222708	445415	534498	668123	890831	
	8 M16 4.6	260.00	260.00	27.00	40.00	98.00	52.50	239627	257280	295230	590459	708551	885689	1180919	
HEB 280	8 M12 8.8	280.00	280.00	20.00	29.00	114.75	78.50	262172	289280	222708	445415	534498	668123	890831	
	8 M16 5.6	280.00	280.00	27.00	40.00	107.75	62.00	262172	321600	295230	590459	708551	885689	1180919	
	8 M20 4.6	280.00	280.00	33.00	49.00	101.75	48.50	262172	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212	

TABLA 6.1.9.12. ACERO S355. PERFIL HEB. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÍNIMA
PARTE II. HEB 300 - HEB 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- t_p : espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e_2 : distancia a borde lateral.
- p_1 : separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a : espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c : espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- d_n : espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($d_n \geq 2d$); siendo:
- $2d$: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% $V_{pl,Rd}$

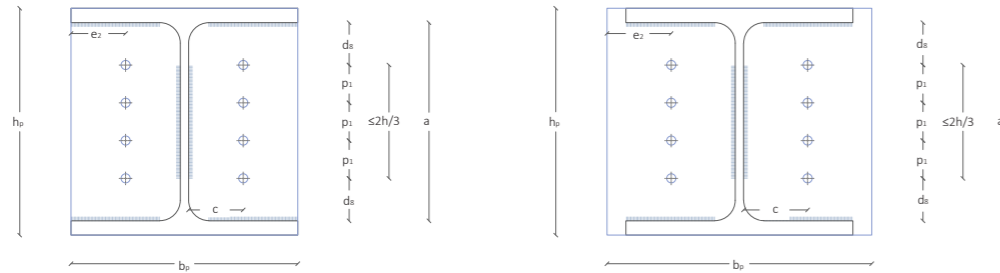
- $F_{v,Ed}$: 33% $V_{pl,Rd}$
- $F_{b,Rd}$: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas				Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p_1 mín)					
		8 TORNILLOS	h_p	b_p	e_2	p_1 mín	c	d_8	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	$t_p = 5$ mm	$t_p = 10$ mm	$t_p = 12$ mm	$t_p = 15$ mm	$t_p = 20$ mm
HEB 300	8 M12 10.9	300.00	300.00	20.00	29.00	124.50	87.50	305331	361600	222708	445415	534498	668123	890831	
	8 M16 5.6	300.00	300.00	27.00	40.00	117.50	71.00	305331	321600	295230	590459	708551	885689	1180919	
	8 M20 4.6	300.00	300.00	33.00	49.00	111.50	57.50	305331	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212	
HEB 320	8 M12 10.9	320.00	300.00	20.00	29.00	124.25	96.00	331097	361600	222708	445415	534498	668123	890831	
	8 M16 6.8	320.00	300.00	27.00	40.00	117.25	79.50	331097	385920	295230	590459	708551	885689	1180919	
	8 M20 4.6	320.00	300.00	33.00	49.00	111.25	66.00	331097	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212	
HEB 340	8 M16 6.8	340.00	300.00	27.00	40.00	117.00	88.50	362017	385920	295230	590459	708551	885689	1180919	
	8 M20 4.6	340.00	300.00	33.00	49.00	111.00	75.00	362017	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212	
HEB 360	8 M16 8.8	360.00	300.00	27.00	40.00	116.75	97.50	392936	514560	295230	590459	708551	885689	1180919	
	8 M20 4.6	360.00	300.00	33.00	49.00	110.75	84.00	392936	401920	370303	740606	888727	1110909	1481212	
HEB 400	8 M16 8.8	400.00	300.00	27.00	40.00	116.25	116.00	452199	514560	295230	590459	708551	885689	1180919	
	8 M20 5.6	400.00	300.00	33.00	49.00	110.25	102.50	452199	502400	370303	740606	888727	1110909	1481212	
	8 M24 4.6	400.00	300.00	39.00	58.00	104.25	89.00	452199	578560	445415	890831	1068997	1336246	1781662	
HEB 450	8 M16 8.8	450.00	300.00	27.00	40.00	116.00	139.00	513394	514560	295230	590459	708551	885689	1180919	
	8 M20 6.8	450.00	300.00	33.00	49.00	110.00	125.50	513394	602880	370303	740606	888727	1110909	1481212	
	8 M24 4.6	450.00	300.00	39.00	58.00	104.00	112.00	513394	578560	445415	890831	1068997	1336246	1781662	
HEB 500	8 M16 10.9	500.00	300.00	27.00	40.00	115.75	162.00	581030	643200	295230	590459	708551	885689	1180919	
	8 M20 6.8	500.00	300.00	33.00	49.00	109.75	148.50	581030	602880	370303	740606	888727	1110909	1481212	
	8 M24 5.6	500.00	300.00	39.00	58.00	103.75	135.00	581030	723200	445415	890831	1068997	1336246	1781662	
HEB 550	8 M20 8.8	550.00	300.00	33.00	49.00	109.50	172.50	644158	803840	370303	740606	888727	1110909	1481212	
	8 M24 5.6	550.00	300.00	39.00	58.00	103.50	159.00	644158	723200	445415	890831	1068997	1336246	1781662	
HEB 600	8 M20 8.8	600.00	300.00	33.00	49.00	109.25	196.50	715015	803840	370303	740606	888727	1110909	1481212	
	8 M24 5.6	600.00	300.00	39.00	58.00	103.25	183.00	715015	723200	445415	890831	1068997	1336246	1781662	

TABLA 6.1.9.13. ACERO S355. PERFIL HEB. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE I. HEB 100 - HEB 280

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones $h_p \times b_p$.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

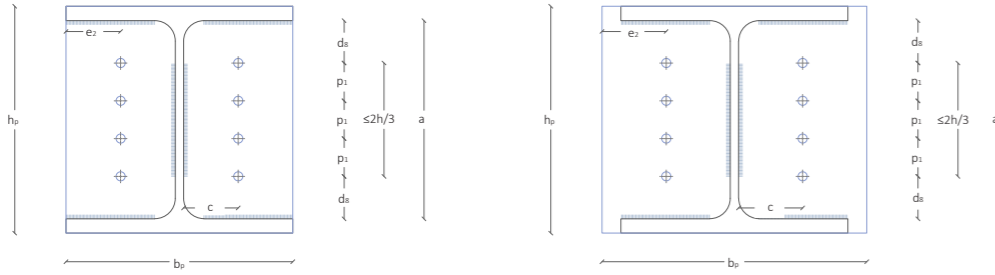
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- ~~A~~ Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)						
		8 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	p1 máx (mm)	c	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	d8 (mm)	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm	tp = 20 mm
HEB 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEB 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEB 140	8 M10 4.6	140.00	140.00	17.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	49.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	84385	99840	190848	381697	458036	572545	763394	
HEB 160	8 M10 5.6	160.00	160.00	17.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	59.00	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	113372	124800	259212	518424	622109	777636	1036848	
HEB 180	8 M10 6.8	180.00	180.00	17.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	68.75	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	130764	149760	327576	655152	786182	982727	1310303	
	8 M12 4.6	180.00	180.00	20.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	65.75	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	130764	144640	280554	561108	673329	841662	1122215	
HEB 200	8 M10 8.8	200.00	200.00	17.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	78.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	160395	199680	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 5.6	200.00	200.00	20.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	75.50	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	160395	180800	349969	699938	839926	1049908	1399877	
HEB 220	8 M10 8.8	220.00	220.00	17.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	88.25	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	179720	199680	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 5.6	220.00	220.00	20.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	85.25	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	179720	180800	419385	838769	1006523	1258154	1677538	
	8 M16 4.6	220.00	220.00	27.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	78.25	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50	179720	257280	306370	612741	735289	919111	1225481	
HEB 240	8 M10 10.9	240.00	240.00	17.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	98.00	23.50	23.50	23.50	23.50	23.50	213860	249600	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 6.8	240.00	240.00	20.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	95.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	213860	216960	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	8 M16 4.6	240.00	240.00	27.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	88.00	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50	213860	257280	373215	746430	895716	1119644	1492859	
HEB 260	8 M10 10.9	260.00	260.00	17.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	108.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	239627	249600	376000	752000	902400	1128000	1504000	
	8 M12 8.8	260.00	260.00	20.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	105.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	239627	289280	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	8 M16 4.6	260.00	260.00	27.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	98.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	239627	257280	440059	880119	1056142	1320178	1760237	
HEB 280	8 M12 8.8	280.00	280.00	20.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	114.75	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	262172	289280	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	8 M16 5.6	280.00	280.00	27.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	107.75	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	262172	321600	518044	1036089	1243307	1554133	2072178	
	8 M20 4.6	280.00	280.00	33.00	54.00	54.00	54.00	54.00	54.00	101.75	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	262172	401920	427273	854545	1025455	1281818	1709091	

TABLA 6.1.9.14. ACERO S355. PERFIL HEB. 8 TORNILLOS. DISTANCIA P1 MÁXIMA
PARTE II. HEB 300 - HEB 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = hb - 2 \times tf - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN ARTICULADA DISEÑADA PARA 33% Vpl,Rd

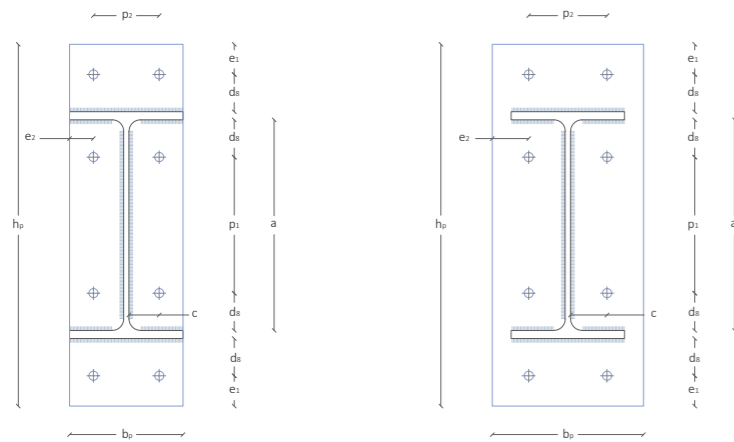
- Fv,Ed: 33% Vpl, Rd
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas											Resistencias		Comprobación a aplastamiento (p1 máx)						
		8 TORNILLOS	hp	bp	e2	p1 máx (mm) tp = 5 mm	p1 máx (mm) tp = 10 mm	p1 máx (mm) tp = 12 mm	p1 máx (mm) tp = 15 mm	p1 máx (mm) tp = 20 mm	c	d8 (mm)					Fv,Ed	Fv,Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				
			mm	mm								mm	tp = 5 mm	tp = 10 mm	tp = 12 mm	tp = 15 mm			tp = 20 mm	N	N	tp = 5 mm	tp = 10 mm
HEB 300	8 M12 10.9	300.00	300.00	20.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	124.50	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	305331	361600	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	8 M16 5.6	300.00	300.00	27.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	117.50	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	305331	321600	584889	1169778	1403733	1754667	2339556	
	8 M20 4.6	300.00	300.00	33.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	111.50	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	305331	401920	495636	991273	1189527	1486909	1982545	
HEB 320	8 M12 10.9	320.00	300.00	20.00	70.00	71.00	71.00	71.00	71.00	124.25	34.50	33.00	33.00	33.00	33.00	331097	361600	451200	902400	1082880	1353600	1804800	
	8 M16 6.8	320.00	300.00	27.00	70.00	71.00	71.00	71.00	71.00	117.25	34.50	33.00	33.00	33.00	33.00	331097	385920	601600	1203200	1443840	1804800	2406400	
	8 M20 4.6	320.00	300.00	33.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	111.25	40.50	40.50	40.50	40.50	40.50	331097	401920	564000	1128000	1353600	1692000	2256000	
HEB 340	8 M16 6.8	340.00	300.00	27.00	70.00	75.00	75.00	75.00	75.00	117.00	43.50	36.00	36.00	36.00	36.00	362017	385920	601600	1203200	1443840	1804800	2406400	
	8 M20 4.6	340.00	300.00	33.00	70.00	72.00	72.00	72.00	72.00	111.00	43.50	40.50	40.50	40.50	40.50	362017	401920	609576	1264727	1517673	1897091	2529455	
HEB 360	8 M16 8.8	360.00	300.00	27.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	116.75	52.50	37.50	37.50	37.50	37.50	392936	514560	601600	1203200	1443840	1804800	2406400	
	8 M20 4.6	360.00	300.00	33.00	70.00	78.00	78.00	78.00	78.00	110.75	52.50	40.50	40.50	40.50	40.50	392936	401920	609576	1280000	1536000	1920000	2560000	
HEB 400	8 M16 8.8	400.00	300.00	27.00	70.00	88.00	88.00	88.00	88.00	116.25	71.00	44.00	44.00	44.00	44.00	452199	514560	601600	1203200	1443840	1804800	2406400	
	8 M20 5.6	400.00	300.00	33.00	70.00	88.00	88.00	88.00	88.00	110.25	71.00	44.00	44.00	44.00	44.00	452199	502400	609576	1504000	1804800	2256000	3008000	
	8 M24 4.6	400.00	300.00	39.00	70.00	85.00	85.00	85.00	85.00	104.25	71.00	48.50	48.50	48.50	48.50	452199	578560	584246	1515569	1818683	2273354	3031138	
HEB 450	8 M16 8.8	450.00	300.00	27.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	116.00	94.00	49.00	49.00	49.00	49.00	513394	514560	601600	1203200	1443840	1804800	2406400	
	8 M20 6.8	450.00	300.00	33.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	110.00	94.00	49.00	49.00	49.00	49.00	513394	602880	609576	1504000	1804800	2256000	3008000	
	8 M24 4.6	450.00	300.00	39.00	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00	104.00	94.00	49.00	49.00	49.00	49.00	513394	578560	584246	1536000	1843200	2304000	3072000	
HEB 500	8 M16 10.9	500.00	300.00	27.00	70.00	111.00	111.00	111.00	111.00	115.75	117.00	55.50	55.50	55.50	55.50	581030	643200	601600	1203200	1443840	1804800	2406400	
	8 M20 6.8	500.00	300.00	33.00	70.00	111.00	111.00	111.00	111.00	109.75	117.00	55.50	55.50	55.50	55.50	581030	602880	609576	1504000	1804800	2256000	3008000	
	8 M24 5.6	500.00	300.00	39.00	70.00	111.00	111.00	111.00	111.00	103.75	117.00	55.50	55.50	55.50	55.50	581030	723200	584246	1804800	2165760	2707200	3609600	
HEB 550	8 M20 8.8	550.00	300.00	33.00	70.00	122.00	122.00	122.00	122.00	109.50	141.00	63.00	63.00	63.00	63.00	644158	803840	609576	1504000	1804800	2256000	3008000	
	8 M24 5.6	550.00	300.00	39.00	70.00	122.00	122.00	122.00	122.00	103.50	141.00	63.00	63.00	63.00	63.00	644158	723200	584246	1804800	2165760	2707200	3609600	
HEB 600	8 M20 8.8	600.00	300.00	33.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	109.25	165.00	70.50	70.50	70.50	70.50	715015	803840	609576	1504000	1804800	2256000	3008000	
	8 M24 5.6	600.00	300.00	39.00	70.00	133.00	133.00	133.00	133.00	103.25	165.00	70.50	70.50	70.50	70.50	715015	723200	584246	1804800	2165760	2707200	3609600	

TABLA 6.2.1.1. ACERO S235. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

6.2. TABLAS. UNIONES RÍGIDAS. DISEÑADAS PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

6.2.1. IPE ACERO S235

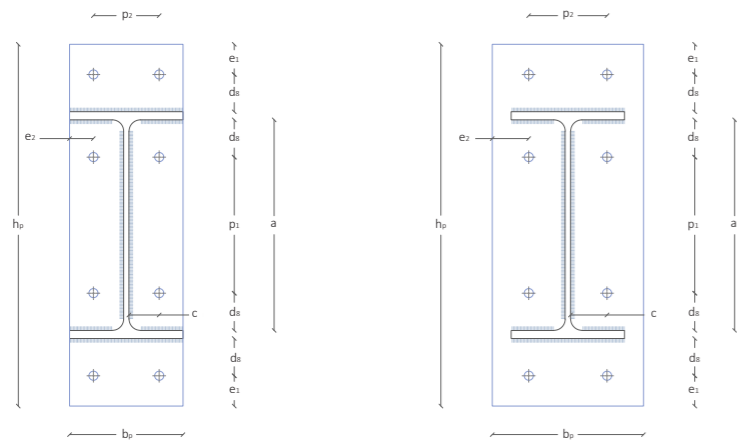
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		8 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 80	8 M10 4.6	148.60	78.00	14.00	17.00	29.00	44.00	20.10	20.30	2883	12480	8677	16704	45818	61091	76364	91636	1.852	0.602	
IPE 100	8 M10 4.6	168.60	79.00	14.00	17.00	48.00	45.00	20.45	20.30	4119	12480	11689	16704	45818	61091	76364	91636	1.852	0.830	
IPE 120	8 M10 5.6	188.40	79.00	14.00	17.00	67.00	45.00	20.30	20.20	5088	15600	14960	20880	45818	61091	76364	91636	2.315	0.838	
IPE 140	8 M10 6.8	208.20	79.00	14.00	17.00	86.00	45.00	20.15	20.10	6138	18720	18581	25056	45818	61091	76364	91636	2.778	0.858	
	8 M12 4.6	220.20	93.00	16.00	20.00	78.00	53.00	24.15	24.10	6138	18080	18581	24278	53169	70892	88615	106338	2.222	0.886	
IPE 160	8 M10 8.8	228.20	82.00	14.00	17.00	105.00	48.00	21.50	20.10	7834	24960	22733	33408	45818	61091	76364	91636	3.704	0.800	
	8 M12 5.6	240.20	93.00	16.00	20.00	97.00	53.00	24.00	24.10	7834	22600	22733	30348	53169	70892	88615	106338	2.778	0.882	
IPE 180	8 M10 8.8	248.00	91.00	14.00	17.00	124.00	57.00	25.85	20.00	9045	24960	27000	33408	45818	61091	76364	91636	3.704	0.940	
	8 M12 6.8	260.00	94.00	16.00	20.00	116.00	54.00	24.35	24.00	9045	27120	27000	36417	53169	70892	88615	106338	3.333	0.863	
	8 M16 4.6	288.00	124.00	22.00	27.00	100.00	70.00	32.35	32.00	9045	32160	27000	45216	70400	93867	117333	140800	2.963	0.708	
IPE 200	8 M10 10.9	268.00	100.00	14.00	17.00	143.00	66.00	30.20	20.00	11306	31200	32140	41760	45818	61091	76364	91636	4.630	0.912	
	8 M12 8.8	280.00	100.00	16.00	20.00	135.00	60.00	27.20	24.00	11306	36160	32140	48556	53169	70892	88615	106338	4.444	0.785	
	8 M16 4.6	308.00	124.00	22.00	27.00	119.00	70.00	32.20	32.00	11306	32160	32140	45216	70400	93867	117333	140800	2.963	0.859	
IPE 220	8 M12 8.8	300.60	110.00	16.00	20.00	153.00	70.00	32.05	24.30	12841	36160	37956	48556	53169	70892	88615	106338	4.444	0.913	
	8 M16 4.6	328.60	124.00	22.00	27.00	137.00	70.00	32.05	32.30	12841	32160	37956	45216	70400	93867	117333	140800	2.963	0.999	
IPE 240	8 M12 10.9	320.40	120.00	16.00	20.00	172.00	80.00	36.90	24.20	15425	45200	44480	60696	53169	70892	88615	106338	5.556	0.865	
	8 M16 5.6	348.40	125.00	22.00	27.00	156.00	71.00	32.40	32.20	15425	40200	44480	56520	70400	93867	117333	140800	3.704	0.946	
IPE 270	8 M16 6.8	378.60	135.00	22.00	27.00	185.00	81.00	37.20	32.30	17848	48240	52119	67824	70400	93867	117333	140800	4.444	0.919	
	8 M20 4.6	404.60	153.00	27.00	33.00	169.00	87.00	40.20	40.30	17848	50240	52119	70560	88364	117818	147273	176727	3.704	0.883	

TABLA 6.2.1.2. ACERO S235. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = hb - 2 \times tf - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

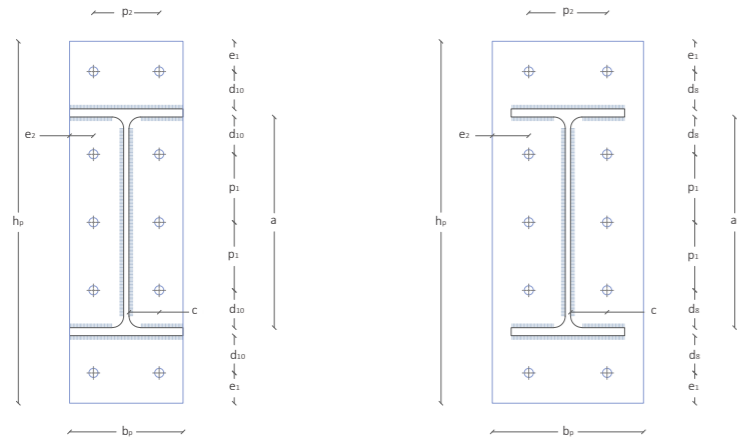
- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		8 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 300	8 M16 8.8	422.60	150.00	22.00	27.00	200.00	96.00	44.45	39.30	20755	64320	60730	90432	70400	93867	117333	140800	5.926	0.802	
	8 M20 5.6	434.60	154.00	27.00	33.00	198.00	88.00	40.45	40.30	20755	62800	60730	88200	88364	117818	147273	176727	4.630	0.822	
IPE 330	8 M16 8.8	481.00	160.00	22.00	27.00	200.00	106.00	49.25	53.50	24874	64320	70621	90432	70400	93867	117333	140800	5.926	0.945	
	8 M20 5.6	491.00	160.00	27.00	33.00	200.00	94.00	43.25	53.50	24874	62800	70621	88200	88364	117818	147273	176727	4.630	0.968	
IPE 360	8 M24 4.6	501.00	182.00	32.00	39.00	200.00	104.00	48.25	53.50	24874	72320	70621	101664	106338	141785	177231	212677	4.444	0.840	
	8 M16 10.9	538.60	170.00	22.00	27.00	200.00	116.00	54.00	67.30	28347	80400	82164	113040	70400	93867	117333	140800	7.407	0.872	
IPE 400	8 M20 6.8	548.60	170.00	27.00	33.00	200.00	104.00	48.00	67.30	28347	75360	82164	105840	88364	117818	147273	176727	5.556	0.931	
	8 M24 4.6	558.60	182.00	32.00	39.00	200.00	104.00	48.00	67.30	28347	72320	82164	101664	106338	141785	177231	212677	4.444	0.969	
IPE 450	8 M20 8.8	627.00	180.00	27.00	33.00	200.00	114.00	52.70	86.50	34485	100480	94822	141120	88364	117818	147273	176727	7.407	0.823	
	8 M24 5.6	637.00	183.00	32.00	39.00	200.00	105.00	48.20	86.50	34485	90400	94822	127080	106338	141785	177231	212677	5.556	0.914	
IPE 500	8 M20 8.8	724.80	190.00	27.00	33.00	200.00	124.00	57.30	110.40	41026	100480	109232	141120	88364	117818	147273	176727	7.407	0.961	
	8 M24 6.8	734.80	190.00	32.00	39.00	200.00	112.00	51.30	110.40	41026	108480	109232	152496	106338	141785	177231	212677	6.667	0.890	
IPE 550	8 M20 10.9	822.00	200.00	27.00	33.00	200.00	134.00	61.90	134.00	48779	125600	127165	176400	88364	117818	147273	176727	9.259	0.903	
	8 M24 8.8	832.00	200.00	32.00	39.00	200.00	122.00	55.90	134.00	48779	144640	127165	203328	106338	141785	177231	212677	8.889	0.784	
IPE 600	8 M24 8.8	929.60	210.00	32.00	39.00	200.00	132.00	60.45	157.80	58067	144640	145972	203328	106338	141785	177231	212677	8.889	0.914	
IPE 600	8 M24 10.9	1026.00	220.00	32.00	39.00	200.00	142.00	65.00	181.00	67677	180800	169494	254160	106338	141785	177231	212677	11.111	0.851	

TABLA 6.2.1.3. ACERO S235. PERFIL IPE. 10 TORNILLOS.

PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

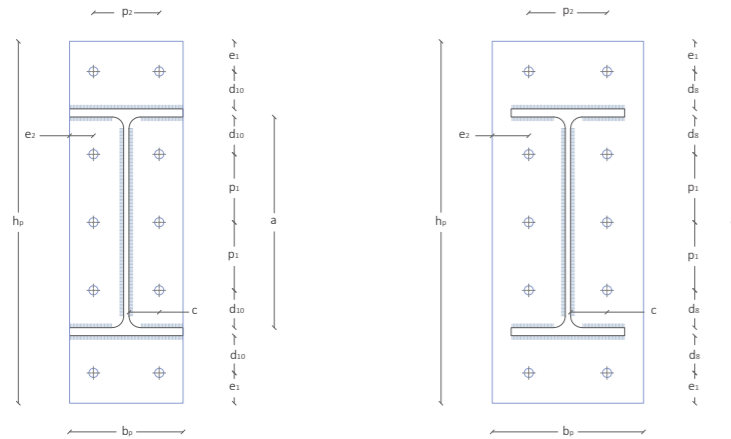
- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		10 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d10	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	10 M10 4.6	189.40	79.00	14.00	17.00	33.00	45.00	20.30	20.70	4070	12480	14960	16704	45818	61091	76364	91636	1.852	0.966	
IPE 140	10 M10 5.6	208.20	79.00	14.00	17.00	43.00	45.00	20.15	20.10	4910	15600	18581	20880	45818	61091	76364	91636	2.315	0.950	
	10 M12 4.6	220.20	93.00	16.00	20.00	39.00	53.00	24.15	24.10	4910	18080	18581	24278	53169	70892	88615	106338	2.222	0.818	
IPE 160	10 M10 6.8	229.20	82.00	14.00	17.00	52.00	48.00	21.50	20.60	6267	18720	22733	25056	45818	61091	76364	91636	2.778	0.983	
	10 M12 5.6	241.20	93.00	16.00	20.00	48.00	53.00	24.00	24.60	6267	22600	22733	30348	53169	70892	88615	106338	2.778	0.812	
IPE 180	10 M10 8.8	248.00	91.00	14.00	17.00	62.00	57.00	25.85	20.00	7236	24960	27000	33408	45818	61091	76364	91636	3.704	0.867	
	10 M12 5.6	260.00	94.00	16.00	20.00	58.00	54.00	24.35	24.00	7236	22600	27000	30348	53169	70892	88615	106338	2.778	0.956	
	10 M16 4.6	288.00	124.00	22.00	27.00	50.00	70.00	32.35	32.00	7236	32160	27000	45216	70400	93867	117333	140800	2.963	0.652	
IPE 200	10 M10 10.9	269.00	100.00	14.00	17.00	71.00	66.00	30.20	20.50	9045	31200	32140	41760	45818	61091	76364	91636	4.630	0.840	
	10 M12 6.8	281.00	100.00	16.00	20.00	67.00	60.00	27.20	24.50	9045	27120	32140	36417	53169	70892	88615	106338	3.333	0.964	
	10 M16 4.6	309.00	124.00	22.00	27.00	59.00	70.00	32.20	32.50	9045	32160	32140	45216	70400	93867	117333	140800	2.963	0.789	
IPE 220	10 M10 10.9	289.60	110.00	14.00	17.00	80.00	76.00	35.05	20.80	10273	31200	37956	41760	45818	61091	76364	91636	4.630	0.978	
	10 M12 8.8	301.60	110.00	16.00	20.00	76.00	70.00	32.05	24.80	10273	36160	37956	48556	53169	70892	88615	106338	4.444	0.842	
	10 M16 4.6	329.60	124.00	22.00	27.00	68.00	70.00	32.05	32.80	10273	32160	37956	45216	70400	93867	117333	140800	2.963	0.919	
IPE 240	10 M12 8.8	320.40	120.00	16.00	20.00	86.00	80.00	36.90	24.20	12340	36160	44480	48556	53169	70892	88615	106338	4.444	0.996	
	10 M16 5.6	348.40	125.00	22.00	27.00	78.00	71.00	32.40	32.20	12340	40200	44480	56520	70400	93867	117333	140800	3.704	0.869	
IPE 270	10 M12 10.9	351.60	135.00	16.00	20.00	100.00	95.00	44.20	24.80	14278	45200	52119	60696	53169	70892	88615	106338	5.556	0.929	
	10 M16 6.8	379.60	135.00	22.00	27.00	92.00	81.00	37.20	32.80	14278	48240	52119	67824	70400	93867	117333	140800	4.444	0.845	
	10 M20 4.6	405.60	153.00	27.00	33.00	84.00	87.00	40.20	40.80	14278	50240	52119	70560	88364	117818	147273	176727	3.704	0.812	

TABLA 6.2.1.4. ACERO S235. PERFIL IPE. 10 TORNILLOS.

PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

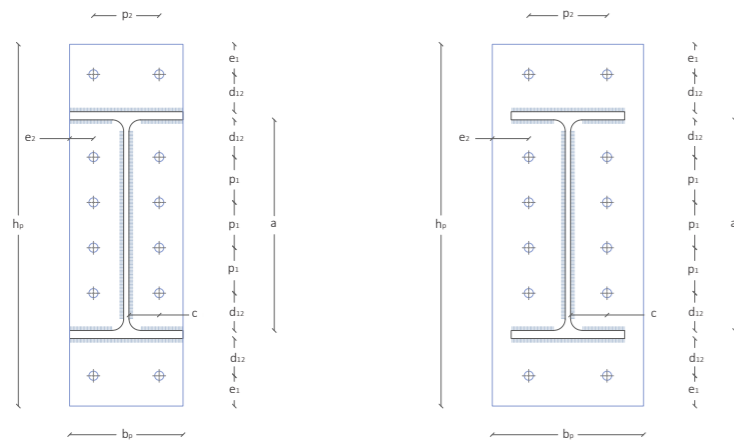
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 10 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitud combinada
		hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d10	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				tp ≥ (D/6) x (fub/fu)	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm	tp = 15,20,25,30 mm	
IPE 300	10 M16 6.8	408.60	150.00	22.00	27.00	107.00	96.00	44.45	32.30	16604	48240	60730	67824	70400	93867	117333	140800	4.444	0.984
	10 M20 4.6	434.60	154.00	27.00	33.00	99.00	88.00	40.45	40.30	16604	50240	60730	70560	88364	117818	147273	176727	3.704	0.945
IPE 330	10 M16 8.8	439.00	160.00	22.00	27.00	121.00	106.00	49.25	32.50	19899	64320	70621	90432	70400	93867	117333	140800	5.926	0.867
	10 M20 5.6	465.00	160.00	27.00	33.00	113.00	94.00	43.25	40.50	19899	62800	70621	88200	88364	117818	147273	176727	4.630	0.889
IPE 360	10 M24 4.6	491.00	182.00	32.00	39.00	105.00	104.00	48.25	48.50	19899	72320	70621	101664	106338	141785	177231	212677	4.444	0.771
	10 M16 10.9	468.60	170.00	22.00	27.00	135.00	116.00	54.00	32.30	22677	80400	82164	113040	70400	93867	117333	140800	7.407	0.801
IPE 400	10 M20 6.8	494.60	170.00	27.00	33.00	127.00	104.00	48.00	40.30	22677	75360	82164	105840	88364	117818	147273	176727	5.556	0.855
	10 M24 4.6	520.60	182.00	32.00	39.00	119.00	104.00	48.00	48.30	22677	72320	82164	101664	106338	141785	177231	212677	4.444	0.891
IPE 450	10 M16 10.9	509.00	180.00	22.00	27.00	154.00	126.00	58.70	32.50	27588	80400	94822	113040	70400	93867	117333	140800	7.407	0.942
	10 M20 8.8	535.00	180.00	27.00	33.00	146.00	114.00	52.70	40.50	27588	100480	94822	141120	88364	117818	147273	176727	7.407	0.755
IPE 500	10 M24 5.6	561.00	183.00	32.00	39.00	138.00	105.00	48.20	48.50	27588	90400	94822	127080	106338	141785	177231	212677	5.556	0.838
	10 M20 8.8	584.80	190.00	27.00	33.00	170.00	124.00	57.30	40.40	32821	100480	109232	141120	88364	117818	147273	176727	7.407	0.880
IPE 550	10 M24 5.6	610.80	190.00	32.00	39.00	162.00	112.00	51.30	48.40	32821	90400	109232	127080	106338	141785	177231	212677	5.556	0.977
	10 M20 10.9	634.00	200.00	27.00	33.00	194.00	134.00	61.90	40.00	39023	125600	127165	176400	88364	117818	147273	176727	9.259	0.826
IPE 600	10 M24 6.8	660.00	200.00	32.00	39.00	186.00	122.00	55.90	48.00	39023	108480	127165	152496	106338	141785	177231	212677	6.667	0.955
	10 M20 10.9	719.60	210.00	27.00	33.00	200.00	144.00	66.45	57.80	46453	125600	145972	176400	88364	117818	147273	176727	9.259	0.961
IPE 600	10 M24 8.8	729.60	210.00	32.00	39.00	200.00	132.00	60.45	57.80	46453	144640	145972	203328	106338	141785	177231	212677	8.889	0.834
	10 M24 8.8	826.00	220.00	32.00	39.00	200.00	142.00	65.00	81.00	54142	144640	169494	203328	106338	141785	177231	212677	8.889	0.970

TABLA 6.2.1.5. ACERO S235. PERFIL IPE. 12 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

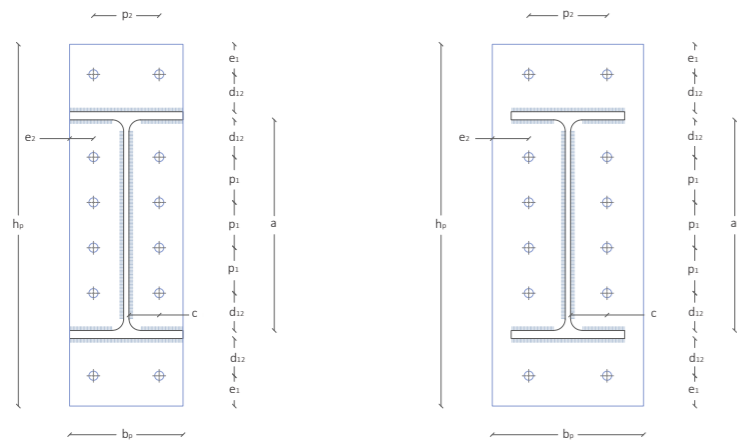
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 12 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitud combinada	
		hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d12	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				tp ≥ (D/6) x (fub/fu)		
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm	tp = 15,20,25,30 mm		
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 140	12 M10 5.6	210.20	79.00	14.00	17.00	28.00	45.00	20.15	21.10	4092	15600	18581	20880	45818	61091	76364	91636	2.315	0.898	
IPE 160	12 M10 6.8	228.20	82.00	14.00	17.00	35.00	48.00	21.50	20.10	5222	18720	22733	25056	45818	61091	76364	91636	2.778	0.927	
	12 M12 4.6	241.20	93.00	16.00	20.00	32.00	53.00	24.00	24.60	5222	18080	22733	24278	53169	70892	88615	106338	2.222	0.958	
IPE 180	12 M10 8.8	249.00	91.00	14.00	17.00	41.00	57.00	25.85	20.50	6030	24960	27000	33408	45818	61091	76364	91636	3.704	0.819	
	12 M12 5.6	262.00	94.00	16.00	20.00	38.00	54.00	24.35	25.00	6030	22600	27000	30348	53169	70892	88615	106338	2.778	0.902	
IPE 200	12 M10 8.8	270.00	100.00	14.00	17.00	47.00	66.00	30.20	21.00	7538	24960	32140	33408	45818	61091	76364	91636	3.704	0.989	
	12 M12 6.8	280.00	100.00	16.00	20.00	45.00	60.00	27.20	24.00	7538	27120	32140	36417	53169	70892	88615	106338	3.333	0.908	
IPE 220	12 M10 10.9	290.60	110.00	14.00	17.00	53.00	76.00	35.05	21.30	8561	31200	37956	41760	45818	61091	76364	91636	4.630	0.924	
	12 M12 8.8	300.60	110.00	16.00	20.00	51.00	70.00	32.05	24.30	8561	36160	37956	48556	53169	70892	88615	106338	4.444	0.795	
	12 M16 4.6	330.60	124.00	22.00	27.00	45.00	70.00	32.05	33.30	8561	32160	37956	45216	70400	93867	117333	140800	2.963	0.866	
IPE 240	12 M12 8.8	321.40	120.00	16.00	20.00	57.00	80.00	36.90	24.70	10283	36160	44480	48556	53169	70892	88615	106338	4.444	0.939	
	12 M16 5.6	348.40	125.00	22.00	27.00	52.00	71.00	32.40	32.20	10283	40200	44480	56520	70400	93867	117333	140800	3.704	0.818	
IPE 270	12 M12 10.9	350.60	135.00	16.00	20.00	67.00	95.00	44.20	24.30	11899	45200	52119	60696	53169	70892	88615	106338	5.556	0.877	
	12 M16 5.6	380.60	135.00	22.00	27.00	61.00	81.00	37.20	33.30	11899	40200	52119	56520	70400	93867	117333	140800	3.704	0.955	
	12 M20 4.6	405.60	153.00	27.00	33.00	56.00	87.00	40.20	40.80	11899	50240	52119	70560	88364	117818	147273	176727	3.704	0.764	

**TABLA 6.2.1.6. ACERO S235. PERFIL IPE. 12 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

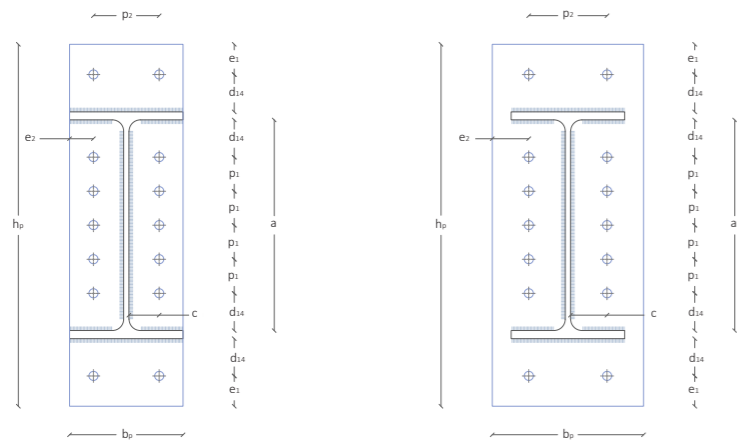
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 12 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitud combinada
		hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d12	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				tp ≥ (D/6) x (fub/fu)	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm	tp = 15,20,25,30 mm	
IPE 300	12 M16 6.8	409.60	150.00	22.00	27.00	71.00	96.00	44.45	32.80	13837	48240	60730	67824	70400	93867	117333	140800	4.444	0.926
	12 M20 4.6	434.60	154.00	27.00	33.00	66.00	88.00	40.45	40.30	13837	50240	60730	70560	88364	117818	147273	176727	3.704	0.890
IPE 330	12 M16 8.8	438.00	160.00	22.00	27.00	81.00	106.00	49.25	32.00	16583	64320	70621	90432	70400	93867	117333	140800	5.926	0.816
	12 M20 5.6	466.00	160.00	27.00	33.00	75.00	94.00	43.25	41.00	16583	62800	70621	88200	88364	117818	147273	176727	4.630	0.836
IPE 360	12 M24 4.6	491.00	182.00	32.00	39.00	70.00	104.00	48.25	48.50	16583	72320	70621	101664	106338	141785	177231	212677	4.444	0.725
	12 M16 8.8	468.60	170.00	22.00	27.00	90.00	116.00	54.00	32.30	18898	64320	82164	90432	70400	93867	117333	140800	5.926	0.943
IPE 400	12 M20 5.6	496.60	170.00	27.00	33.00	84.00	104.00	48.00	41.30	18898	62800	82164	88200	88364	117818	147273	176727	4.630	0.966
	12 M24 4.6	521.60	182.00	32.00	39.00	79.00	104.00	48.00	48.80	18898	72320	82164	101664	106338	141785	177231	212677	4.444	0.839
IPE 450	12 M16 10.9	508.00	180.00	22.00	27.00	103.00	126.00	58.70	32.00	22990	80400	94822	113040	70400	93867	117333	140800	7.407	0.885
	12 M20 6.8	536.00	180.00	27.00	33.00	97.00	114.00	52.70	41.00	22990	75360	94822	105840	88364	117818	147273	176727	5.556	0.945
IPE 500	12 M24 4.6	561.00	183.00	32.00	39.00	92.00	105.00	48.20	48.50	22990	72320	94822	101664	106338	141785	177231	212677	4.444	0.984
	12 M20 8.8	585.80	190.00	27.00	33.00	113.00	124.00	57.30	40.90	27351	100480	109232	141120	88364	117818	147273	176727	7.407	0.825
IPE 550	12 M24 5.6	610.80	190.00	32.00	39.00	108.00	112.00	51.30	48.40	27351	90400	109232	127080	106338	141785	177231	212677	5.556	0.917
	12 M20 8.8	635.00	200.00	27.00	33.00	129.00	134.00	61.90	40.50	32519	100480	127165	141120	88364	117818	147273	176727	7.407	0.967
IPE 600	12 M24 6.8	660.00	200.00	32.00	39.00	124.00	122.00	55.90	48.00	32519	108480	127165	152496	106338	141785	177231	212677	6.667	0.895
	12 M20 10.9	684.60	210.00	27.00	33.00	145.00	144.00	66.45	40.30	38711	125600	145972	176400	88364	117818	147273	176727	9.259	0.899
IPE 600	12 M24 8.8	712.60	210.00	32.00	39.00	139.00	132.00	60.45	49.30	38711	144640	145972	203328	106338	141785	177231	212677	8.889	0.780
	12 M24 8.8	761.00	220.00	32.00	39.00	155.00	142.00	65.00	48.50	45118	144640	169494	203328	106338	141785	177231	212677	8.889	0.907

TABLA 6.2.1.7. ACERO S235. PERFIL IPE. 14 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

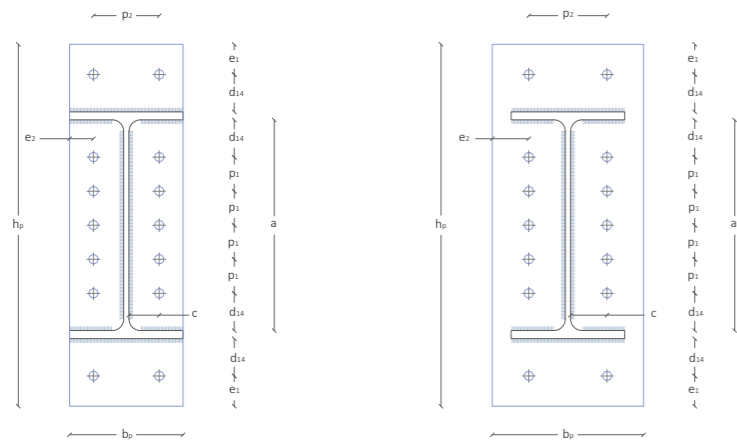
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		14 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d14	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 160	14 M10 6.8	229.20	82.00	14.00	17.00	26.00	48.00	21.50	20.60	4476	18720	22733	25056	45818	61091	76364	91636	2.778	0.887	
IPE 180	14 M10 8.8	248.00	91.00	14.00	17.00	31.00	57.00	25.85	20.00	5169	24960	27000	33408	45818	61091	76364	91636	3.704	0.784	
	14 M12 5.6	260.00	94.00	16.00	20.00	29.00	54.00	24.35	24.00	5169	22600	27000	30348	53169	70892	88615	106338	2.778	0.864	
IPE 200	14 M10 8.8	271.00	100.00	14.00	17.00	35.00	66.00	30.20	21.50	6461	24960	32140	33408	45818	61091	76364	91636	3.704	0.946	
	14 M12 6.8	283.00	100.00	16.00	20.00	33.00	60.00	27.20	25.50	6461	27120	32140	36417	53169	70892	88615	106338	3.333	0.869	
IPE 220	14 M10 10.9	289.60	110.00	14.00	17.00	40.00	76.00	35.05	20.80	7338	31200	37956	41760	45818	61091	76364	91636	4.630	0.884	
	14 M12 8.8	301.60	110.00	16.00	20.00	38.00	70.00	32.05	24.80	7338	36160	37956	48556	53169	70892	88615	106338	4.444	0.761	
IPE 240	14 M12 8.8	320.40	120.00	16.00	20.00	43.00	80.00	36.90	24.20	8814	36160	44480	48556	53169	70892	88615	106338	4.444	0.898	
IPE 270	14 M12 10.9	351.60	135.00	16.00	20.00	50.00	95.00	44.20	24.80	10199	45200	52119	60696	53169	70892	88615	106338	5.556	0.839	
	14 M16 5.6	379.60	135.00	22.00	27.00	46.00	81.00	37.20	32.80	10199	40200	52119	56520	70400	93867	117333	140800	3.704	0.912	

TABLA 6.2.1.8. ACERO S235. PERFIL IPE. 14 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

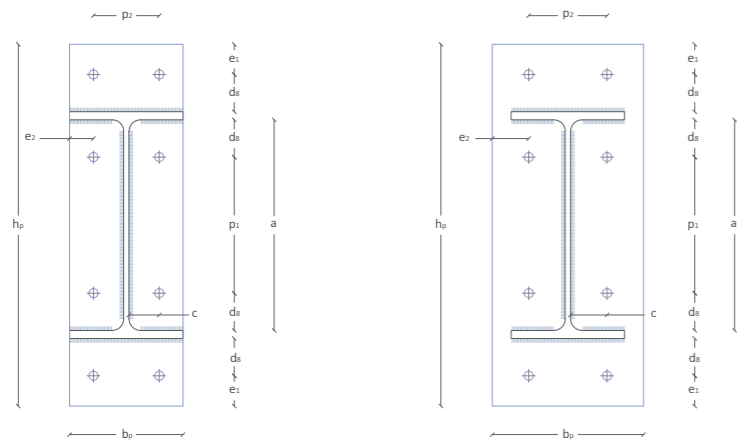
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 14 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitud combinada
		hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d14	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				tp ≥ (D/6) x (fub/fu)	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm	tp = 15,20,25,30 mm	
IPE 300	14 M16 6.8	410.60	150.00	22.00	27.00	53.00	96.00	44.45	33.30	11860	48240	60730	67824	70400	93867	117333	140800	4.444	0.885
	14 M20 4.6	436.60	154.00	27.00	33.00	49.00	88.00	40.45	41.30	11860	50240	60730	70560	88364	117818	147273	176727	3.704	0.851
IPE 330	14 M16 8.8	441.00	160.00	22.00	27.00	60.00	106.00	49.25	33.50	14214	64320	70621	90432	70400	93867	117333	140800	5.926	0.779
	14 M20 5.6	467.00	160.00	27.00	33.00	56.00	94.00	43.25	41.50	14214	62800	70621	88200	88364	117818	147273	176727	4.630	0.798
IPE 360	14 M16 8.8	470.60	170.00	22.00	27.00	67.00	116.00	54.00	33.30	16198	64320	82164	90432	70400	93867	117333	140800	5.926	0.901
	14 M20 5.6	496.60	170.00	27.00	33.00	63.00	104.00	48.00	41.30	16198	62800	82164	88200	88364	117818	147273	176727	4.630	0.923
IPE 400	14 M24 4.6	522.60	182.00	32.00	39.00	59.00	104.00	48.00	49.30	16198	72320	82164	101664	106338	141785	177231	212677	4.444	0.801
	14 M16 10.9	509.00	180.00	22.00	27.00	77.00	126.00	58.70	32.50	19706	80400	94822	113040	70400	93867	117333	140800	7.407	0.844
IPE 450	14 M20 6.8	535.00	180.00	27.00	33.00	73.00	114.00	52.70	40.50	19706	75360	94822	105840	88364	117818	147273	176727	5.556	0.901
	14 M24 4.6	561.00	183.00	32.00	39.00	69.00	105.00	48.20	48.50	19706	72320	94822	101664	106338	141785	177231	212677	4.444	0.939
IPE 500	14 M16 10.9	558.80	190.00	22.00	27.00	89.00	136.00	63.30	32.40	23444	80400	109232	113040	70400	93867	117333	140800	7.407	0.982
	14 M20 8.8	584.80	190.00	27.00	33.00	85.00	124.00	57.30	40.40	23444	100480	109232	141120	88364	117818	147273	176727	7.407	0.786
IPE 550	14 M24 5.6	610.80	190.00	32.00	39.00	81.00	112.00	51.30	48.40	23444	90400	109232	127080	106338	141785	177231	212677	5.556	0.873
	14 M20 8.8	634.00	200.00	27.00	33.00	97.00	134.00	61.90	40.00	27874	100480	127165	141120	88364	117818	147273	176727	7.407	0.921
IPE 600	14 M24 6.8	660.00	200.00	32.00	39.00	93.00	122.00	55.90	48.00	27874	108480	127165	152496	106338	141785	177231	212677	6.667	0.853
	14 M20 10.9	687.60	210.00	27.00	33.00	108.00	144.00	66.45	41.80	33181	125600	145972	176400	88364	117818	147273	176727	9.259	0.855
IPE 600	14 M24 6.8	713.60	210.00	32.00	39.00	104.00	132.00	60.45	49.80	33181	108480	145972	152496	106338	141785	177231	212677	6.667	0.990
	14 M24 8.8	762.00	220.00	32.00	39.00	116.00	142.00	65.00	49.00	38673	144640	169494	203328	106338	141785	177231	212677	8.889	0.863

TABLA 6.2.2.1. ACERO S275. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

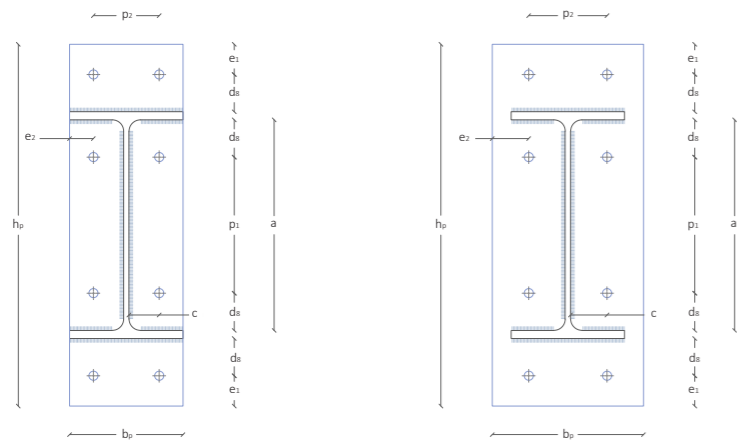
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		8 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 80	8 M10 4.6	148.60	78.00	14.00	17.00	29.00	44.00	20.10	20.30	3374	12480	10154	16704	52182	69576	86970	104364	1.626	0.705	
IPE 100	8 M10 4.6	168.60	79.00	14.00	17.00	48.00	45.00	20.45	20.30	4820	12480	13678	16704	52182	69576	86970	104364	1.626	0.971	
IPE 120	8 M10 5.6	188.40	79.00	14.00	17.00	67.00	45.00	20.30	20.20	5954	15600	17506	20880	52182	69576	86970	104364	2.033	0.981	
	8 M12 4.6	200.40	93.00	16.00	20.00	59.00	53.00	24.30	24.20	5954	18080	17506	24278	60554	80738	100923	121108	1.951	0.844	
IPE 140	8 M10 8.8	208.20	79.00	14.00	17.00	86.00	45.00	20.15	20.10	7183	24960	21743	33408	52182	69576	86970	104364	3.252	0.753	
	8 M12 5.6	220.20	93.00	16.00	20.00	78.00	53.00	24.15	24.10	7183	22600	21743	30348	60554	80738	100923	121108	2.439	0.830	
IPE 160	8 M10 8.8	228.20	82.00	14.00	17.00	105.00	48.00	21.50	20.10	9167	24960	26602	33408	52182	69576	86970	104364	3.252	0.936	
	8 M12 6.8	240.20	93.00	16.00	20.00	97.00	53.00	24.00	24.10	9167	27120	26602	36417	60554	80738	100923	121108	2.927	0.860	
	8 M16 4.6	268.20	123.00	22.00	27.00	81.00	69.00	32.00	32.10	9167	32160	26602	45216	80178	106904	133630	160356	2.602	0.705	
IPE 180	8 M10 10.9	248.00	91.00	14.00	17.00	124.00	57.00	25.85	20.00	10585	31200	31596	41760	52182	69576	86970	104364	4.065	0.880	
	8 M12 8.8	260.00	94.00	16.00	20.00	116.00	54.00	24.35	24.00	10585	36160	31596	48556	60554	80738	100923	121108	3.902	0.758	
	8 M16 4.6	288.00	124.00	22.00	27.00	100.00	70.00	32.35	32.00	10585	32160	31596	45216	80178	106904	133630	160356	2.602	0.828	
IPE 200	8 M12 8.8	280.00	100.00	16.00	20.00	135.00	60.00	27.20	24.00	13231	36160	37610	48556	60554	80738	100923	121108	3.902	0.919	
	8 M16 5.6	308.00	124.00	22.00	27.00	119.00	70.00	32.20	32.00	13231	40200	37610	56520	80178	106904	133630	160356	3.252	0.804	
IPE 220	8 M12 10.9	300.60	110.00	16.00	20.00	153.00	70.00	32.05	24.30	15027	45200	44417	60696	60554	80738	100923	121108	4.878	0.855	
	8 M16 5.6	328.60	124.00	22.00	27.00	137.00	70.00	32.05	32.30	15027	40200	44417	56520	80178	106904	133630	160356	3.252	0.935	
IPE 240	8 M16 6.8	348.40	125.00	22.00	27.00	156.00	71.00	32.40	32.20	18051	48240	52051	67824	80178	106904	133630	160356	3.902	0.922	
	8 M20 4.6	374.40	153.00	27.00	33.00	140.00	87.00	40.40	40.20	18051	50240	52051	70560	100636	134182	167727	201273	3.252	0.886	
IPE 270	8 M16 8.8	378.60	135.00	22.00	27.00	185.00	81.00	37.20	32.30	20886	64320	60990	90432	80178	106904	133630	160356	5.203	0.806	
	8 M20 5.6	404.60	153.00	27.00	33.00	169.00	87.00	40.20	40.30	20886	62800	60990	88200	100636	134182	167727	201273	4.065	0.827	

**TABLA 6.2.2.2. ACERO S275. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

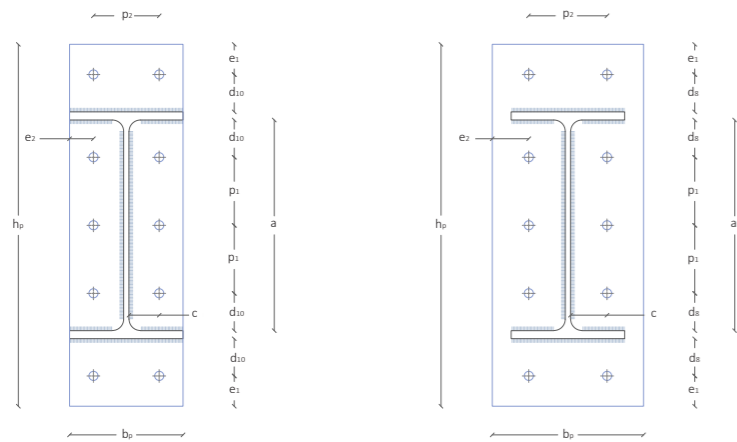
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		8 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 300	8 M16 8.8	422.60	150.00	22.00	27.00	200.00	96.00	44.45	39.30	24288	64320	71066	90432	80178	106904	133630	160356	5.203	0.939	
	8 M20 5.6	434.60	154.00	27.00	33.00	198.00	88.00	40.45	40.30	24288	62800	71066	88200	100636	134182	167727	201273	4.065	0.962	
	8 M24 4.6	460.60	182.00	32.00	39.00	182.00	104.00	48.45	48.30	24288	72320	71066	101664	121108	161477	201846	242215	3.902	0.835	
IPE 330	8 M16 10.9	481.00	160.00	22.00	27.00	200.00	106.00	49.25	53.50	29108	80400	82642	113040	80178	106904	133630	160356	6.504	0.884	
	8 M20 6.8	491.00	160.00	27.00	33.00	200.00	94.00	43.25	53.50	29108	75360	82642	105840	100636	134182	167727	201273	4.878	0.944	
	8 M24 4.6	501.00	182.00	32.00	39.00	200.00	104.00	48.25	53.50	29108	72320	82642	101664	121108	161477	201846	242215	3.902	0.983	
IPE 360	8 M20 8.8	548.60	170.00	27.00	33.00	200.00	104.00	48.00	67.30	33172	100480	96150	141120	100636	134182	167727	201273	6.504	0.817	
	8 M24 5.6	558.60	182.00	32.00	39.00	200.00	104.00	48.00	67.30	33172	90400	96150	127080	121108	161477	201846	242215	4.878	0.907	
IPE 400	8 M20 8.8	627.00	180.00	27.00	33.00	200.00	114.00	52.70	86.50	40354	100480	110962	141120	100636	134182	167727	201273	6.504	0.963	
	8 M24 6.8	637.00	183.00	32.00	39.00	200.00	105.00	48.20	86.50	40354	108480	110962	152496	121108	161477	201846	242215	5.854	0.892	
IPE 450	8 M20 10.9	724.80	190.00	27.00	33.00	200.00	124.00	57.30	110.40	48009	125600	127824	176400	100636	134182	167727	201273	8.130	0.900	
	8 M24 8.8	734.80	190.00	32.00	39.00	200.00	112.00	51.30	110.40	48009	144640	127824	203328	121108	161477	201846	242215	7.805	0.781	
IPE 500	8 M24 8.8	832.00	200.00	32.00	39.00	200.00	122.00	55.90	134.00	57082	144640	148810	203328	121108	161477	201846	242215	7.805	0.917	
IPE 550	8 M24 10.9	929.60	210.00	32.00	39.00	200.00	132.00	60.45	157.80	67950	180800	170818	254160	121108	161477	201846	242215	9.756	0.856	
IPE 600	8 M24 10.9	1026.00	220.00	32.00	39.00	200.00	142.00	65.00	181.00	79197	180800	198344	254160	121108	161477	201846	242215	9.756	0.995	

TABLA 6.2.2.3. ACERO S275. PERFIL IPE. 10 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = hb - 2 \times tf - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

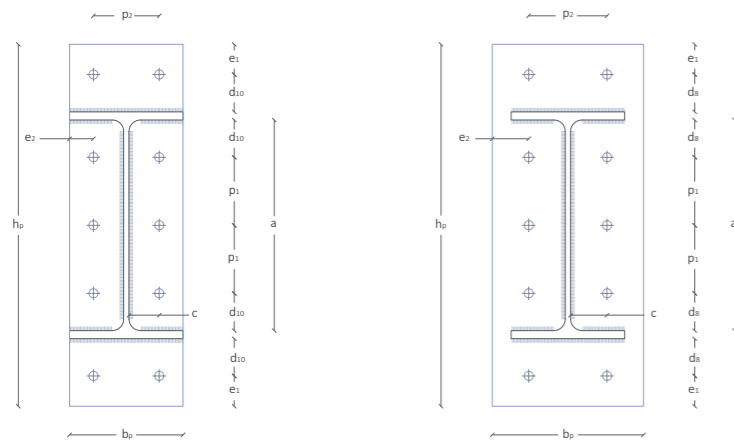
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		10 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d10	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	10 M10 5.6	189.40	79.00	14.00	17.00	33.00	45.00	20.30	20.70	4763	15600	17506	20880	52182	69576	86970	104364	2.033	0.904	
	10 M12 4.6	201.40	93.00	16.00	20.00	29.00	53.00	24.30	24.70	4763	18080	17506	24278	60554	80738	100923	121108	1.951	0.779	
IPE 140	10 M10 6.8	208.20	79.00	14.00	17.00	43.00	45.00	20.15	20.10	5746	18720	21743	25056	52182	69576	86970	104364	2.439	0.927	
	10 M12 4.6	220.20	93.00	16.00	20.00	39.00	53.00	24.15	24.10	5746	18080	21743	24278	60554	80738	100923	121108	1.951	0.958	
IPE 160	10 M10 8.8	229.20	82.00	14.00	17.00	52.00	48.00	21.50	20.60	7334	24960	26602	33408	52182	69576	86970	104364	3.252	0.863	
	10 M12 5.6	241.20	93.00	16.00	20.00	48.00	53.00	24.00	24.60	7334	22600	26602	30348	60554	80738	100923	121108	2.439	0.951	
IPE 180	10 M16 4.6	269.20	123.00	22.00	27.00	40.00	69.00	32.00	32.60	7334	32160	26602	45216	80178	106904	133630	160356	2.602	0.648	
	10 M10 10.9	248.00	91.00	14.00	17.00	62.00	57.00	25.85	20.00	8468	31200	31596	41760	52182	69576	86970	104364	4.065	0.812	
IPE 200	10 M12 6.8	260.00	94.00	16.00	20.00	58.00	54.00	24.35	24.00	8468	27120	31596	36417	60554	80738	100923	121108	2.927	0.932	
	10 M16 4.6	288.00	124.00	22.00	27.00	50.00	70.00	32.35	32.00	8468	32160	31596	45216	80178	106904	133630	160356	2.602	0.762	
IPE 220	10 M10 10.9	269.00	100.00	14.00	17.00	71.00	66.00	30.20	20.50	10585	31200	37610	41760	52182	69576	86970	104364	4.065	0.983	
	10 M12 8.8	281.00	100.00	16.00	20.00	67.00	60.00	27.20	24.50	10585	36160	37610	48556	60554	80738	100923	121108	3.902	0.846	
IPE 240	10 M16 4.6	309.00	124.00	22.00	27.00	59.00	70.00	32.20	32.50	10585	32160	37610	45216	80178	106904	133630	160356	2.602	0.923	
	10 M12 8.8	301.60	110.00	16.00	20.00	76.00	70.00	32.05	24.80	12021	36160	44417	48556	60554	80738	100923	121108	3.902	0.986	
IPE 270	10 M16 5.6	329.60	124.00	22.00	27.00	68.00	70.00	32.05	32.80	12021	40200	44417	56520	80178	106904	133630	160356	3.252	0.860	
	10 M12 10.9	320.40	120.00	16.00	20.00	86.00	80.00	36.90	24.20	14441	45200	52051	60696	60554	80738	100923	121108	4.878	0.932	
IPE 270	10 M16 6.8	348.40	125.00	22.00	27.00	78.00	71.00	32.40	32.20	14441	48240	52051	67824	80178	106904	133630	160356	3.902	0.848	
	10 M20 4.6	374.40	153.00	27.00	33.00	70.00	87.00	40.40	40.20	14441	50240	52051	70560	100636	134182	167727	201273	3.252	0.814	
IPE 270	10 M16 6.8	379.60	135.00	22.00	27.00	92.00	81.00	37.20	32.80	16709	48240	60990	67824	80178	106904	133630	160356	3.902	0.989	
	10 M20 4.6	405.60	153.00	27.00	33.00	84.00	87.00	40.20	40.80	16709	50240	60990	70560	100636	134182	167727	201273	3.252	0.950	

TABLA 6.2.2.4. ACERO S275. PERFIL IPE. 10 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

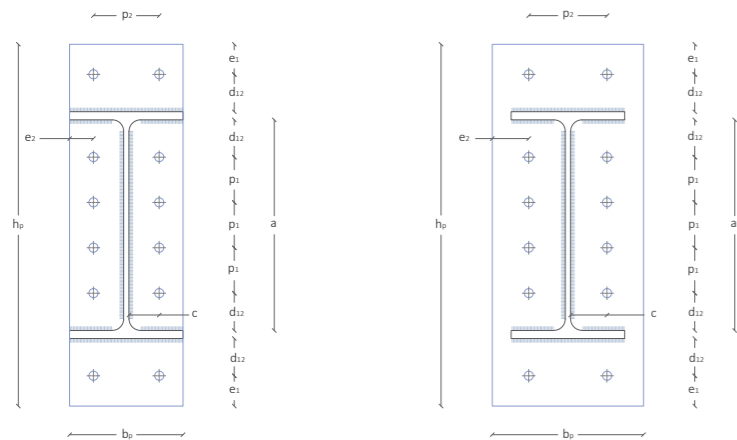
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		10 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d10	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 300	10 M16 8.8	408.60	150.00	22.00	27.00	107.00	96.00	44.45	32.30	19431	64320	71066	90432	80178	106904	133630	160356	5.203	0.863	
	10 M20 5.6	434.60	154.00	27.00	33.00	99.00	88.00	40.45	40.30	19431	62800	71066	88200	100636	134182	167727	201273	4.065	0.885	
	10 M24 4.6	460.60	182.00	32.00	39.00	91.00	104.00	48.45	48.30	19431	72320	71066	101664	121108	161477	201846	242215	3.902	0.768	
IPE 330	10 M16 10.9	439.00	160.00	22.00	27.00	121.00	106.00	49.25	32.50	23286	80400	82642	113040	80178	106904	133630	160356	6.504	0.812	
	10 M20 6.8	465.00	160.00	27.00	33.00	113.00	94.00	43.25	40.50	23286	75360	82642	105840	100636	134182	167727	201273	4.878	0.867	
	10 M24 4.6	491.00	182.00	32.00	39.00	105.00	104.00	48.25	48.50	23286	72320	82642	101664	121108	161477	201846	242215	3.902	0.903	
IPE 360	10 M16 10.9	468.60	170.00	22.00	27.00	135.00	116.00	54.00	32.30	26537	80400	96150	113040	80178	106904	133630	160356	6.504	0.938	
	10 M20 8.8	494.60	170.00	27.00	33.00	127.00	104.00	48.00	40.30	26537	100480	96150	141120	100636	134182	167727	201273	6.504	0.751	
	10 M24 5.6	520.60	182.00	32.00	39.00	119.00	104.00	48.00	48.30	26537	90400	96150	127080	121108	161477	201846	242215	4.878	0.834	
IPE 400	10 M20 8.8	535.00	180.00	27.00	33.00	146.00	114.00	52.70	40.50	32284	100480	110962	141120	100636	134182	167727	201273	6.504	0.883	
	10 M24 5.6	561.00	183.00	32.00	39.00	138.00	105.00	48.20	48.50	32284	90400	110962	127080	121108	161477	201846	242215	4.878	0.981	
IPE 450	10 M20 10.9	584.80	190.00	27.00	33.00	170.00	124.00	57.30	40.40	38408	125600	127824	176400	100636	134182	167727	201273	8.130	0.823	
	10 M24 6.8	610.80	190.00	32.00	39.00	162.00	112.00	51.30	48.40	38408	108480	127824	152496	121108	161477	201846	242215	5.854	0.953	
IPE 500	10 M20 10.9	634.00	200.00	27.00	33.00	194.00	134.00	61.90	40.00	45666	125600	148810	176400	100636	134182	167727	201273	8.130	0.966	
	10 M24 8.8	660.00	200.00	32.00	39.00	186.00	122.00	55.90	48.00	45666	144640	148810	203328	121108	161477	201846	242215	7.805	0.838	
IPE 550	10 M24 8.8	729.60	210.00	32.00	39.00	200.00	132.00	60.45	57.80	54360	144640	170818	203328	121108	161477	201846	242215	7.805	0.976	
IPE 600	10 M24 10.9	826.00	220.00	32.00	39.00	200.00	142.00	65.00	81.00	63357	180800	198344	254160	121108	161477	201846	242215	9.756	0.908	

TABLA 6.2.2.5. ACERO S275. PERFIL IPE. 12 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

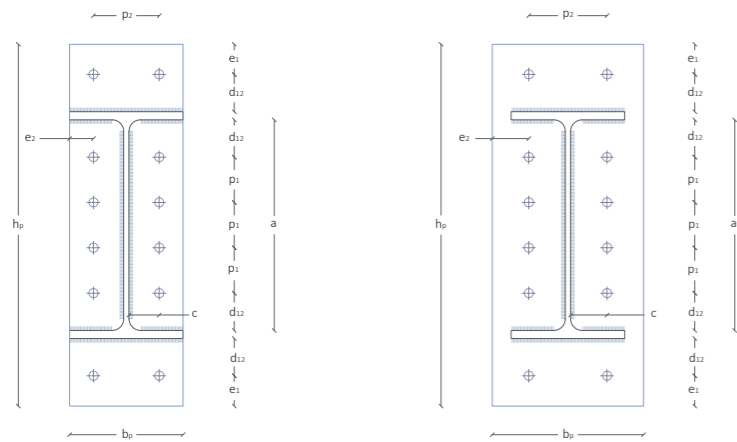
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		12 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d12	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 140	12 M10 6.8	210.20	79.00	14.00	17.00	28.00	45.00	20.15	21.10	4788	18720	21743	25056	52182	69576	86970	104364	2.439	0.876	
IPE 160	12 M10 8.8	228.20	82.00	14.00	17.00	35.00	48.00	21.50	20.10	6111	24960	26602	33408	52182	69576	86970	104364	3.252	0.814	
	12 M12 5.6	241.20	93.00	16.00	20.00	32.00	53.00	24.00	24.60	6111	22600	26602	30348	60554	80738	100923	121108	2.439	0.897	
IPE 180	12 M10 8.8	249.00	91.00	14.00	17.00	41.00	57.00	25.85	20.50	7057	24960	31596	33408	52182	69576	86970	104364	3.252	0.958	
	12 M12 6.8	262.00	94.00	16.00	20.00	38.00	54.00	24.35	25.00	7057	27120	31596	36417	60554	80738	100923	121108	2.927	0.880	
IPE 200	12 M10 10.9	270.00	100.00	14.00	17.00	47.00	66.00	30.20	21.00	8821	31200	37610	41760	52182	69576	86970	104364	4.065	0.926	
	12 M12 8.8	280.00	100.00	16.00	20.00	45.00	60.00	27.20	24.00	8821	36160	37610	48556	60554	80738	100923	121108	3.902	0.797	
IPE 220	12 M12 8.8	300.60	110.00	16.00	20.00	51.00	70.00	32.05	24.30	10018	36160	44417	48556	60554	80738	100923	121108	3.902	0.930	
	12 M16 5.6	330.60	124.00	22.00	27.00	45.00	70.00	32.05	33.30	10018	40200	44417	56520	80178	106904	133630	160356	3.252	0.811	
IPE 240	12 M12 10.9	321.40	120.00	16.00	20.00	57.00	80.00	36.90	24.70	12034	45200	52051	60696	60554	80738	100923	121108	4.878	0.879	
	12 M16 5.6	348.40	125.00	22.00	27.00	52.00	71.00	32.40	32.20	12034	40200	52051	56520	80178	106904	133630	160356	3.252	0.957	
IPE 270	12 M16 6.8	380.60	135.00	22.00	27.00	61.00	81.00	37.20	33.30	13924	48240	60990	67824	80178	106904	133630	160356	3.902	0.931	
	12 M20 4.6	405.60	153.00	27.00	33.00	56.00	87.00	40.20	40.80	13924	50240	60990	70560	100636	134182	167727	201273	3.252	0.895	

TABLA 6.2.2.6. ACERO S275. PERFIL IPE. 12 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

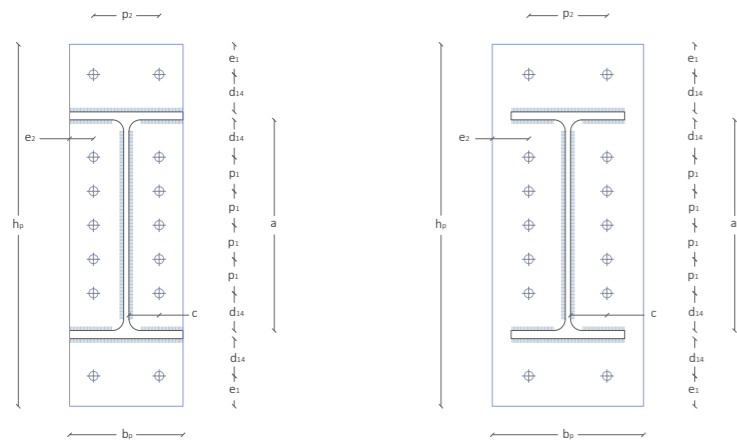
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 12 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitud combinada
		hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d12	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				tp ≥ (D/6) x (fub/fu)	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm	tp = 15,20,25,30 mm	
IPE 300	12 M16 8.8	409.60	150.00	22.00	27.00	71.00	96.00	44.45	32.80	16192	64320	71066	90432	80178	106904	133630	160356	5.203	0.813
	12 M20 5.6	434.60	154.00	27.00	33.00	66.00	88.00	40.45	40.30	16192	62800	71066	88200	100636	134182	167727	201273	4.065	0.833
	12 M24 4.6	462.60	182.00	32.00	39.00	60.00	104.00	48.45	49.30	16192	72320	71066	101664	121108	161477	201846	242215	3.902	0.723
IPE 330	12 M16 8.8	438.00	160.00	22.00	27.00	81.00	106.00	49.25	32.00	19405	64320	82642	90432	80178	106904	133630	160356	5.203	0.954
	12 M20 5.6	466.00	160.00	27.00	33.00	75.00	94.00	43.25	41.00	19405	62800	82642	88200	100636	134182	167727	201273	4.065	0.978
	12 M24 4.6	491.00	182.00	32.00	39.00	70.00	104.00	48.25	48.50	19405	72320	82642	101664	121108	161477	201846	242215	3.902	0.849
IPE 360	12 M16 10.9	468.60	170.00	22.00	27.00	90.00	116.00	54.00	32.30	22115	80400	96150	113040	80178	106904	133630	160356	6.504	0.883
	12 M20 6.8	496.60	170.00	27.00	33.00	84.00	104.00	48.00	41.30	22115	75360	96150	105840	100636	134182	167727	201273	4.878	0.942
	12 M24 4.6	521.60	182.00	32.00	39.00	79.00	104.00	48.00	48.80	22115	72320	96150	101664	121108	161477	201846	242215	3.902	0.981
IPE 400	12 M20 8.8	536.00	180.00	27.00	33.00	97.00	114.00	52.70	41.00	26903	100480	110962	141120	100636	134182	167727	201273	6.504	0.829
	12 M24 5.6	561.00	183.00	32.00	39.00	92.00	105.00	48.20	48.50	26903	90400	110962	127080	121108	161477	201846	242215	4.878	0.921
IPE 450	12 M20 8.8	585.80	190.00	27.00	33.00	113.00	124.00	57.30	40.90	32006	100480	127824	141120	100636	134182	167727	201273	6.504	0.966
	12 M24 6.8	610.80	190.00	32.00	39.00	108.00	112.00	51.30	48.40	32006	108480	127824	152496	121108	161477	201846	242215	5.854	0.894
IPE 500	12 M20 10.9	635.00	200.00	27.00	33.00	129.00	134.00	61.90	40.50	38055	125600	148810	176400	100636	134182	167727	201273	8.130	0.906
	12 M24 8.8	660.00	200.00	32.00	39.00	124.00	122.00	55.90	48.00	38055	144640	148810	203328	121108	161477	201846	242215	7.805	0.786
IPE 550	12 M24 8.8	712.60	210.00	32.00	39.00	139.00	132.00	60.45	49.30	45300	144640	170818	203328	121108	161477	201846	242215	7.805	0.913
IPE 600	12 M24 10.9	761.00	220.00	32.00	39.00	155.00	142.00	65.00	48.50	52798	180800	198344	254160	121108	161477	201846	242215	9.756	0.849

TABLA 6.2.2.7. ACERO S275. PERFIL IPE. 14 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

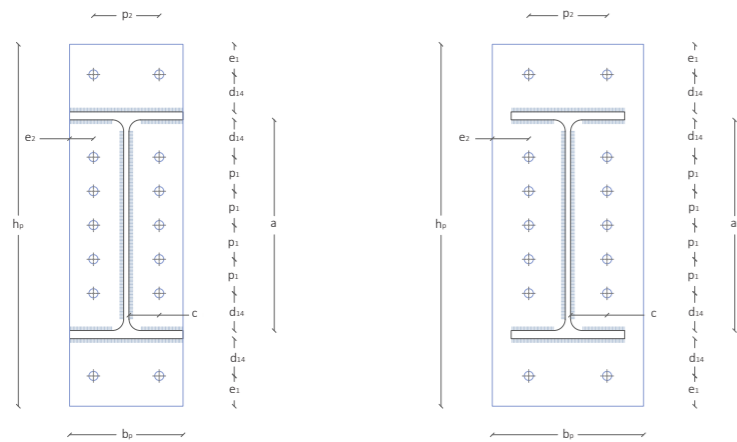
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		14 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d14	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 160	14 M10 8.8	229.20	82.00	14.00	17.00	26.00	48.00	21.50	20.60	5238	24960	26602	33408	52182	69576	86970	104364	3.252	0.779	
IPE 180	14 M10 8.8	248.00	91.00	14.00	17.00	31.00	57.00	25.85	20.00	6048	24960	31596	33408	52182	69576	86970	104364	3.252	0.918	
	14 M12 6.8	260.00	94.00	16.00	20.00	29.00	54.00	24.35	24.00	6048	27120	31596	36417	60554	80738	100923	121108	2.927	0.843	
IPE 200	14 M10 10.9	271.00	100.00	14.00	17.00	35.00	66.00	30.20	21.50	7561	31200	37610	41760	52182	69576	86970	104364	4.065	0.886	
	14 M12 8.8	283.00	100.00	16.00	20.00	33.00	60.00	27.20	25.50	7561	36160	37610	48556	60554	80738	100923	121108	3.902	0.762	
IPE 220	14 M12 8.8	301.60	110.00	16.00	20.00	38.00	70.00	32.05	24.80	8587	36160	44417	48556	60554	80738	100923	121108	3.902	0.891	
IPE 240	14 M12 10.9	320.40	120.00	16.00	20.00	43.00	80.00	36.90	24.20	10315	45200	52051	60696	60554	80738	100923	121108	4.878	0.841	
IPE 270	14 M16 6.8	379.60	135.00	22.00	27.00	46.00	81.00	37.20	32.80	11935	48240	60990	67824	80178	106904	133630	160356	3.902	0.890	

TABLA 6.2.2.8. ACERO S275. PERFIL IPE. 14 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

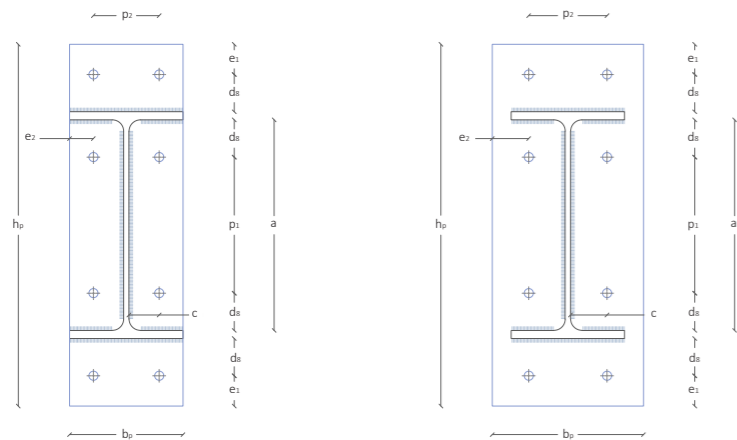
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		14 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d14	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 300	14 M16 8.8	410.60	150.00	22.00	27.00	53.00	96.00	44.45	33.30	13879	64320	71066	90432	80178	106904	133630	160356	5.203	0.777	
	14 M20 5.6	436.60	154.00	27.00	33.00	49.00	88.00	40.45	41.30	13879	62800	71066	88200	100636	134182	167727	201273	4.065	0.797	
IPE 330	14 M16 8.8	441.00	160.00	22.00	27.00	60.00	106.00	49.25	33.50	16633	64320	82642	90432	80178	106904	133630	160356	5.203	0.911	
	14 M20 5.6	467.00	160.00	27.00	33.00	56.00	94.00	43.25	41.50	16633	62800	82642	88200	100636	134182	167727	201273	4.065	0.934	
IPE 360	14 M16 10.9	470.60	170.00	22.00	27.00	67.00	116.00	54.00	33.30	18955	80400	96150	113040	80178	106904	133630	160356	6.504	0.843	
	14 M20 6.8	496.60	170.00	27.00	33.00	63.00	104.00	48.00	41.30	18955	75360	96150	105840	100636	134182	167727	201273	4.878	0.900	
	14 M24 4.6	522.60	182.00	32.00	39.00	59.00	104.00	48.00	49.30	18955	72320	96150	101664	121108	161477	201846	242215	3.902	0.938	
IPE 400	14 M16 10.9	509.00	180.00	22.00	27.00	77.00	126.00	58.70	32.50	23060	80400	110962	113040	80178	106904	133630	160356	6.504	0.988	
	14 M20 8.8	535.00	180.00	27.00	33.00	73.00	114.00	52.70	40.50	23060	100480	110962	141120	100636	134182	167727	201273	6.504	0.791	
	14 M24 5.6	561.00	183.00	32.00	39.00	69.00	105.00	48.20	48.50	23060	90400	110962	127080	121108	161477	201846	242215	4.878	0.879	
IPE 450	14 M20 8.8	584.80	190.00	27.00	33.00	85.00	124.00	57.30	40.40	27434	100480	127824	141120	100636	134182	167727	201273	6.504	0.920	
	14 M24 6.8	610.80	190.00	32.00	39.00	81.00	112.00	51.30	48.40	27434	108480	127824	152496	121108	161477	201846	242215	5.854	0.852	
IPE 500	14 M20 10.9	634.00	200.00	27.00	33.00	97.00	134.00	61.90	40.00	32618	125600	148810	176400	100636	134182	167727	201273	8.130	0.862	
	14 M24 6.8	660.00	200.00	32.00	39.00	93.00	122.00	55.90	48.00	32618	108480	148810	152496	121108	161477	201846	242215	5.854	0.998	
IPE 550	14 M24 8.8	713.60	210.00	32.00	39.00	104.00	132.00	60.45	49.80	38829	144640	170818	203328	121108	161477	201846	242215	7.805	0.869	
IPE 600	14 M24 10.9	762.00	220.00	32.00	39.00	116.00	142.00	65.00	49.00	45255	180800	198344	254160	121108	161477	201846	242215	9.756	0.808	

TABLA 6.2.3.1. ACERO S355. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

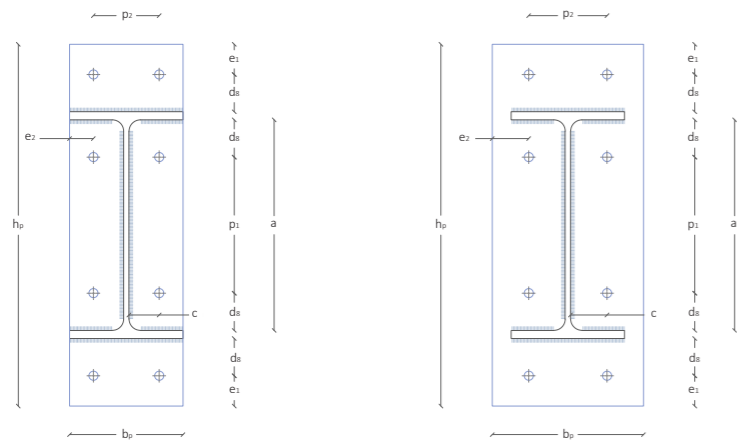
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		8 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 80	8 M10 4.6	148.60	78.00	14.00	17.00	29.00	44.00	20.10	20.30	4355	12480	13108	16704	59818	79758	99697	119636	1.418	0.910	
IPE 100	8 M10 6.8	168.60	79.00	14.00	17.00	48.00	45.00	20.45	20.30	6222	18720	17658	25056	59818	79758	99697	119636	2.128	0.836	
	8 M12 4.6	180.60	93.00	16.00	20.00	40.00	53.00	24.45	24.30	6222	18080	17658	24278	69415	92554	115692	138831	1.702	0.864	
IPE 120	8 M10 8.8	188.40	74.00	14.00	17.00	67.00	40.00	20.00	20.20	7686	24960	22599	33408	59818	79758	99697	119636	2.837	0.791	
	8 M12 5.6	200.40	93.00	16.00	20.00	59.00	53.00	24.30	24.20	7686	22600	22599	30348	69415	92554	115692	138831	2.128	0.872	
IPE 140	8 M10 8.8	208.20	79.00	14.00	17.00	86.00	45.00	20.15	20.10	9272	24960	28069	33408	59818	79758	99697	119636	2.837	0.972	
	8 M12 6.8	220.20	93.00	16.00	20.00	78.00	53.00	24.15	24.10	9272	27120	28069	36417	69415	92554	115692	138831	2.553	0.892	
	8 M16 4.6	248.20	123.00	22.00	27.00	62.00	69.00	32.15	32.10	9272	32160	28069	45216	91911	122548	153185	183822	2.270	0.732	
IPE 160	8 M10 10.9	228.20	82.00	14.00	17.00	105.00	48.00	21.50	20.10	11834	31200	34341	41760	59818	79758	99697	119636	3.546	0.967	
	8 M12 8.8	250.20	93.00	16.00	20.00	87.00	53.00	24.00	29.10	11834	36160	34341	48556	69415	92554	115692	138831	3.404	0.832	
	8 M16 4.6	268.20	123.00	22.00	27.00	81.00	69.00	32.00	32.10	11834	32160	34341	45216	91911	122548	153185	183822	2.270	0.910	
IPE 180	8 M12 8.8	260.00	94.00	16.00	20.00	116.00	54.00	24.35	24.00	13664	36160	40788	48556	69415	92554	115692	138831	3.404	0.978	
	8 M16 5.6	288.00	124.00	22.00	27.00	100.00	70.00	32.35	32.00	13664	40200	40788	56520	91911	122548	153185	183822	2.837	0.855	
IPE 200	8 M12 10.9	280.00	100.00	16.00	20.00	135.00	60.00	27.20	24.00	17080	45200	48552	60696	69415	92554	115692	138831	4.255	0.949	
	8 M16 6.8	308.00	124.00	22.00	27.00	119.00	70.00	32.20	32.00	17080	48240	48552	67824	91911	122548	153185	183822	3.404	0.865	
	8 M20 4.6	334.00	152.00	27.00	33.00	103.00	86.00	40.20	40.00	17080	50240	48552	70560	115364	153818	192273	230727	2.837	0.831	
IPE 220	8 M16 8.8	328.60	124.00	22.00	27.00	137.00	70.00	32.05	32.30	19398	64320	57338	90432	91911	122548	153185	183822	4.539	0.754	
	8 M20 4.6	354.60	152.00	27.00	33.00	121.00	86.00	40.05	40.30	19398	50240	57338	70560	115364	153818	192273	230727	2.837	0.967	
IPE 240	8 M16 8.8	348.40	125.00	22.00	27.00	156.00	71.00	32.40	32.20	23302	64320	67193	90432	91911	122548	153185	183822	4.539	0.893	
	8 M20 5.6	374.40	153.00	27.00	33.00	140.00	87.00	40.40	40.20	23302	62800	67193	88200	115364	153818	192273	230727	3.546	0.915	
IPE 270	8 M16 10.9	378.60	135.00	22.00	27.00	185.00	81.00	37.20	32.30	26962	80400	78733	113040	91911	122548	153185	183822	5.674	0.833	
	8 M20 6.8	404.60	153.00	27.00	33.00	169.00	87.00	40.20	40.30	26962	75360	78733	105840	115364	153818	192273	230727	4.255	0.889	
	8 M24 4.6	430.60	181.00	32.00	39.00	153.00	103.00	48.20	48.30	26962	72320	78733	101664	138831	185108	231385	277662	3.404	0.926	

**TABLA 6.2.3.2. ACERO S355. PERFIL IPE. 8 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600**

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

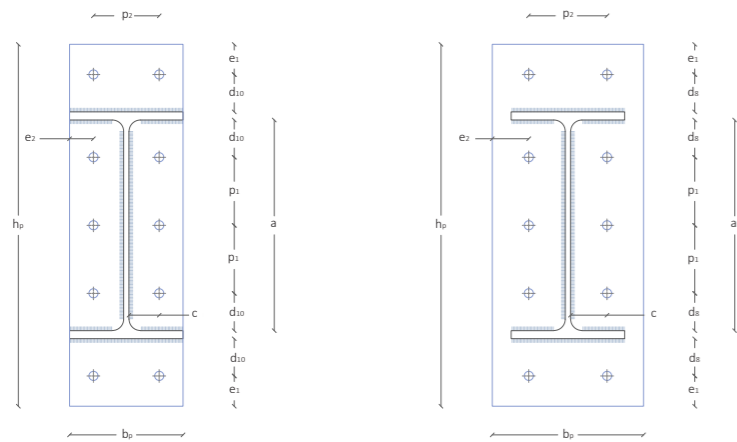
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 8 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitud combinada
		hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d8	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				tp ≥ (D/6) x (fub/fu)	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm	tp = 15,20,25,30 mm	
IPE 300	8 M16 10.9	422.60	150.00	22.00	27.00	200.00	96.00	44.45	39.30	31354	80400	91740	113040	91911	122548	153185	183822	5.674	0.970
	8 M20 8.8	434.60	154.00	27.00	33.00	198.00	88.00	40.45	40.30	31354	100480	91740	141120	115364	153818	192273	230727	5.674	0.776
	8 M24 5.6	460.60	182.00	32.00	39.00	182.00	104.00	48.45	48.30	31354	90400	91740	127080	138831	185108	231385	277662	4.255	0.862
IPE 330	8 M20 8.8	491.00	160.00	27.00	33.00	200.00	94.00	43.25	53.50	37576	100480	106683	141120	115364	153818	192273	230727	5.674	0.914
	8 M24 6.8	501.00	182.00	32.00	39.00	200.00	104.00	48.25	53.50	37576	108480	106683	152496	138831	185108	231385	277662	5.106	0.846
IPE 360	8 M20 10.9	548.60	170.00	27.00	33.00	200.00	104.00	48.00	67.30	42822	125600	124121	176400	115364	153818	192273	230727	7.092	0.844
	8 M24 6.8	558.60	182.00	32.00	39.00	200.00	104.00	48.00	67.30	42822	108480	124121	152496	138831	185108	231385	277662	5.106	0.976
IPE 400	8 M20 10.9	627.00	180.00	27.00	33.00	200.00	114.00	52.70	86.50	52094	125600	143242	176400	115364	153818	192273	230727	7.092	0.995
	8 M24 8.8	637.00	183.00	32.00	39.00	200.00	105.00	48.20	86.50	52094	144640	143242	203328	138831	185108	231385	277662	6.809	0.863
IPE 450	8 M24 10.9	734.80	190.00	32.00	39.00	200.00	112.00	51.30	110.40	61976	180800	165010	254160	138831	185108	231385	277662	8.511	0.807
IPE 500	8 M24 10.9	832.00	200.00	32.00	39.00	200.00	122.00	55.90	134.00	73688	180800	192100	254160	138831	185108	231385	277662	8.511	0.947
IPE 550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLA 6.2.3.3. ACERO S355. PERFIL IPE. 10 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

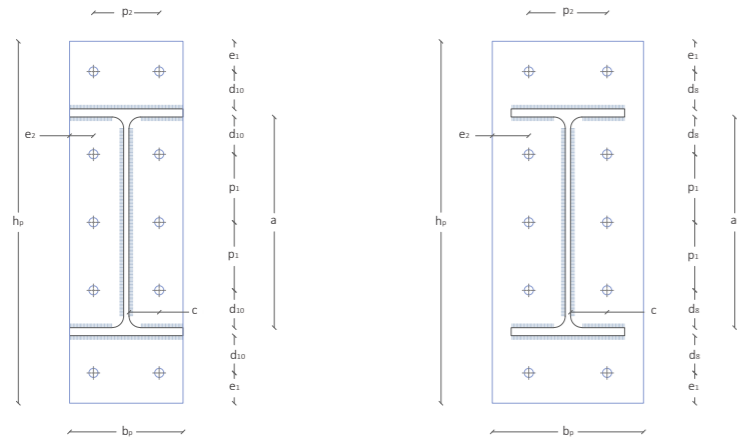
- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 10 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitud combinada ≤ 1.00	
		hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d10	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				tp ≥ (D/6) x (fub/fu)		
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm	tp = 15,20,25,30 mm		
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	10 M10 6.8	189.40	79.00	14.00	17.00	33.00	45.00	20.30	20.70	6149	18720	22599	25056	59818	79758	99697	119636	2.128	0.973	
	10 M12 5.6	201.40	93.00	16.00	20.00	29.00	53.00	24.30	24.70	6149	22600	22599	30348	69415	92554	115692	138831	2.128	0.804	
IPE 140	10 M10 8.8	208.20	79.00	14.00	17.00	43.00	45.00	20.15	20.10	7418	24960	28069	33408	59818	79758	99697	119636	2.837	0.897	
	10 M12 5.6	220.20	93.00	16.00	20.00	39.00	53.00	24.15	24.10	7418	22600	28069	30348	69415	92554	115692	138831	2.128	0.989	
IPE 160	10 M10 10.9	229.20	82.00	14.00	17.00	52.00	48.00	21.50	20.60	9467	31200	34341	41760	59818	79758	99697	119636	3.546	0.891	
	10 M12 8.8	241.20	93.00	16.00	20.00	48.00	53.00	24.00	24.60	9467	36160	34341	48556	69415	92554	115692	138831	3.404	0.767	
	10 M16 4.6	269.20	123.00	22.00	27.00	40.00	69.00	32.00	32.60	9467	32160	34341	45216	91911	122548	153185	183822	2.270	0.837	
IPE 180	10 M12 8.8	260.00	94.00	16.00	20.00	58.00	54.00	24.35	24.00	10931	36160	40788	48556	69415	92554	115692	138831	3.404	0.902	
	10 M16 4.6	288.00	124.00	22.00	27.00	50.00	70.00	32.35	32.00	10931	32160	40788	45216	91911	122548	153185	183822	2.270	0.984	
IPE 200	10 M12 10.9	281.00	100.00	16.00	20.00	67.00	60.00	27.20	24.50	13664	45200	48552	60696	69415	92554	115692	138831	4.255	0.874	
	10 M16 5.6	309.00	124.00	22.00	27.00	59.00	70.00	32.20	32.50	13664	40200	48552	56520	91911	122548	153185	183822	2.837	0.953	
	10 M20 4.6	335.00	152.00	27.00	33.00	51.00	86.00	40.20	40.50	13664	50240	48552	70560	115364	153818	192273	230727	2.837	0.763	
IPE 220	10 M16 6.8	329.60	124.00	22.00	27.00	68.00	70.00	32.05	32.80	15518	48240	57338	67824	91911	122548	153185	183822	3.404	0.926	
	10 M20 4.6	355.60	152.00	27.00	33.00	60.00	86.00	40.05	40.80	15518	50240	57338	70560	115364	153818	192273	230727	2.837	0.889	
IPE 240	10 M16 8.8	348.40	125.00	22.00	27.00	78.00	71.00	32.40	32.20	18642	64320	67193	90432	91911	122548	153185	183822	4.539	0.821	
	10 M20 5.6	374.40	153.00	27.00	33.00	70.00	87.00	40.40	40.20	18642	62800	67193	88200	115364	153818	192273	230727	3.546	0.841	
IPE 270	10 M16 8.8	379.60	135.00	22.00	27.00	92.00	81.00	37.20	32.80	21570	64320	78733	90432	91911	122548	153185	183822	4.539	0.957	
	10 M20 5.6	405.60	153.00	27.00	33.00	84.00	87.00	40.20	40.80	21570	62800	78733	88200	115364	153818	192273	230727	3.546	0.981	
	10 M24 4.6	431.60	181.00	32.00	39.00	76.00	103.00	48.20	48.80	21570	72320	78733	101664	138831	185108	231385	277662	3.404	0.851	

TABLA 6.2.3.4. ACERO S355. PERFIL IPE. 10 TORNILLOS.

PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

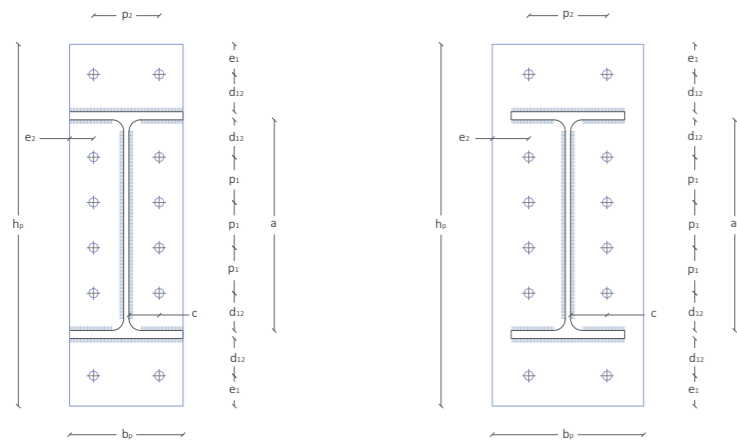
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		10 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d10	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 300	10 M16 10.9	408.60	150.00	22.00	27.00	107.00	96.00	44.45	32.30	25083	80400	91740	113040	91911	122548	153185	183822	5.674	0.892	
	10 M20 6.8	434.60	154.00	27.00	33.00	99.00	88.00	40.45	40.30	25083	75360	91740	105840	115364	153818	192273	230727	4.255	0.952	
	10 M24 4.6	460.60	182.00	32.00	39.00	91.00	104.00	48.45	48.30	25083	72320	91740	101664	138831	185108	231385	277662	3.404	0.991	
IPE 330	10 M20 8.8	465.00	160.00	27.00	33.00	113.00	94.00	43.25	40.50	30061	100480	106683	141120	115364	153818	192273	230727	5.674	0.839	
	10 M24 5.6	491.00	182.00	32.00	39.00	105.00	104.00	48.25	48.50	30061	90400	106683	127080	138831	185108	231385	277662	4.255	0.932	
IPE 360	10 M20 8.8	494.60	170.00	27.00	33.00	127.00	104.00	48.00	40.30	34257	100480	124121	141120	115364	153818	192273	230727	5.674	0.969	
	10 M24 6.8	520.60	182.00	32.00	39.00	119.00	104.00	48.00	48.30	34257	108480	124121	152496	138831	185108	231385	277662	5.106	0.897	
IPE 400	10 M20 10.9	535.00	180.00	27.00	33.00	146.00	114.00	52.70	40.50	41675	125600	143242	176400	115364	153818	192273	230727	7.092	0.912	
	10 M24 8.8	561.00	183.00	32.00	39.00	138.00	105.00	48.20	48.50	41675	144640	143242	203328	138831	185108	231385	277662	6.809	0.791	
IPE 450	10 M24 8.8	610.80	190.00	32.00	39.00	162.00	112.00	51.30	48.40	49581	144640	165010	203328	138831	185108	231385	277662	6.809	0.922	
IPE 500	10 M24 10.9	660.00	200.00	32.00	39.00	186.00	122.00	55.90	48.00	58950	180800	192100	254160	138831	185108	231385	277662	8.511	0.866	
IPE 550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IPE 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

TABLA 6.2.3.5. ACERO S355. PERFIL IPE. 12 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

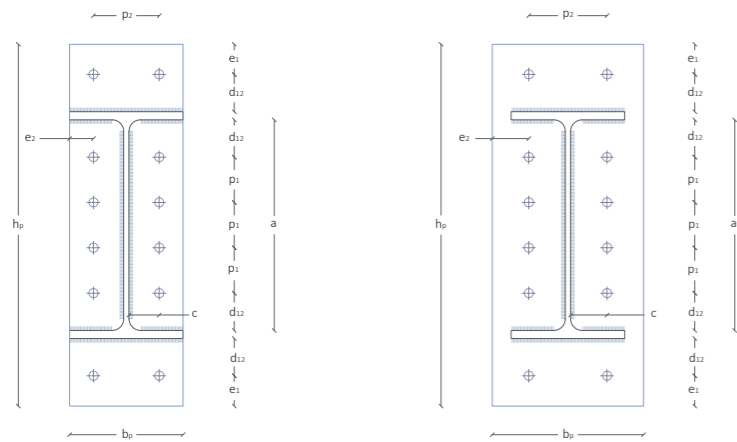
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 12 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitud combinada	
		hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d12	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				tp ≥ (D/6) x (fub/fu)		
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm	tp = 15,20,25,30 mm		
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 140	12 M10 8.8	210.20	79.00	14.00	17.00	28.00	45.00	20.15	21.10	6181	24960	28069	33408	59818	79758	99697	119636	2.837	0.848	
IPE 160	12 M10 10.9	228.20	82.00	14.00	17.00	35.00	48.00	21.50	20.10	7889	31200	34341	41760	59818	79758	99697	119636	3.546	0.840	
	12 M12 6.8	241.20	93.00	16.00	20.00	32.00	53.00	24.00	24.60	7889	27120	34341	36417	69415	92554	115692	138831	2.553	0.964	
IPE 180	12 M10 10.9	249.00	91.00	14.00	17.00	41.00	57.00	25.85	20.50	9109	31200	40788	41760	59818	79758	99697	119636	3.546	0.990	
	12 M12 8.8	262.00	94.00	16.00	20.00	38.00	54.00	24.35	25.00	9109	36160	40788	48556	69415	92554	115692	138831	3.404	0.852	
IPE 200	12 M12 10.9	280.00	100.00	16.00	20.00	45.00	60.00	27.20	24.00	11387	45200	48552	60696	69415	92554	115692	138831	4.255	0.823	
IPE 220	12 M12 10.9	300.60	110.00	16.00	20.00	51.00	70.00	32.05	24.30	12932	45200	57338	60696	69415	92554	115692	138831	4.255	0.961	
	12 M16 6.8	330.60	124.00	22.00	27.00	45.00	70.00	32.05	33.30	12932	48240	57338	67824	91911	122548	153185	183822	3.404	0.872	
IPE 240	12 M16 8.8	348.40	125.00	22.00	27.00	52.00	71.00	32.40	32.20	15535	64320	67193	90432	91911	122548	153185	183822	4.539	0.772	
IPE 270	12 M16 8.8	380.60	135.00	22.00	27.00	61.00	81.00	37.20	33.30	17975	64320	78733	90432	91911	122548	153185	183822	4.539	0.901	
	12 M20 5.6	405.60	153.00	27.00	33.00	56.00	87.00	40.20	40.80	17975	62800	78733	88200	115364	153818	192273	230727	3.546	0.924	

TABLA 6.2.3.6. ACERO S355. PERFIL IPE. 12 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

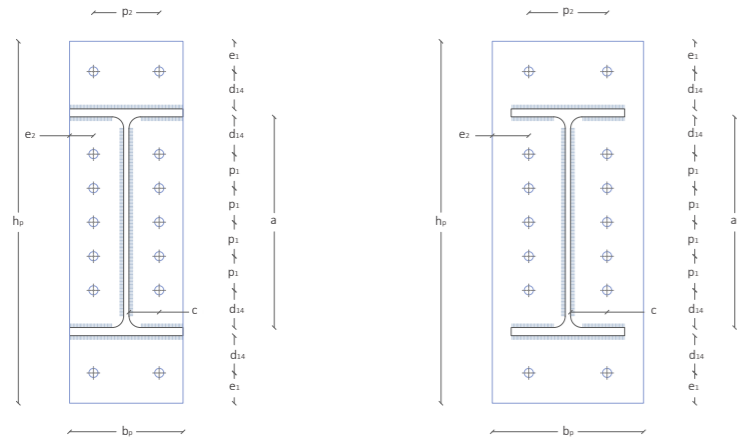
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos 12 TORNILLOS	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitud combinada
		hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d12	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				tp ≥ (D/6) x (fub/fu)	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm	tp = 15,20,25,30 mm	
IPE 300	12 M16 10.9	409.60	150.00	22.00	27.00	71.00	96.00	44.45	32.80	20903	80400	91740	113040	91911	122548	153185	183822	5.674	0.840
	12 M20 6.8	434.60	154.00	27.00	33.00	66.00	88.00	40.45	40.30	20903	75360	91740	105840	115364	153818	192273	230727	4.255	0.897
	12 M24 4.6	462.60	182.00	32.00	39.00	60.00	104.00	48.45	49.30	20903	72320	91740	101664	138831	185108	231385	277662	3.404	0.934
IPE 330	12 M16 10.9	438.00	160.00	22.00	27.00	81.00	106.00	49.25	32.00	25051	80400	106683	113040	91911	122548	153185	183822	5.674	0.986
	12 M20 8.8	466.00	160.00	27.00	33.00	75.00	94.00	43.25	41.00	25051	100480	106683	141120	115364	153818	192273	230727	5.674	0.789
	12 M24 5.6	491.00	182.00	32.00	39.00	70.00	104.00	48.25	48.50	25051	90400	106683	127080	138831	185108	231385	277662	4.255	0.877
IPE 360	12 M20 8.8	496.60	170.00	27.00	33.00	84.00	104.00	48.00	41.30	28548	100480	124121	141120	115364	153818	192273	230727	5.674	0.912
	12 M24 6.8	521.60	182.00	32.00	39.00	79.00	104.00	48.00	48.80	28548	108480	124121	152496	138831	185108	231385	277662	5.106	0.845
IPE 400	12 M20 10.9	536.00	180.00	27.00	33.00	97.00	114.00	52.70	41.00	34729	125600	143242	176400	115364	153818	192273	230727	7.092	0.857
	12 M24 6.8	561.00	183.00	32.00	39.00	92.00	105.00	48.20	48.50	34729	108480	143242	152496	138831	185108	231385	277662	5.106	0.991
IPE 450	12 M20 10.9	585.80	190.00	27.00	33.00	113.00	124.00	57.30	40.90	41317	125600	165010	176400	115364	153818	192273	230727	7.092	0.997
	12 M24 8.8	610.80	190.00	32.00	39.00	108.00	112.00	51.30	48.40	41317	144640	165010	203328	138831	185108	231385	277662	6.809	0.865
IPE 500	12 M24 10.9	660.00	200.00	32.00	39.00	124.00	122.00	55.90	48.00	49125	180800	192100	254160	138831	185108	231385	277662	8.511	0.812
IPE 550	12 M24 10.9	712.60	210.00	32.00	39.00	139.00	132.00	60.45	49.30	58478	180800	220511	254160	138831	185108	231385	277662	8.511	0.943
IPE 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLA 6.2.3.7. ACERO S355. PERFIL IPE. 14 TORNILLOS.
PARTE I. IPE 80 - IPE 270

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

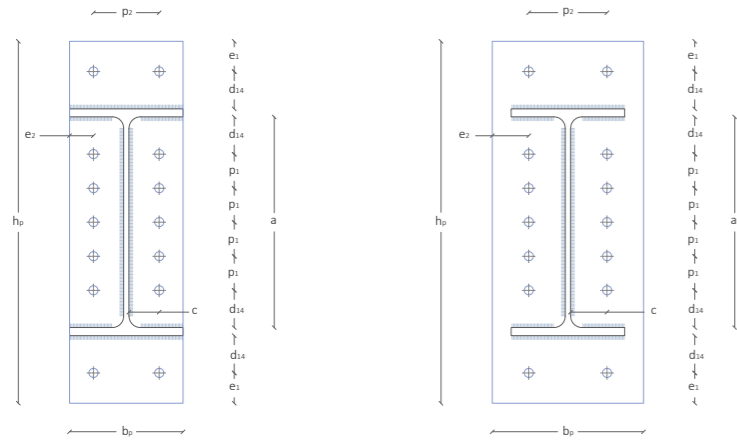
- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		hp mm	bp mm	e1 mm	e2 mm	p1 máx mm	p2 mm	c mm	d14 mm	Fv,Ed N	Fv,Rd N	Ft,Ed N	Ft, Rd N	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa				tp ≥ (D/6) x (fub/fu)		
														tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm			tp = 15,20,25,30 mm
IPE 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 160	14 M10 10.9	229.20	82.00	14.00	17.00	26.00	48.00	21.50	20.60	6762	31200	34341	41760	59818	79758	99697	119636	3.546	0.804	
IPE 180	14 M10 10.9	248.00	91.00	14.00	17.00	31.00	57.00	25.85	20.00	7808	31200	40788	41760	59818	79758	99697	119636	3.546	0.948	
	14 M12 8.8	260.00	94.00	16.00	20.00	29.00	54.00	24.35	24.00	7808	36160	40788	48556	69415	92554	115692	138831	3.404	0.816	
IPE 200	14 M12 8.8	283.00	100.00	16.00	20.00	33.00	60.00	27.20	25.50	9760	36160	48552	48556	69415	92554	115692	138831	3.404	0.984	
IPE 220	14 M12 10.9	301.60	110.00	16.00	20.00	38.00	70.00	32.05	24.80	11085	45200	57338	60696	69415	92554	115692	138831	4.255	0.920	
IPE 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPE 270	14 M16 8.8	379.60	135.00	22.00	27.00	46.00	81.00	37.20	32.80	15407	64320	78733	90432	91911	122548	153185	183822	4.539	0.861	

TABLA 6.2.3.8. ACERO S355. PERFIL IPE. 14 TORNILLOS.
PARTE II. IPE 300 - IPE 600

Fuente: imagen de la autora



Siendo:

- tp: espesor de la chapa con dimensiones hp x bp.
- e1: distancia a borde frontal.
- e2: distancia a borde lateral.
- p1: separación entre taladros, en dirección paralela al esfuerzo.
- p2: separación entre taladros, en dirección perpendicular al esfuerzo.
- a: espacio libre bajo las alas del perfil. ($a = h_b - 2 \times t_f - 2 \times r$)
- c: espacio libre entre el alma del perfil y el tornillo. ($c \geq 2d$)
- dn: espacio libre entre el ala del perfil y el tornillo. ($dn \geq 2d$); siendo:
- 2d: 2 veces el diámetro del tornillo.

UNIÓN RÍGIDA DISEÑADA PARA 50% Mpl,Rd y 50% Vpl,Rd

- Fv,Ed: 50% Vpl,Rd
- Ft,Ed: (50% Mpl,Rd) / (hb - tf)
- Fb,Rd: resistencia a aplastamiento.

- A Los textos escritos en este color hacen referencia a los diseños que necesitan una chapa más ancha que la viga.
- A Los textos escritos con estas características hacen referencia a los diseños que no cumplen la condición indicada.

Perfil	Nº tornillos	Dimensiones chapa		Disposiciones constructivas						Resistencias				Comprobación a aplastamiento				Comp. a punzonamiento	Comprobación solicitación combinada	
		14 TORNILLOS	hp	bp	e1	e2	p1 máx	p2	c	d14	Fv,Ed	Fv,Rd	Ft,Ed	Ft, Rd	Fb, Rd (N), en función del espesor de la chapa					tp ≥ (D/6) x (fub/fu)
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	tp = 15 mm	tp = 20 mm	tp = 25 mm	tp = 30 mm		tp = 15,20,25,30 mm
IPE 300	14 M16 10.9	410.60	150.00	22.00	27.00	53.00	96.00	44.45	33.30	17917	80400	91740	113040	91911	122548	153185	183822	5.674	0.803	
	14 M20 6.8	436.60	154.00	27.00	33.00	49.00	88.00	40.45	41.30	17917	75360	91740	105840	115364	153818	192273	230727	4.255	0.857	
IPE 330	14 M16 10.9	441.00	160.00	22.00	27.00	60.00	106.00	49.25	33.50	21472	80400	106683	113040	91911	122548	153185	183822	5.674	0.941	
	14 M20 8.8	467.00	160.00	27.00	33.00	56.00	94.00	43.25	41.50	21472	100480	106683	141120	115364	153818	192273	230727	5.674	0.754	
IPE 360	14 M20 8.8	496.60	170.00	27.00	33.00	63.00	104.00	48.00	41.30	24470	100480	124121	141120	115364	153818	192273	230727	5.674	0.872	
	14 M24 5.6	522.60	182.00	32.00	39.00	59.00	104.00	48.00	49.30	24470	90400	124121	127080	138831	185108	231385	277662	4.255	0.968	
IPE 400	14 M20 10.9	535.00	180.00	27.00	33.00	73.00	114.00	52.70	40.50	29768	125600	143242	176400	115364	153818	192273	230727	7.092	0.817	
	14 M24 6.8	561.00	183.00	32.00	39.00	69.00	105.00	48.20	48.50	29768	108480	143242	152496	138831	185108	231385	277662	5.106	0.945	
IPE 450	14 M20 10.9	584.80	190.00	27.00	33.00	85.00	124.00	57.30	40.40	35415	125600	165010	176400	115364	153818	192273	230727	7.092	0.950	
	14 M24 8.8	610.80	190.00	32.00	39.00	81.00	112.00	51.30	48.40	35415	144640	165010	203328	138831	185108	231385	277662	6.809	0.825	
IPE 500	14 M24 8.8	660.00	200.00	32.00	39.00	93.00	122.00	55.90	48.00	42107	144640	192100	203328	138831	185108	231385	277662	6.809	0.966	
IPE 550	14 M24 10.9	713.60	210.00	32.00	39.00	104.00	132.00	60.45	49.80	50124	180800	220511	254160	138831	185108	231385	277662	8.511	0.897	
IPE 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

7. ANEXO: ODS

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son el corazón de la Agenda 2030 y muestran una mirada integral, indivisible y una colaboración internacional renovada. En conjunto, construyen una visión del futuro que queremos.



FIGURA 7.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Fuente: NACIONES UNIDAS, 2015

Para tener conciencia de ellos, se ha intentado incluir en este TFG el mayor número posible de ODS, demostrando que en cualquier aspecto del día a día pueden estar presentes. A continuación, se muestran los ODS incluidos en el trabajo, indicando de manera implícita o explícita su presencia en él.



FIGURA 7.2. ODS INCLUIDOS EN EL TRABAJO

Fuente: NACIONES UNIDAS, 2015

ODS 4. EDUCACIÓN DE CALIDAD

“Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos”. (NACIONES UNIDAS, 2015.)

“El objetivo es simplificar la tarea de diseño y cálculo tanto a estudiantes como a profesionales”. (página 6)

El prontuario elaborado en este trabajo facilita y simplifica el cálculo de uniones atornilladas con chapa frontal al usuario. Por tanto, con la elaboración de unas tablas de dimensionado, este TFG tiene como último fin compartir y difundir conocimiento acerca del tema presentado para poder llegar al máximo de personas posibles.

ODS 9. INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA

“Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva sostenible y fomentar la innovación”. (NACIONES UNIDAS, 2015.)

“El objetivo de este TFG es realizar una serie de tablas de dimensionado para uniones atornilladas tanto articuladas, cómo rígidas, capaces de transmitir las solicitaciones mínimas que establece la norma”. (página 6)

Este trabajo se ha desarrollado en base a las uniones atornilladas, que presentan una serie de ventajas. Entre ellas, se destaca la facilidad de montar y desmontar la estructura, así como la rapidez (debido al material en el que están fabricadas, acero). Además, este tipo de unión presenta facilidad para unir distintos materiales con diferentes tipos de fabricación.

ODS 12. PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES.

“Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”. (NACIONES UNIDAS, 2015)

“... para promover una producción y consumo responsables en la ejecución de las uniones, se han elegido los tornillos de menor diámetro y de peor calidad de acero...”. (página 8)

De esta forma, queda reflejado que en este trabajo es importante este objetivo de desarrollo sostenible, lo que da lugar también a un ahorro económico. Se busca promover una gestión eficiente de materiales como el acero.

ODS 13. ACCIÓN POR EL CLIMA

“Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”. (NACIONES UNIDAS, 2015.)

Este ODS está relacionado, de forma implícita, con este trabajo; con una producción y consumo responsables, ya que la producción de acero es responsable de parte del calentamiento global. Este material es un componente cotidiano de la vida moderna, y puede ser, por tanto, un potenciador del cambio climático, pero, también un elemento importante para detenerlo si se apuesta por la reutilización y la economía circular.

El uso de las uniones atornilladas facilita la reutilización de las estructuras de acero, por tanto, el ODS 13 queda indirectamente relacionado con este trabajo.

8. REFERENCIAS

- DB-SE-A Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero. (2007, octubre 19). <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-A.pdf>
- Gama de perfiles en H. HEB: Perfiles de alas anchas. (2017). <https://constructalia.arcelormittal.com/files/HE--6716c8ee80aaed41599553c546e58b37.pdf>
- Gama de perfiles en I. IPE: Perfiles de alas paralelas. (2017). <https://constructalia.arcelormittal.com/files/IPE--132701863935bd4449844afaea558c1a.pdf>
- Gama de perfiles en I. IPN: Perfiles de alas inclinadas. (2017). <https://constructalia.arcelormittal.com/files/IPN--8508208893cf0190858fd0416e7f8cf5.pdf>
- Monfort Lleonart, J. (2006). *Estructuras metálicas para edificación: adaptado al CTE*. Editorial UPV.
- Monfort Lleonart, J. (2007). *Problemas de estructuras metálicas adaptados al código técnico de la edificación* (J. L. Pardo Ros & A. Guardiola, Eds.). Editorial UPV.
- NACIONES UNIDAS. (2015). <https://sdgs.un.org/es/goals>

8.1. REFERENCIAS DE IMÁGENES

1. FIGURA 2.1. DISEÑO DE UNIONES ARTICULADAS 7
Fuente: imagen de la autora
2. FIGURA 2.2. DISEÑO DE UNIONES RÍGIDAS 7
Fuente: imagen de la autora
3. FIGURA 2.3. TORNILLOS. MECANISMO RESISTENTE: POR CORTANTE 8
Fuente: Monfort Lleonart, J. (2006). *Estructuras metálicas para edificación: adaptado al CTE*. Editorial UPV.
4. FIGURA 2.4. TORNILLOS. PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN: SIMPLE CORTADURA 8
Fuente: Monfort Lleonart, J. (2006). *Estructuras metálicas para edificación: adaptado al CTE*. Editorial UPV.
5. FIGURA 2.5. TORNILLOS: SOLICITACIÓN A TRACCIÓN 8
Fuente: Monfort Lleonart, J. (2006). *Estructuras metálicas para edificación: adaptado al CTE*. Editorial UPV.
6. FIGURA 2.6. AJUSTE DE TORNILLOS. 9
Fuente: imagen de la autora
7. FIGURA 3.1. DISEÑO DE UNIONES ARTICULADAS: SOMETIDAS A ESFUERZO CORTANTE ($bb = bp$) 11
Fuente: imagen de la autora
8. FIGURA 3.2. DISEÑO DE UNIONES ARTICULADAS: SOMETIDAS A ESFUERZO CORTANTE ($bb < bp$) 11
Fuente: imagen de la autora.
9. FIGURA 4.1. DISEÑO DE UNIONES RÍGIDAS: CASO PROLONGACIÓN DE VIGAS 12
Fuente: imagen de la autora
10. FIGURA 4.2. DISTANCIA d_n : SIMÉTRICA RESPECTO AL ALA DEL SOPORTE. 12
Fuente: imagen de la autora
11. FIGURA 4.3. DISEÑO UNIONES RÍGIDAS ($bb = bp$) 13
Fuente: imagen de la autora
12. FIGURA 4.4. DISEÑO UNIONES RÍGIDAS ($bb < bp$) 13
Fuente: imagen de la autora
13. FIGURA 4.5. CONDICIONES DE RIGIDEZ. FLUENCIA Y APLASTAMIENTO DEL SOPORTE 14
Fuente: imagen dibujada por la autora, basada en la imagen 3.8 de Monfort Lleonart, J. (2006). *Estructuras metálicas para edificación: adaptado al CTE*. Editorial UPV.

14. FIGURA 4.6. CONDICIONES DE RIGIDEZ. FLEXIÓN DEL ALA TRACCIONADA	14
Fuente: imagen dibujada por la autora, basada en la imagen 3.9 de Monfort Lleonart, J. (2006). <i>Estructuras metálicas para edificación: adaptado al CTE</i> . Editorial UPV.	
15. FIGURA 4.7. CONDICIONES DE RIGIDEZ. DEFORMACIÓN POR CORTANTE DEL ALMA DEL SOPORTE	14
Fuente: imagen dibujada por la autora, basada en la imagen 3.10 de Monfort Lleonart, J. (2006). <i>Estructuras metálicas para edificación: adaptado al CTE</i> . Editorial UPV.	
16. FIGURA 4.8. CONDICIONES DE RIGIDEZ: DEFORMACIÓN DE LA CHAPA FRONTAL	15
Fuente: imagen dibujada por la autora, basada en la imagen 3.11 de Monfort Lleonart, J. (2006). <i>Estructuras metálicas para edificación: adaptado al CTE</i> . Editorial UPV.	
17. FIGURA 7.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	168
Fuente: NACIONES UNIDAS. (2015). https://sdgs.un.org/es/goals	
18. FIGURA 7.2. ODS INCLUIDOS EN EL TRABAJO	168
Fuente: NACIONES UNIDAS. (2015). https://sdgs.un.org/es/goals	
19. TABLA 2.1. CALIDADES DE ACERO Y RESISTENCIAS CONSIDERADAS	8
Fuente: imagen de la autora	
20. TABLA 3.1. DIÁMETROS DEL TALADRO	11
Fuente: imagen de la autora	
21. TABLA 6.1.1.1. ACERO S235. PERFIL IPE. 2 TORNILLOS - TABLA 6.2.3.8. ACERO S355. PERFIL IPE. 14 TORNILLOS	18 - 167
Fuente: imagen de la autora	