

640 ESTRUCTURAS DE ACERO

640.1 DEFINICION

Se define como estructura de acero los elementos o conjuntos de elementos de acero que forman la parte resistente y sustentante de una construcción.

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras mixtas de acero y hormigón.

No es aplicable este Artículo a las armaduras de las obras de hormigón, ni a las estructuras o elementos contruidos con perfiles ligeros de chapa plegada.

640.2 MATERIALES

Para las distintas clases de acero a utilizar, véase lo previsto en los Artículos 250 a 254 de este Pliego.

Para los electrodos a emplear en soldadura eléctrica al arco, véase lo previsto en el Artículo 624.

Para los roblones, tornillos ordinarios, tornillos calibrados y tornillos de alta resistencia, se tendrá en cuenta lo previsto en los Artículos 621, 622 y 623.

Para las chapas y perfiles laminados, en cuanto a dimensiones y tolerancias se refiere, véase lo previsto en el Artículo 620.

640.3 FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de la estructura serán las señaladas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no permitiéndose al Contratista modificaciones de los mismos, sin la previa autorización del Director de las obras.

640.4 CONDICIONES GENERALES

En caso de que el Contratista principal solicite aprobación para subcontratar parte o la totalidad de estos trabajos, deberá demostrar, a satisfacción del Director, que la empresa propuesta para la subcontrata posee personal técnico y obrero experimentado en esta clase de obras, y, además, los elementos materiales necesarios para realizarlas.

Si el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares lo exige, tanto en el período de montaje de la estructura, como en el de construcción en obra, estará presente en la misma de un modo permanente, durante la jornada de trabajo, un técnico responsable representante del Contratista.

Dentro de la jornada laboral, el Contratista deberá permitir, sin limitaciones al efecto de la función inspectora, la entrada en su taller al Director o a sus representantes, a los que dará toda clase de facilidades, durante el período de construcción de la estructura.

El Contratista viene obligado a comprobar en obra las cotas fundamentales de replanteo de la estructura metálica.

Salvo indicación en contrario de los documentos de contrato, el Contratista viene obligado especialmente:

- A la ejecución en taller de la estructura.
- A la expedición, transporte y montaje de la misma.
- A la prestación y erección de todos los andamios y elementos de elevación y auxiliares que sean necesarios, tanto para el montaje como para la realización de la función inspectora.
- A la prestación del personal y materiales necesarios para la prueba de carga de la estructura, si ésta viniera impuesta por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- A enviar al Contratista de las fábricas u hormigones, en caso de ser otro distinto, dentro del plazo previsto en el contrato, todos aquellos elementos de la estructura que hayan de quedar anclados en la obra no metálica, incluidos los correspondientes espárragos o pernos de anclaje.

Quando el Contratista que haya de realizar el montaje no sea el que se haya ocupado de la ejecución en taller, éste último vendrá especialmente obligado:

- A efectuar en su taller los montajes en blanco, parciales o totales, que estime necesarios para asegurar que el ensamble de las distintas partes de la estructura no presentará dificultades anormales en el momento de efectuar el montaje definitivo, haciéndose responsable de las que puedan surgir.
- A marcar en forma clara e indeleble todas las partes de la estructura, antes de expedirla; registrando estas marcas en los planos e instrucciones que debe enviar a la entidad que haya de ocuparse del montaje.
- A suministrar y remitir con la estructura, debidamente embalados y clasificados, todos los elementos de las uniones de montaje, con excepción de los electrodos que se requieran para efectuar las soldaduras de obra, cuando éste sea el medio de unión proyectado; pero, en los planos e instrucciones de montaje, indicará la calidad y tipo de electrodos recomendados, previa aprobación del Director; pueden constituir también excepción, en el envío, los tornillos de alta resistencia necesarios para las uniones de montaje, debiendo indicar el Contratista, en este caso, en sus planos e instrucciones de montaje, los números y diámetros nominales de los tornillos necesarios, así como las calidades de los aceros con los que deban ser fabricados tanto los tornillos como sus tuercas y arandelas.
- A enviar un cinco por ciento (5 %) más del número de tornillos, o un diez por ciento (10 %) más del número de roblones, estrictamente necesarios, a fin de prevenir las posibles pérdidas y sustituciones de los dañados durante el montaje.

640.5 UNIONES

En las uniones se distinguirá su clase, que puede ser:

- Unión de fuerza, la que tiene por misión transmitir, entre perfiles o piezas de la estructura, un esfuerzo calculado.
- Unión de atado, cuya misión es solamente mantener en posición perfiles de una pieza, y no transmite un esfuerzo calculado.

Entre las uniones de fuerza se incluyen los empalmes, que son las uniones de perfiles o barras en prolongación.

No se permitirán otros empalmes que los indicados en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en casos especiales, los señalados en los planos de taller aprobados por el Director.

Se procurará reducir al mínimo el número de uniones en obra; a tal efecto, el Contratista estudiará, de acuerdo con el Director, la conveniente resolución de los problemas de transporte y montaje que aquella reducción de uniones pudiera acarrear.

Tanto en las estructuras roblonadas como en las soldadas, se aconseja realizar atornilladas las uniones definitivas de montaje. Los tornillos serán de alta resistencia cuando se trate de puentes o estructuras sometidas a cargas dinámicas.

640.5.1 Uniones roblonadas y atornilladas

640.5.1.1 Agujeros

Como norma general, los agujeros para roblones y tornillos se ejecutarán con taladro. Queda prohibida su ejecución mediante soplete o arco eléctrico.

Se permite el punzonado en espesores no superiores a quince milímetros (15 mm). Cuando la estructura haya de estar sometida a cargas predominantemente estáticas, el diámetro del agujero sea por lo menos igual a vez y media (1,5) el espesor, y se adopten las medidas oportunas para la coincidencia de los agujeros que deban corresponderse, se podrá efectuar el punzonado al tamaño definitivo, con tal de utilizar un punzón que ofrezca garantías de lograr un agujero de borde cilíndrico, sin grietas ni fisuras. En caso contrario, se punzonarán los agujeros con un diámetro máximo inferior en tres milímetros (3 mm) al definitivo, rectificándolos mediante escariado mecánico posterior; es preferible el realizar esta segunda operación después de unidas las piezas que han de roblonarse juntas y fijadas, mediante tornillos provisionales, en su posición relativa definitiva. Análogamente, se procederá con los agujeros taladrados cuando haya de rectificarse su coincidencia.

Queda terminantemente prohibido el uso de la broca pasante para agrandar o rectificar los agujeros.

Los agujeros destinados a alojar tornillos calibrados se ejecutarán siempre con taladro, cualesquiera que sean su diámetro y los espesores de las piezas a unir.

Siempre que sea posible, se taladrarán de una sola vez los agujeros que atraviesen dos o más piezas, después de armadas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Después de taladradas las piezas, se separarán para eliminar las rebabas.

En cada estructura, los roblones o tornillos utilizados se procurará sean solamente de dos tipos, o como máximo de tres, de diámetros bien diferenciados.

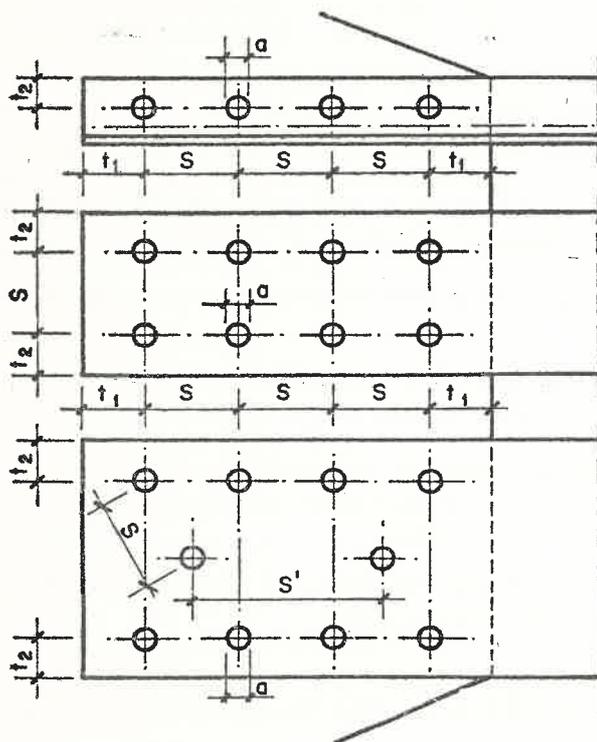
Los diámetros de los agujeros, salvo excepciones justificadas, estarán dentro de los límites de la Tabla 640.1, y se acercarán lo más posible a los valores óptimos consignados en los catálogos para cada perfil.

TABLA 640.1

LIMITACIONES PARA AGUJEROS

Diámetro del agujero mm	Espesor de cada pieza		Máxima suma de espesores de las piezas unidas mm
	Mínimo mm	Máximo mm	
11	4	10	45
13	4	12	55
15	5	14	65
17	6	16	70
19	7	18	80
21	8	20	90
23	10	24	100
25	12	28	115
28	14	36	130

Las distancias t entre los centros de agujeros de diámetro a , que unan piezas, cuyo espesor mínimo es e , cumplirán las condiciones siguientes:



Valor mínimo:

Para roblones $s \geq 3,0 a$

Para tornillos $s \geq 3,5 a$

Valor máximo:

En general $\left\{ \begin{array}{l} s \leq 8,0 a \\ s \leq 15,0 e \end{array} \right.$

En uniones de armado de barras a tracción $\left\{ \begin{array}{l} s \leq 15,0 a \\ s \leq 25,0 e \end{array} \right.$

En barras de gran anchura, con más de dos filas paralelas de roblones o tornillos en dirección del esfuerzo, en las filas interiores el valor máximo de la distancia s , en esta dirección, puede ser doble del indicado.

Las distancias t entre los centros de los agujeros y los bordes cumplirán las condiciones siguientes:

Valor mínimo:

Al borde frontal $t_1 \geq 2,0 a$

Al borde lateral $t_2 \geq 1,5 a$

Valor máximo:

A cualquier borde $\left. \begin{array}{l} t \leq 3,0 a \\ t \leq 6,0 e \end{array} \right\}$

Cuando se empleen roblones o tornillos ordinarios, la coincidencia de los agujeros se comprobará introduciendo un calibre cilíndrico, de diámetro un milímetro y medio (1,5 mm) menor que el diámetro nominal del agujero. Si el calibre no pasa suavemente, se rectificará el agujero.

Cuando se empleen tornillos calibrados, es preceptiva la rectificación del agujero, y se comprobará que el diámetro rectificado es igual que el de la espiga del tornillo.

640.5.1.2 Colocación de los roblones

Los roblones deben calentarse, preferentemente, en hornos adecuados de atmósfera reductora; aunque, en defecto de aquéllos, se permite el uso de la fragua tradicional. Queda prohibida la utilización del soplete para este fin.

El calentamiento debe ser uniforme, salvo en las técnicas de calentamiento diferencial para la colocación de roblones de gran longitud. Al ser colocados deberán estar a la temperatura del rojo cereza claro, sin que ésta haya bajado del rojo sombra al terminarse de formar la cabeza de cierre.

Antes de colocar el roblón se eliminarán de su superficie la cascarilla o escorias que pueda llevar adheridas; y, después de colocado, deberá llenar completamente el agujero.

La cabeza de cierre del roblón debe ser de las dimensiones mínimas correspondientes a su diámetro, quedar centrada con la espiga, apoyar perfectamente en toda su superficie sobre el perfil unido y no presentar grietas ni astillas.

Las rebabas que, eventualmente, puedan quedar alrededor de la cabeza deberán eliminarse.

No se tolerarán huellas de la estampa sobre la superficie de los perfiles.

Las piezas que hayan de roblonarse juntas, se unirán previamente con los tornillos de montaje, cuyo diámetro no debe ser inferior en más de dos milímetros (2 mm) al del agujero. Se colocará el número necesario de tornillos para que, fuertemente apretados con llave manual, aseguren la inmovilidad relativa de las piezas a unir y un mínimo contacto entre sus superficies.

La formación de las cabezas de cierre deberá hacerse con prensa o martillo neumático, quedando prohibida la colocación de roblones con maza de mano.

En casos excepcionales en que, por falta de espacio, no pueda utilizarse la herramienta adecuada, se permitirá la colocación a mano si el roblón es de mero atado. Si se trata de un roblón de fuerza es preferible, en estos casos, sustituirlo por un tornillo calibrado o, mejor, por un tornillo de alta resistencia.

Los roblones colocados, después de fríos, deberán comprobarse al rebote con un martillo de bola pequeño. Todos aquellos cuya apretadura resulte débil o dudosa se levantarán y sustituirán, sin excusa alguna; prohibiéndose expresamente el repaso en frío de los roblones que hayan podido quedar flojos.

El proceso de colocación de los roblones que constituyen la costura, se llevará en tal forma que se evite la introducción de tensiones parásitas y el curvado o alabeo de las piezas.

640.5.1.3 Colocación de tornillos ordinarios y calibrados

El diámetro nominal del tornillo ordinario es el de su espiga. El diámetro del agujero será un milímetro (1 mm) mayor que el de su espiga.

Los asientos de las cabezas y tuercas estarán perfectamente planos y limpios.

Es preceptivo en las uniones de fuerza, y siempre recomendable, la colocación de arandela bajo la tuerca. Si las superficies exteriores de las partes unidas son inclinadas, se empleará arandela de espesor variable, con el ángulo conveniente para que la apretadura sea uniforme. Esta arandela de espesor variable se colocará también bajo la cabeza del tornillo, si ésta apoya sobre una cara inclinada.

Si por alguna circunstancia no se coloca arandela, la parte roscada de la espiga penetrará en la unión, por lo menos, en un filete.

Las tuercas se apretarán a fondo, preferentemente con medios mecánicos. Es recomendable bloquear las tuercas en las estructuras no desmontables, empleando un sistema adecuado: arandelas de seguridad, punto de soldadura, etc. Es preceptivo el bloqueo cuando la estructura esté sometida a cargas dinámicas o vibraciones, y en aquellos tornillos que estén sometidos a esfuerzos de tracción en dirección de su eje.

Los tornillos calibrados se designarán por los mismos diámetros nominales que los tornillos ordinarios, diámetros que corresponden, en este caso, al borde exterior del fileteado; su espiga será torneada con diámetro igual al del agujero, con las tolerancias que se indican en el Artículo 622.

Con estos tornillos se colocarán siempre arandelas bajo la cabeza y bajo la tuerca.

En todo lo demás, se aplicará a estos tornillos lo dicho para los ordinarios.

640.5.1.4 Colocación de tornillos de alta resistencia

Las superficies de las piezas a unir deberán acoplar perfectamente entre sí después de realizada la unión. Estas superficies estarán suficientemente limpias, y sin pintar. La grasa se eliminará con disolventes adecuados. Para eliminar la cascarilla de laminación de estas

superficies, se someterán al tratamiento de limpieza que se especifique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares: chorro de arena, chorro de granalla de acero, decapado por llama, etc; realizándose de acuerdo con las instrucciones de dicho Pliego.

Se colocará siempre arandela bajo la cabeza y bajo la tuerca. En una cara de la arandela se achaflanará el borde interno para poder alojar el redondeo de acuerdo entre cabeza y espiga; el borde externo de la misma cara se biselará también con el objeto de acreditar la debida colocación de la arandela.

La parte roscada de la espiga sobresaldrá de la tuerca, por lo menos, en un filete, y puede penetrar dentro de la unión.

En tornillos de alta resistencia, el diámetro del agujero será, como norma general, un milímetro (1 mm) mayor que el nominal del tornillo, pudiendo aceptarse una holgura máxima de dos milímetros (2 mm).

Las tuercas se apretarán mediante llaves taradas, que midan el momento torsor aplicado, hasta alcanzar el valor prescrito para éste, que figurará en las instrucciones de los planos de taller. También pueden emplearse métodos de apretado en los que se midan ángulos de giro.

Los tornillos de una unión deben apretarse inicialmente al ochenta por ciento (80 %) del momento torsor final, empezando por los situados en el centro, y terminar de apretarse en una segunda vuelta.

640.5.2 Uniones soldadas

Las uniones soldadas podrán ejecutarse mediante los procedimientos que se citan a continuación:

- Procedimiento I: Soldeo eléctrico, manual, por arco descubierto, con electrodo fusible revestido.
- Procedimiento II: Soldeo eléctrico, semiautomático o automático, por arco en atmósfera gaseosa, con alambre-electrodo fusible.
- Procedimiento III: Soldeo eléctrico, automático, por arco sumergido, con alambre-electrodo fusible desnudo.
- Procedimiento IV: Soldeo eléctrico por resistencia.

Otros procedimientos no mencionados, o que pudieran desarrollarse en el futuro, requerirán norma especial.

El Contratista presentará, si el Director lo estima necesario, una Memoria de soldeo, detallando las técnicas operatorias a utilizar dentro del procedimiento o procedimientos elegidos.

Las soldaduras se definirán en los planos de proyecto o de taller, según la notación recogida en la Norma UNE 14009: «Signos convencionales en soldadura».

Las soldaduras a tope serán continuas en toda la longitud de la unión, y de penetración completa.

Se saneará la raíz antes de depositar el cordón de cierre, o el primer cordón de la cara posterior.

Cuando el acceso por la cara posterior no sea posible, se realizará la soldadura con chapa dorsal u otro dispositivo para conseguir penetración completa.

Para unir dos piezas de distinta sección, la de mayor sección se adelgazará en la zona de contacto, con pendientes no superiores al veinticinco por ciento (25 %), para obtener una transición suave de la sección.

El espesor de garganta mínimo de los cordones de soldaduras de ángulo será de tres milímetros (3 mm). El espesor máximo será igual a siete décimas (0,7) e_{min} , siendo e_{min} el menor de los espesores de las dos chapas o perfiles unidos por el cordón. Respetada la limitación de mínimo establecida, se recomienda que el espesor del cordón no sea superior al exigido por los cálculos de comprobación.

Los cordones laterales de soldadura de ángulo que transmitan esfuerzos axiales de barras, tendrán una longitud no inferior a quince (15) veces su espesor de garganta, ni inferior al ancho del perfil que unen. La longitud máxima no será superior a sesenta (60) veces el espesor de garganta, ni a doce (12) veces el ancho del perfil unido.

En las estructuras solicitadas por cargas predominantemente estáticas, podrán utilizarse cordones discontinuos en las soldaduras de ángulo, cuando el espesor de garganta requerido por los cálculos de comprobación resulte inferior al mínimo admitido más arriba. Deberán evitarse los cordones discontinuos en estructuras a la intemperie, o expuestas a atmósferas agresivas.

En los cordones discontinuos, la longitud de cada uno de los trozos elementales, no será inferior a cinco (5) veces su espesor de garganta, ni a cuarenta milímetros (40 mm). La distancia libre entre cada dos (2) trozos consecutivos del cordón, no excederá de quince (15) veces el espesor del elemento unido que lo tenga menor si se trata de barras comprimidas, ni de veinticinco (25) veces dicho espesor si la barra es traccionada. En ningún caso, aquella distancia libre excederá de trescientos milímetros (300 mm).

Los planos que hayan de unirse, mediante soldaduras de ángulo en sus bordes longitudinales, a otro plano, o a un perfil, para constituir una barra compuesta, no deberán tener una anchura superior a treinta (30) veces su espesor.

En general, quedan prohibidas las soldaduras de tapón y de ranura. Sólo se permitirán, excepcionalmente, las soldaduras de ranura para asegurar contra el pandeo local a los planos anchos que forman parte de una pieza comprimida, cuando no pueda cumplirse, a causa de alguna circunstancia especial, la condición indicada anteriormente. En este caso, el ancho de la ranura debe ser, por lo menos, igual a dos veces y media (2,5) el espesor de la chapa cosida; la distancia libre en cualquier dirección entre dos ranuras consecutivas no será inferior a dos (2) veces el ancho de la ranura, ni superior a treinta (30) veces el espesor de la chapa; la dimensión máxima de la ranura no excederá de diez (10) veces el espesor de la chapa.

Queda prohibido el rellenar con soldaduras los agujeros practicados en la estructura para los roblones o tornillos provisionales de montaje. Se dispondrán, por consiguiente, dichos agujeros en forma que no afecten a la resistencia de las barras o de las uniones de la estructura.

La preparación de las piezas que hayan de unirse mediante soldaduras se ajustará estrictamente, en su forma y dimensiones, a lo indicado en los Planos.

La preparación de bordes para las soldaduras por fusión se deberá ejecutar de acuerdo con las prescripciones contenidas en las Tablas 640.2.1 a 640.2.11.

La preparación de las uniones que hayan de realizarse en obra se efectuará en taller.

Las piezas que hayan de unirse con soldadura se presentarán y fijarán en su posición relativa mediante dispositivos adecuados que aseguren, sin una coacción excesiva, la inmovilidad durante el soldeo y el enfriamiento subsiguiente.

El orden de ejecución de los cordones y la secuencia de soldeo dentro de cada uno de ellos, y del conjunto, se elegirán con vistas a conseguir que, después de unidas las piezas, obtengan su forma y posición relativas definitivas sin necesidad de un enderezado o rectificación posterior, al mismo tiempo que se mantengan dentro de límites aceptables las tensiones residuales.

Entre los medios de fijación provisional pueden utilizarse puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas a unir; el número e importancia de estos puntos se limitará al mínimo compatible con la inmovilización de las piezas.

Se permite englobar estos puntos en la soldadura definitiva, con tal que no presenten fisuras ni otros defectos y hayan quedado perfectamente limpios de escoria.

Se prohíbe la práctica viciosa de fijar las piezas a los gálibos de armado con puntos de soldadura.

Antes del soldeo se limpiarán los bordes de la costura, eliminando cuidadosamente toda la cascarilla, herrumbre o suciedad y, muy especialmente, las manchas de grasa o de pintura.

Durante el soldeo se mantendrán bien secos, y protegidos de la lluvia, tanto los bordes de la costura como las piezas a soldar, por lo menos en una superficie suficientemente amplia alrededor de la zona en que se está soldando.

Después de ejecutar cada cordón elemental, y antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie con piqueta y cepillo de alambres, eliminando todo rastro de escorias. Para facilitar esta operación, y el depósito de los cordones posteriores, se procurará que las superficies exteriores de tales cordones no formen ángulos diedros demasiado agudos, ni entre sí ni con los bordes de las piezas; y, también, que las superficies de los cordones sean lo más regulares posibles.

Se tomarán las debidas precauciones para proteger los trabajos de soldeo contra el viento y, especialmente, contra el frío. Se suspenderá el trabajo cuando la temperatura baje de los cero grados centígrados (0°C), si bien en casos excepcionales de urgencia, y previa aprobación del Director, se podrá seguir soldando con temperaturas comprendidas entre cero y menos cinco grados centígrados (0°C y -5°C), siempre que se adopten medidas especiales para evitar un enfriamiento excesivamente rápido de la soldadura.

Queda prohibido el acelerar el enfriamiento de las soldaduras con medios artificiales.

Debe procurarse que el depósito de los cordones de soldadura se efectúe, siempre que sea posible, en posición horizontal. Con este fin, el Contratista debe proporcionarse los dispositivos necesarios para poder voltear las piezas y orientarlas en la posición más conveniente para la ejecución de las distintas costuras, sin provocar en ellas, no obstante, sollicitaciones excesivas que puedan dañar la débil resistencia de las primeras capas depositadas.

En todas las costuras soldadas que se ejecuten en las estructuras se asegurará la penetración completa, incluso en la zona de raíz.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la técnica operatoria a seguir y, en su caso, los tratamientos térmicos necesarios, cuando, excepcionalmente, hayan de soldarse elementos con espesor superior a los treinta milímetros (30 mm).

El examen y calificación de los operarios que hayan de realizar las soldaduras se efectuará de acuerdo con lo previsto en la Norma UNE 14010.

640.6 DEFORMACIONES Y TENSIONES RESIDUALES

En el Proyecto deberán estudiarse las disposiciones de las uniones, de modo que las tensiones residuales inevitables que proceden de las deformaciones coartadas en las soldaduras, al combinarse con las originadas por las cargas, no den lugar a estados tensionales que resulten peligrosos.

Igualmente figurarán en el Proyecto, cuando sea preciso, los procedimientos de atenuación de tensiones residuales: recocido, calentamiento previo, etc.

Para conseguir una soldadura con coacciones mínimas, y reducir tensiones residuales al mínimo posible, se operará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- El volumen de metal depositado tendrá en todo momento la máxima simetría posible.
- Las piezas a soldar se dispondrán de modo que puedan seguir los movimientos producidos en el soldeo con la máxima libertad posible.
- El soldador tendrá en todo momento acceso fácil y posición óptima de trabajo, para asegurar el depósito limpio y perfecto del material de aportación.
- La disposición de las piezas y el orden de los cordones será tal que se reduzca al mínimo la acumulación de calor en zonas locales.

640.7 PLANOS DE TALLER

Para la ejecución de toda estructura metálica el Contratista, basándose en los Planos del Proyecto, realizará los planos de taller precisos para definir completamente todos los elementos de aquélla.

Los planos de taller contendrán en forma completa:

- Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos de la estructura.

- Las contraflechas de vigas, cuando estén previstas.
- La disposición de las uniones, incluso las provisionales de armado, distinguiendo las dos clases: de fuerza y de atado.
- El diámetro de los agujeros de roblones y tornillos, con indicación de la forma de mecanizado.
- Las clases y diámetros de roblones y tornillos.
- La forma y dimensiones de las uniones soldadas, la preparación de los cordones, el procedimiento, métodos y posiciones de soldeo, los materiales de aportación a utilizar y el orden de ejecución.
- Las indicaciones sobre mecanizado o tratamiento de los elementos que los precisen.

Todo plano de taller llevará indicados los perfiles, las clases de los aceros, los pesos y las marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él.

El Contratista, antes de comenzar la ejecución en taller, entregará dos copias de los planos de taller al Director, quien los revisará y devolverá una copia autorizada con su firma, en la que, si se precisan, señalará las correcciones a efectuar. En este caso, el Contratista entregará nuevas copias de los planos de taller corregidos para su aprobación definitiva.

Si durante la ejecución fuese necesario introducir modificaciones de detalle respecto a lo definido en los planos de taller, se harán con la aprobación del Director, y se anotarán en los planos de taller todas las modificaciones.

640.8 EJECUCION EN TALLER

En todos los perfiles y planos que se utilicen en la construcción de las estructuras se eliminarán las rebabas de laminación; asimismo se eliminarán las marcas de laminación en relieve, en todas aquellas zonas de un perfil que hayan de entrar en contacto con otro en alguna de las uniones de la estructura.

El aplanado y el enderezado de las chapas, planos y perfiles, se ejecutarán con prensa, o con máquinas de rodillos. Cuando, excepcionalmente, se utilice la maza o el martillo, se tomarán las precauciones necesarias para evitar un endurecimiento excesivo del material.

Tanto las operaciones anteriores, como las de encorvadura o conformación de los perfiles, cuando sean necesarias, se realizarán preferentemente en frío; pero con temperaturas del material no inferiores a cero grados centígrados (0° C). Las deformaciones locales permanentes se mantendrán dentro de límites prudentes, considerándose que esta condición se cumple cuando aquéllas no exceden en ningún punto del dos y medio por ciento (2,5 %); a menos que se sometan las piezas deformadas en frío a un recocido de normalización posterior. Asimismo, en las operaciones de curvado y plegado en frío, se evitará la aparición de abolladuras en el alma o en el cordón comprimido del perfil que se curva; o de grietas en la superficie en tracción durante la deformación.

Cuando las operaciones de conformación u otras necesarias hayan de realizarse en caliente, se ejecutarán siempre a la temperatura del rojo cereza claro, alrededor de los 950° C, interrumpiéndose el trabajo, si es preciso, cuando el color del metal baje al rojo sombra, alrededor de los 700° C, para volver a calentar la pieza.

Deberán tomarse todas las precauciones necesarias para no alterar la estructura del metal, ni introducir tensiones parásitas, durante las fases de calentamiento y enfriamiento.

El calentamiento se efectuará, a ser posible, en horno; y el enfriamiento al aire en calma, sin acelerarlo artificialmente.

Todas aquellas piezas de acero forjado necesarias en una estructura deberán ser recocidas después de la forja.

Cuando no sea posible el eliminar completamente, mediante las precauciones adoptadas a priori, las deformaciones residuales debidas a las operaciones de soldeo, y éstas resultasen inadmisibles para el servicio o para el buen aspecto de la estructura, se permitirá corregirlas en frío, con prensa o máquina de rodillos, siempre que con esta operación no se excedan los límites de deformaciones indicados anteriormente, y se someta la pieza corregida a un examen cuidadoso para descubrir cualquier fisura que hubiese podido aparecer en el material de aportación, o en la zona de transición del metal de base.

Antes de proceder al trazado se comprobará que los distintos planos y perfiles presenten la forma exacta, recta o curva, deseada, y que están exentos de torceduras.

El trazado se realizará por personal especializado, respetándose escrupulosamente las cotas de los planos de taller y las tolerancias máximas permitidas por los Planos de Proyecto, o por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Se procurará no dejar huellas de granete que no sean eliminadas por operaciones posteriores, especialmente en estructuras que hayan de estar sometidas a cargas dinámicas.

El corte puede efectuarse con sierra, cizalla o mediante oxicorte, debiendo eliminarse posteriormente con piedra esmeril las rebabas, estrías o irregularidades de borde inherentes a las operaciones de corte.

Deberán observarse, además, las prescripciones siguientes:

- El corte con cizalla sólo se permite para chapas, perfiles planos y angulares, hasta un espesor máximo de 15 milímetros (15 mm).
- En el oxicorte, se tomarán las precauciones necesarias para no introducir en la pieza tensiones parásitas de tipo térmico.
- Los bordes cortados con cizalla o por oxicorte, que hayan de quedar en las proximidades de uniones soldadas, se mecanizarán mediante piedra esmeril, buril con esmerilado posterior, o fresa, en una profundidad no inferior a dos milímetros (2 mm), a fin de levantar toda la capa de metal alterado por el corte; la mecanización se llevará, por lo menos, hasta una distancia de treinta milímetros (30 mm) del extremo de la soldadura. Esta operación no es necesaria cuando los bordes cortados hayan de ser fundidos, en aquella profundidad, durante el soldeo.
- La eliminación de todas las desigualdades e irregularidades de borde, debidas al corte, se efectuará con mucho mayor esmero en las piezas destinadas a la construcción de estructuras que hayan de estar sometidas a la acción de cargas predominantemente dinámicas.

Se ejecutarán todos los chaflanes o biselados de aristas que se indiquen en los Planos, ajustándose a las dimensiones e inclinaciones fijadas en los mismos.

Se recomienda ejecutar el bisel o la acanaladura mediante oxicorte automático, o con máquinas-herramientas, observándose, respecto al primer procedimiento, las prescripciones dictadas anteriormente.

Se permite también la utilización del buril neumático siempre que se eliminen posteriormente, con fresa o piedra esmeril, las irregularidades del corte, no siendo necesaria esta segunda operación en los chaflanes que forman parte de la preparación de bordes para el soldeo.

Aunque en los Planos no pueda apreciarse el detalle correspondiente, no se cortarán nunca las chapas o perfiles de la estructura en forma que queden ángulos entrantes con arista viva. Estos ángulos, cuando no se puedan eludir, se redondearán siempre en su arista con el mayor radio posible.

Los elementos provisionales que por razones de montaje, u otras, sea necesario soldar a las barras de la estructura, se desguazarán posteriormente con soplete, y no a golpes, procurando no dañar a la propia estructura.

Los restos de cordones de soldadura, ejecutados para la fijación de aquellos elementos, se eliminarán con ayuda de piedra esmeril, fresa o lima.

640.9 MONTAJE EN BLANCO

La estructura metálica será, provisional y cuidadosamente, montada en blanco en el taller, para asegurarse de la perfecta coincidencia en el taladro de los diversos elementos que han de unirse, o de la exacta configuración geométrica de los elementos concurrentes.

Excepcionalmente, el Director podrá autorizar que no se monte en blanco por completo en alguno de los casos siguientes:

- Cuando la estructura sea de tamaño excepcional, no siendo suficientes los medios habituales y corrientes de que se puede disponer para el manejo y colocación de los diversos elementos de la misma; pudiéndose, en este caso, autorizar el montaje por separado de los elementos principales y secundarios.
- Si se trata de un lote de varios tramos idénticos. En ese caso, será preceptivo el montaje de uno por cada diez, o menos, tramos iguales; debiéndose montar en los demás solamente los elementos más importantes y delicados.
- Cuando las uniones de las piezas hayan de ir soldadas y no roblonadas, se presentarán en taller, a fin de asegurar la perfecta configuración geométrica de los elementos concurrentes.

Deberán señalarse en el taller, cuidadosamente, todos los elementos que han de montarse en obra; y, para facilitar este trabajo, se acompañarán planos y notas de montaje con suficiente detalle para que pueda realizar dicho montaje persona ajena al trabajo del taller.

640.10 MONTAJE

El proceso de montaje será el previsto en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares; o, en su defecto, será fijado por el Director, ajustándose al Programa de

Trabajo de la obra. El Contratista no podrá introducir por sí solo ninguna modificación en el plan de montaje previsto, sin recabar la previa aprobación del citado Director.

Antes del montaje en blanco en el taller, o del definitivo en obra, todas las piezas y elementos metálicos que constituyen la estructura serán fuertemente raspados con cepillos metálicos, para separar del metal toda huella de oxidación y cuantas materias extrañas pudiera tener adheridas.

Todas las superficies que hayan de quedar ocultas, como consecuencia del roblonado o soldadura, bien en taller o en obra, se recubrirán de una capa de minio de hierro, diluido en aceite de linaza, con exclusión de esencia de trementina. Se cuidará de no pintar, ni engrasar en modo alguno, las superficies de contacto de uniones con tornillos de alta resistencia.

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje, se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura, y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuera necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos a utilizar en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el defecto no puede ser corregido, o se presume que, después de corregido, puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión será rechazada; marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Durante su montaje, la estructura se asegurará provisionalmente mediante pernos, tornillos, calzos, apeos, o cualquier otro medio auxiliar adecuado; debiendo quedar garantizadas, con los que se utilicen, la estabilidad y resistencia de aquélla, hasta el momento de terminar las uniones definitivas.

En el montaje, se prestará la debida atención al ensamble de las distintas piezas, con el objeto de que la estructura se adapte a la forma prevista en el Proyecto; debiéndose comprobar, cuantas veces fuese necesario, la exacta colocación relativa de sus diversas partes.

No se comenzará el roblonado, atornillado definitivo, o soldeo de las uniones de montaje, hasta que no se haya comprobado que la posición de las piezas a que afecta cada unión coincide exactamente con la definitiva; o, si se han previsto elementos de corrección, que su posición relativa es la debida, y que la posible separación de la forma actual, respecto de la definitiva, podrá ser anulada con los medios de corrección disponibles.

Las placas de asiento de los aparatos de apoyo sobre los macizos de fábrica y hormigón se harán descansar provisionalmente sobre cuñas, y se inmovilizarán una vez conseguidas las alineaciones y aplomos definitivos; no procediéndose a la fijación última de las placas mientras no se encuentren colocados un número de elementos suficientes para garantizar la correcta disposición del conjunto.

El lecho de asiento de las placas se efectuará con mortero de cemento portland, de los tipos que se señalen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Se adoptarán las precauciones necesarias para que dicho mortero rellene perfectamente todo el espacio

comprendido entre la superficie inferior de la placa y la superficie del macizo de apoyo. Se mantendrá el apoyo provisional de la estructura hasta que se haya alcanzado el suficiente endurecimiento.

Los aparatos de apoyo móvil se montarán de forma tal que, con la temperatura ambiente media del lugar y actuando las cargas permanentes más la mitad de las sobrecargas de explotación, se obtenga su posición centrada; debiendo comprobarse debidamente el paralelismo de las placas inferior y superior del aparato.

Se procurará ejecutar las uniones de montaje de forma tal que todos sus elementos sean accesibles a una inspección posterior. En los casos en que sea forzoso que queden algunos ocultos, no se procederá a colocar los elementos que los cubren hasta que no se hayan inspeccionado cuidadosamente los primeros.

Cuando, a fin de corregir esfuerzos secundarios, o de conseguir en la estructura la forma de trabajo prevista en las hipótesis de cálculo, sea preciso tensar algunos elementos de la misma antes de ponerla en servicio, se indicará expresamente, en los Planos y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, la forma de proceder a la introducción de estas tensiones previas, así como los medios de comprobación y medida de las mismas.

640.11 PROTECCION

Las estructuras de acero se protegerán contra los fenómenos de oxidación y corrosión, pudiendo utilizarse los productos reseñados en los Artículos 270 a 275 de este Pliego.

Sin embargo, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se podrán fijar las condiciones en que se realizarán las protecciones y, en este caso, dicho Pliego de Condiciones Particulares especificará, concretamente, el tipo de protección elegido y sus características accidentales, tales como color, acabado, etc, cuando ello sea necesario. Salvo especificación en contrario, la mano de imprimación, cuando se trate de una protección a base de pintura, se realizará por el Contratista, en taller, antes de expedir las piezas terminadas.

No se efectuará la imprimación hasta que su ejecución haya sido autorizada por el Director, después de haber realizado la inspección de las superficies y uniones de la estructura terminada en taller.

No se imprimirán, ni recibirán, en general, ninguna capa de protección, las superficies que hayan de soldarse, en tanto no se haya ejecutado la unión; ni tampoco las adyacentes en una anchura mínima de cincuenta milímetros (50 mm), contada desde el borde del cordón. Cuando, por razones especiales, se juzgue conveniente efectuar una protección temporal, se elegirá un tipo de pintura fácilmente eliminable antes del soldeo.

Las superficies a imprimir se limpiarán cuidadosamente con la rasqueta y el cepillo de alambre; eliminando todo rastro de suciedad y de óxido, así como las escorias y las cascillas. En estructuras sometidas a ambientes agresivos, será obligatoria la limpieza con chorro de arena.

Las manchas de grasa podrán eliminarse con lejía de sosa.

Entre la limpieza y la aplicación de la primera capa de protección debe transcurrir el menor espacio de tiempo posible.

Siempre que sea posible, la imprimación se efectuará en un local seco y cubierto, al abrigo del polvo. Si ello no es practicable podrá efectuarse la imprimación al aire libre; a condición de no trabajar en tiempo húmedo, ni en época de helada. Entre la aplicación de la capa de imprimación y la de las de acabado, deberá transcurrir un plazo mínimo de treinta y seis horas (36 h).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará las condiciones en que hayan de realizarse los tratamientos de metalizado, con zinc o con aluminio, cuando sea éste el medio previsto para la protección de la estructura.

Se adoptarán las medidas adecuadas para evitar la corrosión de los elementos que apoyen directamente sobre fábricas, o que se empotren en las mismas.

640.12 TOLERANCIAS DE FORMA

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establezca otra cosa, las tolerancias máximas que se admitirán, respecto de las cotas de los Planos, en la ejecución y montaje de las estructuras metálicas, serán las siguientes:

- En el paso, gramiles y alineaciones de los agujeros destinados a roblones y tornillos, la décima parte (1/10) del diámetro de los roblones o tornillos.
- En las longitudes de soportes y vigas de las estructuras porticadas, cinco milímetros (± 5 mm); teniendo en cuenta que las diferencias acumuladas no podrán exceder, en el conjunto de la estructura entre juntas de dilatación, de quince milímetros (15 mm).
- En las longitudes de las barras componentes de celosías triangulares, tres milímetros (± 3 mm).
- En la luz total de una viga armada o de celosía, entre ejes de apoyo, el límite menor de los dos siguientes:
 - Diez milímetros (10 mm).
 - Un dos mil quinientosavo (1/2.500) de la luz teórica.
- En la flecha de soportes, el límite menor de los dos siguientes:
 - Quince milímetros (15 mm).
 - Una milésima (1/1.000) de la altura teórica.
- En la flecha de barras rectas de estructuras de celosía, el límite menor de los dos siguientes:
 - Diez milímetros (10 mm).
 - Un mil quinientosavo (1/1.500) de la distancia teórica entre nudos.
- La flecha del cordón comprimido de una viga, medida perpendicularmente al plano medio de la misma, no excederá del menor de los límites siguientes:
 - Diez milímetros (10 mm).
 - Un mil quinientosavo (1/1.500) de la luz teórica.

- Los desplomes de soportes no excederán del menor de los límites siguientes:
 - Veinticinco milímetros (25 mm).
 - Una milésima (1/1.000) de la altura teórica.
- Los desplomados de vigas en sus secciones de apoyo, sean de celosía o alma llena, no excederán de un doscientos cincuentavo (1/250) de su canto total; excepto para vigas carril, en las que la tolerancia anterior se reducirá a la mitad (1/2).

640.13 MEDICION Y ABONO

Las estructuras de acero se abonarán, en general, por kilogramos (kg) de acero, medidos por pesada en báscula oficial, y en el precio irán incluidos todos los elementos de unión y secundarios necesarios para el enlace de las distintas partes de la estructura.

No obstante, en caso que sea difícil o imposible la realización de las pesadas, se abonarán mediante medición teórica, en cuyo caso se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud de las piezas lineales de un determinado perfil se multiplicará por el peso unitario respectivo, que se reseña en las Normas UNE citadas en el Artículo 620 de este Pliego.

Para el peso de las chapas se tomará como peso específico del acero el de siete kilogramos y ochocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (7,850 kg/dm³).

La suma de los resultados parciales obtenidos por cada pieza lineal y chapa será la medición.

Para otros perfiles especiales que pudieran emplearse, se fijarán los pesos unitarios que hayan de aplicarse mediante acuerdo entre el Contratista y el Director.

El abono de los casquillos, tapajuntas, y demás elementos accesorios y auxiliares de montaje, se considerará incluido en el de la estructura, salvo que se especifique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Los roblones y tornillos utilizados, se abonarán por unidades, según sus tipos, medidos sobre los Planos.

La soldadura se abonará por metros (m) de un determinado tipo, medidos sobre los Planos.

Cuando en el Proyecto no se especifique precio para el abono de las soldaduras, roblones o tornillos, se considerará que dicho abono está incluido en el de la estructura.

Los gastos de inspección radiográfica serán de cuenta del Contratista, si no se fija otra cosa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

TABLA 640.2.2

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO SEMIAUTOMATICO CON ALAMBRE MACIZO Y PROTECCION GASEOSA

UNIONES A TOPE EN CUALQUIER POSICION

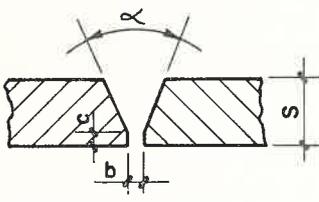
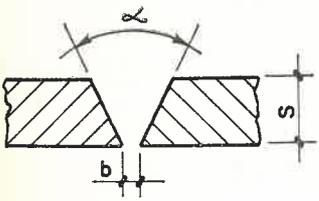
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones
1.2. En V						
1.2.1.	5 - \leq 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -1 \end{matrix}$	2 $\begin{matrix} +0 \\ -1 \end{matrix}$	50° \pm 5°		Con burilado y toma de raíz
	\geq 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -2 \end{matrix}$	2 $\begin{matrix} +0 \\ -1 \end{matrix}$	45° \pm 5°		
1.2.2.						
1.2.3.	5 - \leq 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -0 \end{matrix}$	1 máx.	50° \pm 5°		Con burilado y toma de raíz imposible
	> 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -0 \end{matrix}$	1 máx.	45° \pm 5°		
1.2.4.						

TABLA 640.2.3

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO SEMIAUTOMATICO CON ALAMBRE MACIZO Y PROTECCION GASEOSA

UNIONES A TOPE EN CUALQUIER POSICION

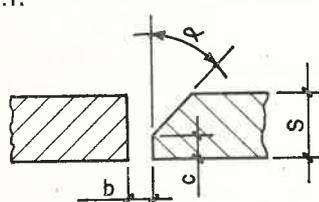
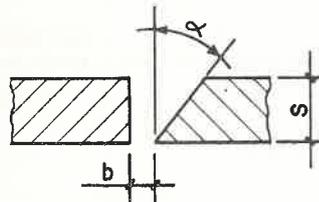
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones
1.3. En V asimétrica						
1.3.1.	6 - ≤ 10	2 ± 1	2 ± 1	45° ± 5°		Toma de raíz posible
	> 10	3 ± 1	2 ± 1	45° ± 5°		
1.3.2.						
1.3.3.	6 - ≤ 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -0 \end{matrix}$	1 máx.	45° ± 5°		Toma de raíz posible
	> 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -0 \end{matrix}$	1 máx.	45° ± 5°		
1.3.4.						

TABLA 640.2.4
 PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO SEMIAUTOMATICO CON ALAMBRE
 MACIZO Y PROTECCION GASEOSA

UNIONES A TOPE EN CUALQUIER POSICION

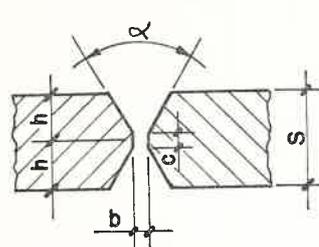
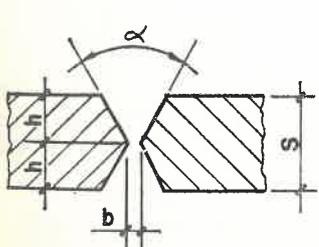
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones
1.4. En X 1.4.1. 	≥ 12	3 ± 1	3 ± 1	$50^\circ \pm 5^\circ$		$h = \frac{S}{2}$ (simétrica)
1.4.2. 	> 12	3 ± 1	1 máx.	$50^\circ \pm 5^\circ$		$h = \frac{S}{2}$ (simétrica)

TABLA 640.2.5

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO SEMIAUTOMATICO CON ALAMBRE MACIZO Y PROTECCION GASEOSA

UNIONES EN T EN CUALQUIER POSICION

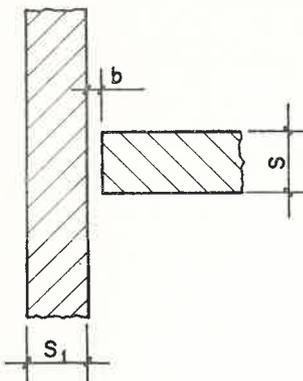
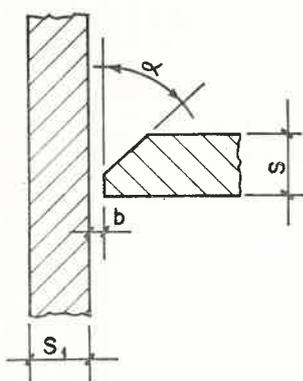
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones
<p>2.1. Bordes rectos</p> <p>2.1.1.</p> 	Cualquier espesor	$O a \frac{S}{6}$ con 2 mm. máx.				
<p>2.2. En V asimétrica</p> <p>2.2.1.</p> 	≥ 5	3 ± 1	3 ± 1	$45^\circ \pm 5^\circ$		Toma de raíz con un cordón de ángulo

TABLA 640.2.6
**PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO SEMIAUTOMATICO CON ALAMBRE
 MACIZO Y PROTECCION GASEOSA**

UNIONES EN T EN CUALQUIER POSICION

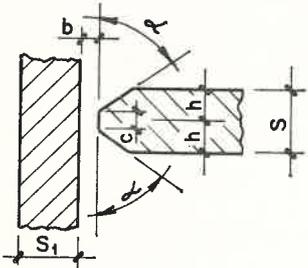
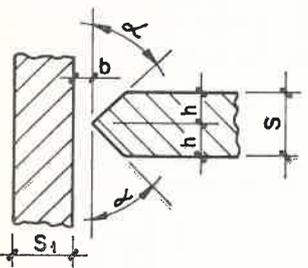
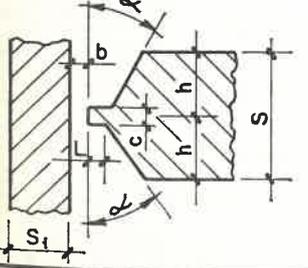
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones
2.3. En K 2.3.1. 	IV 6	3 ± 1	2 ± 1	$45^\circ \pm 5^\circ$		$h = \frac{S}{2}$ (simétrica)
2.3.2. 	IV 6	$2 \begin{matrix} +1 \\ -2 \end{matrix}$	1 máx.	$45^\circ \pm 5^\circ$		$h = \frac{S}{2}$ (simétrica)
2.4.						
2.5. En doble U 	≥ 30	$2 \begin{matrix} +1 \\ -2 \end{matrix}$	3 ± 1	$25^\circ \pm 5^\circ$		$h = \frac{S}{2}$ (simétrica) $R = 8$ $L = 3 \begin{matrix} +2 \\ -1 \end{matrix}$

TABLA 640.2.7

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO MANUAL CON ELECTRODOS DE PENETRACION NORMAL

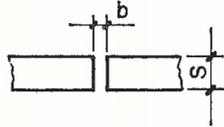
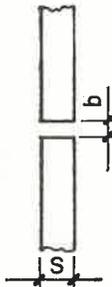
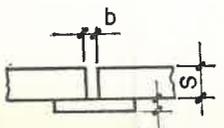
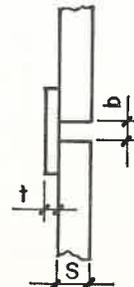
SOLDEO EN LECHO Y EN VERTICAL ASCENDENTE							SOLDEO EN CORNISA						
UNIONES A TOPE													
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones	Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones
1.1. Bordes rectos 1.1.1.	≤ 3	$S \pm 0,5$				Para soldaduras por un solo lado	1.1. Bordes rectos 1.1.1.	≤ 3	$S \pm 0,5$				Para soldaduras por un solo lado
	≤ 6	$0 \text{ á } \frac{S}{2}$				Para soldaduras por los dos lados		≤ 5	$1 \text{ á } \frac{S}{2}$				Para soldaduras por los dos lados
1.1.2. Unión con chapa dorsal	< 3	$0 \text{ á } 3$					1.1.2. Unión con chapa dorsal						
	$3 - < 5$	$\geq S + 3$				$t \geq b$		$1 - \leq 3$	$S + 1 - 0$				$t \geq b$
	$5 - \leq 8$	≥ 8											
	$8 - 16$	≥ 12											

TABLA 640.2.8

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO MANUAL CON ELECTRODOS DE PENETRACION NORMAL

SOLDEO EN LECHO Y EN VERTICAL ASCENDENTE							SOLDEO EN CORNISA						
UNIONES A TOPE													
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones	Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones
1.2. En V 1.2.1.	6-≤10 >10-25	0-2 0-2	2 ± 1 2 ± 1	70° +0° -10° 60° ± 5°		Burilado y toma de raíz Burilado y toma de raíz	1.2. En V 1.2.1.	≥10-20	3 +1 -0	2 ± 1	$\alpha_1 = 45^\circ +5^\circ$ -0° $\alpha_2 = 15^\circ +5^\circ$ -0°		Burilado y toma posible
1.2.2.	6-≤12 >12-25	3 +2 -0 5 +3 -0	2 +0 -1 2 +0 -1	55° ± 5° 55° ± 5°		70° +0° -10° para soldeo en vertical ascendente	1.2.2.						
1.2.3.	3-≤10 >10-25 3-≤20	2 +1 -0 2 +1 -0 0-3		70° +0° -10° 60° +5° -0° 60° +5° -0°		Burilado y toma de raíz imposible Burilado y toma de raíz posible Burilado y toma de raíz posible	1.2.3.	3-≤10 >10-20	2 +1 -0 2 +1 -0		$\alpha_1 = 45^\circ +5^\circ$ -0° $\alpha_2 = 0^\circ$ $\alpha_1 = 45^\circ +5^\circ$ -0° $\alpha_2 = 15^\circ +5^\circ$ -0°		
1.2.4.	3-≤12 >12-25	3 +2 -0 5 +3 -0		* 55° +5° -0° 55° +5° -0°		* 70° +0° -10° para soldeo en vertical ascendente	1.2.4.						

TABLA 640.2.9

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO MANUAL CON ELECTRODOS DE PENETRACION NORMAL

SOLDEO EN LECHO Y EN VERTICAL ASCENDENTE							SOLDEO EN CORNISA						
UNIONES A TOPE													
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones	Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones
1.3. En V asimétrica 1.3.1. 	6 - ≤ 10	2 ± 1	2 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	55° $\begin{smallmatrix} -0° \\ +5° \end{smallmatrix}$		* 45° $\begin{smallmatrix} +5° \\ -0° \end{smallmatrix}$ para soldeo en vertical ascendente con burilado y toma de raíz Burilado y toma de raíz	1.3. 1.3.1.						
	> 10 - 25	3 ± 1	2 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	45° $\begin{smallmatrix} +5° \\ -0° \end{smallmatrix}$									
1.3.2. 	6 - ≤ 12	5 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	55° $\begin{smallmatrix} +5° \\ -0° \end{smallmatrix}$		* 45° $\begin{smallmatrix} +5° \\ -0° \end{smallmatrix}$ para soldeo en vertical ascendente t ≥ b	1.3.2.						
	> 12 - 25	5 $\begin{smallmatrix} +4 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	45° $\begin{smallmatrix} +5° \\ -0° \end{smallmatrix}$									
1.3.3. 	3 - ≤ 10	2 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$		55° $\begin{smallmatrix} +5° \\ -0° \end{smallmatrix}$		Burilado y toma de raíz imposible	1.3.3.						
	> 10 - 25	2 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$		45° $\begin{smallmatrix} +5° \\ -0° \end{smallmatrix}$									
1.3.4. 	3 - ≤ 12	5 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -0 \end{smallmatrix}$		55° $\begin{smallmatrix} +5° \\ -0° \end{smallmatrix}$			1.3.4.						
	> 12 - 25	5 $\begin{smallmatrix} +4 \\ -0 \end{smallmatrix}$		45° $\begin{smallmatrix} +5° \\ -0° \end{smallmatrix}$									

TABLA 640.2.10

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO MANUAL CON ELECTRODOS DE PENETRACION NORMAL

SOLDEO EN LECHO Y EN VERTICAL ASCENDENTE

SOLDEO EN CORNISA

UNIONES A TOPE

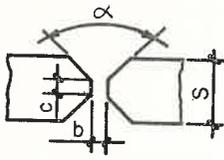
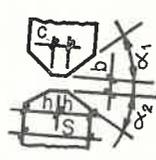
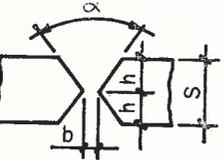
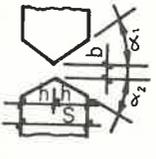
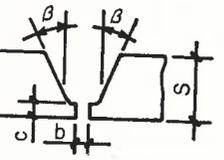
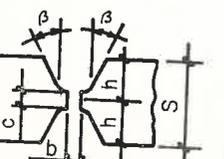
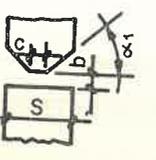
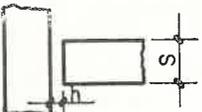
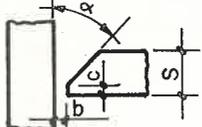
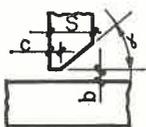
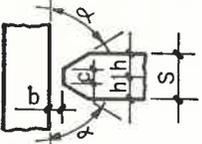
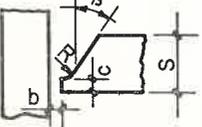
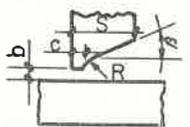
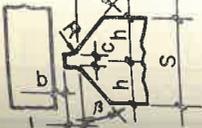
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones	Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones	
1.4. En X 1.4.1.	> 13-25	3 ± 1	2 ± 1			h = $\frac{S}{2}$ (simétrica)	1.4. En X 1.4.1.	> 20	2 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$\alpha_1 = 45^\circ +5^\circ -0^\circ$ $\alpha_2 = 15^\circ +5^\circ -0^\circ$		S h = $\frac{S}{2}$ (simétrica) Si se exige penetración completa hay que tomar disposiciones especiales	
														
1.4.2.	> 13-20	3 ± 1		70° +0° -10°		h = $\frac{S}{2}$ (simétrica)	1.4.2.	> 20	2 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$		$\alpha_1 = 45^\circ +5^\circ -0^\circ$ $\alpha_2 = 15^\circ +5^\circ -0^\circ$		S h = $\frac{S}{2}$ (simétrica) Si se exige penetración completa hay que tomar disposiciones especiales	
	> 20	3 ± 1		60° ± 5°		h = $\frac{S}{2}$ (simétrica)								
1.5. En U 1.5.1.	≥ 20	2 ± 1	3 ± 1		15° ± 5°	R = 5 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -0 \end{smallmatrix}$	1.5.							
														
1.6. En doble U 1.6.1.	> 30	2 ± 1	3 ± 1		15° +5° -0°	h = $\frac{S}{2}$ (simétrica) R = 5 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -0 \end{smallmatrix}$	1.6.							
														
							1.7. En K 1.7.1.	10-20	2 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$		$\alpha_1 = 45^\circ +5^\circ -0^\circ$		S h = $\frac{S}{2}$ (simétrica) Si se exige penetración completa hay que tomar disposiciones especiales	
								> 20	2 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$\alpha_1 = 15^\circ +5^\circ -0^\circ$			

TABLA 640.2.11

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO MANUAL CON ELECTRODOS DE PENETRACION NORMAL

SOLDEO EN LECHO Y EN VERTICAL ASCENDENTE						SOLDEO EN GORNISA							
UNIONES EN T													
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones	Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	β (°)	Observaciones
2.1. Borde recto 2.1.1. 	Todos los espesores	0 á $\frac{S}{5}$ con 2 mm. máx.					2.1.						
2.2. En V asimétrica 2.2.1. 	5 - ≤20	0 á 3	1 máx.	$55^\circ +5^\circ -0^\circ$			2.2. En V asimétrica 2.2.1. 	5 - ≤20	$\frac{S+1}{S-0}$	1 máx.	$55^\circ +5^\circ -0^\circ$		
2.3. En K 2.3.1. 	> 13-25	0 á 3	$2 +0 -1$	$55^\circ +50^\circ -0^\circ$		$h = \frac{2}{2}$ (simétrica)	2.3.						
2.4. En U asimétrica 2.4.1. 	> 16	0 á 3	$2 +1 -0$		$20^\circ +5^\circ -0^\circ$	R = 8	2.4. En U asimétrica 2.4.1. 	> 16	0 á 3	$2 +1 -0$		$20^\circ \pm 5^\circ$	
2.5. En doble U 	> 30	0 á 3	$2 +1 -0$		$15^\circ +5^\circ -0^\circ$	$h = \frac{S}{2}$ (simétrica) R=8 $L=3 +2 -1$	2.5.						

650 CHAPADOS DE PIEDRA

650.1 DEFINICION

Se define como chapado de piedra todo revestimiento de los paramentos de una obra de fábrica, ejecutado con elementos de piedra en forma de placas o losas, en la que su tizón o espesor, sin exceder de quince centímetros (15 cm), sea inferior a la quinta parte de la altura de hilada.

650.2 MATERIALES

650.2.1 Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero designado como M 250, en el Artículo 611, «Morteros de cemento», de este Pliego.

650.2.2 Piedra

650.2.2.1 Condiciones generales

La piedra a emplear en chapados deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano fino y uniforme, de textura compacta; y capaz de soportar, sin desperfectos, una presión de cuatrocientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (400 kgf/cm²).
- Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con un martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

650.2.2.2 Forma y dimensiones

Las dimensiones de las chapas de piedra serán las señaladas en los Planos.

650.2.2.3 Absorción de agua

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2 %), en peso.

650.3 EJECUCION DE LAS OBRAS

Las piezas de piedra se mojarán previamente a su colocación, así como el paramento de la fábrica que se reviste. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, en las juntas y en el trasdós, para unir las con la fábrica. Las placas se fijarán con grapas de latón de cinco milímetros (5 mm) de diámetro, de forma que resulten todas las piezas perfectamente unidas y sujetas.

Por excepción, se permitirá el engrapado con redondos de acero; pero para su uso será precisa la autorización expresa del Director de las obras.

Se proscribire en absoluto el empleo de yeso.

650.4 MEDICION Y ABONO

Los chapados de piedra se abonarán por metros cuadrados (m²) de chapado de un determinado espesor realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos.