



GERDAU
CORSA
El futuro se moldea

PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN
DE ESTRUCTURAS DE ACERO PARA
EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Gerdau Corsa. El futuro se moldea.

gerdaucorsa.com.mx



Elaboración:
Carlos Chazaro Rosario.

Coordinación Técnica:
Gabriel Abraham Guerra Vanegas.

Diseño Editorial:
Valeria Giselle Uribe Pérez.
artroom.com.mx



1. PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

1.1 RANGO DE APLICACIÓN

Este manual de procedimientos de fabricación para el aseguramiento de la calidad aplica a todos los procesos de fabricación y traslado de estructura metálica realizados en las instalaciones de un taller que se dedique a la fabricación de cualquier tipo de estructura metálica.

1.2 NORMAS Y ESPECIFICACIONES

Los siguientes códigos y especificaciones deberán ser referentes para la revisión y supervisión de la estructura metálica.

Existen códigos y especificaciones mandatorias, y existen especificaciones particulares que únicamente son solicitudes de clientes por estética o por alguna conveniencia particular.

A. Normas nacionales e internacionales de cumplimiento:

- **ASTM** (*American Society for Testing and Materials*).
- **AWS** (*American Welding Society*).
 - **AWS Sección 3** (*Especificaciones de los Procedimientos de Soldadura*).
 - **AWS Sección 5** (*Fabricación*).
 - **AWS Sección 5.5** (*Variables del Proceso WPS*).
 - **AWS Sección 6** (*Inspección*).
 - **AWS Sección Tabla 6.1** (*Inspección Visual*).
 - **AWS Sección 6.14.6** (*Certificación del Personal*).
- **AISC 15th Edition** (*American Institute of Steel Construction*).
- **IMCA 5ta Edición** (*Instituto Mexicano de la Construcción en Acero*).

B. Especificaciones particulares:

- Planos arquitectónicos.
- Planos de ingeniería básica.
- Planos de ingeniería de taller.
- Planos de montaje.
- Especificaciones particulares del cliente.

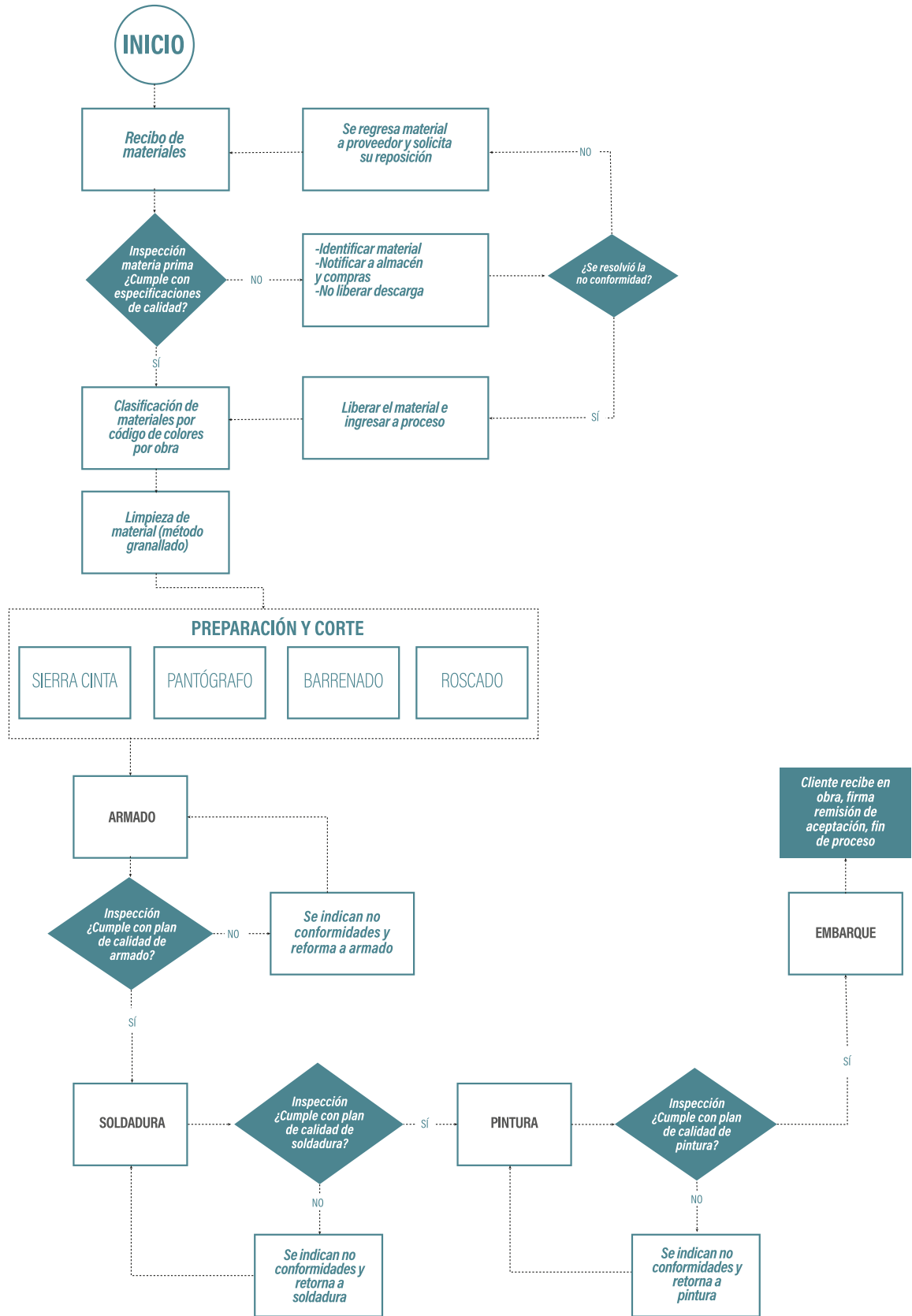
1.3 MODIFICACIONES Y ADICIONES

Este manual es una guía práctica de acuerdo al conocimiento y experiencias de algunos fabricantes, sin embargo, lo que aquí se presenta está regido por el código de prácticas generales del manual IMCA 5ta. edición y por el código de soldadura AWS.

Los alcances dependen de cada proyecto, así mismo, debe respetarse la opinión del fabricante debido a los equipos con los que cuenta dentro de la planta siempre es de suma importancia que se tome en cuenta la experiencia del fabricante para poder obtener beneficios económicos dentro de la fabricación.



1.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN



1.5 MAQUINARIA Y EQUIPO

A continuación, se muestra algo del equipo y maquinaria con la que debe contar un taller de fabricación de estructuras de acero.

NOMBRE DEL EQUIPO

Pantógrafo de plasma
Fuente de poder de pantógrafo
Línea de oxígeno
Arco sumergido
Fuente de poder arco sumergido
Aspiradora
Sistema hidráulico
Metalero universal 75 ton
Metalero Universal 150 ton
Metalero Universal 175 ton
Compresor de tornillo
Grúas viajeras
Roscadora
Máquinas de soldar
Cortadora automática
Cortadora de disco
Taladro magnético
Pulidor magnético
Máquinas de pintura

Hoy en día se puede utilizar equipo de control numérico avanzado, los cuales pueden aminorar los errores en la fabricación y optimizar los tiempos de ejecución haciendo más eficientes las plantas y fabricando un mayor tonelaje semanal.

1.6 MATERIALES

1.6.1 Procedimiento de Adquisición del Material

La adquisición de la materia prima para la fabricación de los elementos estructurales está a cargo del departamento de compras de los talleres, basándose en las requisiciones que generan en el departamento de ingeniería obtenidos de los planos de ingeniería básica independientemente de si el diseño es propio del fabricante o si el diseño proviene de la contratista general o del inversionista. Todos los materiales deben cumplir con las normas internacionales para las calidades y grados de los diversos perfiles y planchones utilizados para cada proyecto.

Cualquier material suministrado en el Taller de Estructuras Metálicas antes de recibirlo, debe ser inspeccionado por personal de calidad interno de cada taller, el cual deberá cumplir con las normas básicas de inspección y cuidados del material según los establecido en las normas ASTM.

1.6.2 Normas Básicas de Inspección y Cuidados del Material

A. Placa y perfiles

1. Al momento de recibir los materiales provenientes de los proveedores se debe revisar la remisión referenciada a la orden de compra.
2. En el momento de la descarga se deberá de garantizar la coincidencia de la remisión con el material que se está

descargando.

3. Durante el proceso de descarga se debe realizar una inspección visual en cuanto a la oxidación y material corroído. De acuerdo con lo establecido en la norma ASTM-A6.
4. El paso siguiente es verificar las variaciones de deformaciones longitudinales de rectitud en ambos sentidos en placa y perfiles, así como el descuadre de patines y deformaciones en almas de perfiles según lo establecido en la norma ASTM A6.
5. Inspeccionar los certificados de calidad ratificando que los materiales cumplan con la composición química y propiedades mecánicas, de acuerdo a la norma ASTM.
6. Una vez aprobados los puntos anteriores se procede a la liberación de material para desembarque y almacenamiento en planta.
7. Se asigna un lugar de almacenamiento para evitar la confusión con materiales de otros proyectos, desarrollando una marca por colores en aerosol.
8. Evitar deformaciones del material colocándolos sobre polines, haciendo estibas de manera ordenada y apoyada sobre calzas.
9. Las placas y perfiles de acero serán identificados de acuerdo al color estipulado de cada proyecto. El color se colocará en el peralte de la placa para su correcta identificación. En el caso de los perfiles se asignará el color asignado en una de las caras del material.
10. El material de acero que se utilizará está especificado en los planos de ingeniería del taller. Ver tabla 1.6.2A.

TIPO DE MATERIAL	GRADO	PRINCIPALES USOS
Polines	ASTM A 1008 Gr50 (doblado en frío)	Montenería
Placa	ASTM A572 Gr50	Columna, traves, vigas y conexiones
IR	A-992	Vigas, columnas y traves
Angulo LI	ASTM-36	Riostras y contra-flambeos
HSS	ASTM A500 GrB	Traves de liga
Tubo OC	ASTM A53 GrB	Misceláneos
Redondos OS	ASTM-36	Anclas y contravientos

TABLA 1.6.2A. Especificaciones de materiales para el control de calidad.

Nota: Todos y cada uno de los materiales recibidos en planta deberán incluir dentro de la remisión los certificados de calidad de acuerdo a las normas ASTM.

B. Soldadura

Se utilizará material de soldadura certificado por la norma AWS D.1.1. Ver Tabla 1.6.2B.

Material	Norma	Nombre	Material de revestimiento	Díámetro (mm)	Aplicación
Soldadura	AWS A5.1	E70XX		1/8"	Filetes
	ASME SFA-5.1				
Soldadura	AWS A5.18	Metalloy 76		0.045	Penetraciones y filetes
Soldadura y fundente	AWS	Alambre solido	L-A57	1/8"	Soldadura de penetración completa y soldadura de filete
	AWS	Alambre solido	L-61	1/16"	Soldadura de filete en cañas
	AWS F7A0-EL12	US-F115	Lincolnweld 789		Fundente

Tabla 1.6.2B. Especificaciones del uso de soldaduras para el control de calidad.

C. Pintura

El primario anticorrosivo se aplicará en las instalaciones del Taller de Estructuras Metálicas considerando los cuidados de limpieza para la correcta adhesión de la pintura. Esta se aplicará de acuerdo a las especificaciones y necesidades de cada proyecto.

1.6.3 Certificado de Normas y Procesos Aplicados en la Recepción de Materiales

Objetivo: Describir las actividades del proceso de recepción de materiales en el Taller de Estructuras Metálicas para garantizar el cumplimiento de las normas de calidad.

Alcance: Aplica a los materiales entregados en el Taller de Estructuras Metálicas como parte de los trabajos de fabricación de estructura metálica para la obra.

Información técnica y/o referencias aplicables: Estudios de composición química y pruebas de impacto elaboradas por el fabricante o proveedor de la materia prima y/o perfiles estructurales regidos por las normas ASTM.

1.6.4 Procedimiento General de Recepción de Materiales para el Aseguramiento de la Calidad

A. Revisar la documentación del material

Información a considerar:

- *No. de remisión*
- *Certificados de calidad*
- *No. de colada. Mismo número en el elemento*
- *Descripción del material*
- *Cantidad por partida*
- *Cantidad total*
- *Fecha*
- *Proveedor*

B. Cumplimiento de los puntos 1.6.2 según proyecto

C. El personal deberá de portar de manera obligatoria el equipo de seguridad necesario para realizar estas actividades

Nota: Es responsabilidad del personal encargado de la planta verificar que las actividades realizadas cumplan con los procedimientos aquí mencionados.



1.7 PLANOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y PLANOS DE INGENIERÍA DE TALLER

1.7.1 Planos de Ingeniería Básica

Éstos contienen el diseño completo con medidas, secciones y localización relativa de los diversos miembros basados en el diseño estructural que deberá regirse por el manual de construcción en acero IMCA 5ta. edición. Se acotarán los niveles de piso, centros de columnas y proyecciones. Se dibujará en una escala considerable para mostrar la información de forma adecuada. En ellos se indicará el tipo de construcción (ver tabla 1.7), y contendrá el dato de las cargas supuestas de las fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales que han de ser resistidos por todos los elementos y conexiones, contendrá todo lo requerido para la elaboración de planos de taller.

TIPO 1	Marco rígido: Las juntas entre vigas y columnas son lo suficientemente rígidas como para mantener prácticamente sin cambio los ángulos originales entre los elementos que se interceptan y son capaces de desarrollar momentos flexionantes entre sus conexiones trabes - columnas.
TIPO 2	Estructuración simple: Extremos simplemente apoyados, sin empotramiento, los extremos de las vigas están unidos solo para resistir fuerza cortante y están libres para girar.
TIPO 3	Marco semirrígido: Extremos parcialmente empotrados, en la conexión existe una capacidad conocida y confiable de momento, intermedia entre la rigidez y la flexibilidad.

Tabla 1.7 Tipos de sistemas estructurales.

1.7.2 Planos de Ingeniería de Taller

Éstos deberán contener la información completa para la fabricación de los elementos de la estructura, incluyendo la localización, tipo y tamaño de todos los tornillos y soldadura. Se hará la distinción entre sujetadores, soldadura de taller y de campo, esto con la finalidad de economizar tiempos en la fabricación de los elementos.

Los planos aprobados para fabricación deben contar con una lista de materiales donde venga la descripción del material y las dimensiones de las piezas en plano. Como regla general, la medida de los planos, estarán en sistema métrico decimal (mm), y el símbolo de unidad se omitirá para no saturar el dibujo.

Si la estructura es muy compleja, se complementará la información con planos de fachadas, planta, cortes y elevaciones para evitar dificultades en el área de fabricación, dibujando los detalles en específico y verificando que contenga la información necesaria para aclarar dudas sobre el armado.

En todo el proceso de fabricación, se respetará y se implementarán las medidas indicadas en el plano.

1.8 HABILITADO

1.8.1 Procedimiento de Habilitado

- A. Liberada la ingeniería de taller, se proporcionan los planos al responsable del área de habilitado. Este a su vez se encarga de analizar y verificar que cuente con la información necesaria para dar inicio a los trabajos correspondientes.
- B. Una vez analizado el plano de taller e identificado el material se procede a la verificación y liberación de la materia prima a utilizar. Esta debe estar en buen estado sin flexiones y/o deformaciones que puedan afectar el proceso de armado.
- C. Liberado el material, se traslada al área de habilitado en donde será procesado para la fabricación de la estructura, identificando el tipo de herramienta y equipo a utilizar para su proceso. Este debe apegarse a las dimensiones y características indicadas en el plano de taller.
- D. Terminado el proceso de habilitado, las piezas se identificarán de manera que faciliten el manejo para el proceso de armado.
- E. El departamento de control de calidad debe asegurarse en todo momento que las piezas que están habilitando cumplan con las características del plano, de igual manera estar al pendiente de las dudas que puedan surgir en dicho proceso.

1.8.2 Trazo

El trazo se realizará de acuerdo a lo marcado en el plano de fabricación, las herramientas empleadas para realizar el trazo tales como reglas, escuadras, etc. Se pueden omitir únicamente en el caso de utilizar una máquina de fabricación automatizada de control numérico (máquina NC / Pantógrafo), la cual garantiza una mayor precisión de corte.

La medida de trazo se debe definir considerando las contracciones y deformaciones producidas por el proceso de fabricación y acabado de la pieza.

1.8.3 Barrenado

Para la barrenación de conexiones que serán atornilladas, se llevará a cabo a través de equipo de punzonado (metaleros), que varían en distintas capacidades y que pueden llegar a perforar placas hasta de 1 ½" con diámetros de 1 ½", sin embargo, estos equipos se encuentran limitados en barrenar mayores espesores y diámetros ya que se necesitaría una mayor presión para lograrlo y resultaría antieconómico el comprar un equipo con estas características.

Cuando los barrenos no se pueden desarrollar con el equipo de punzonado, se recurre a la utilización de taladros magnéticos o a la utilización de equipo de oxicorte.

La barrenación está regida de acuerdo a lo establecido en el capítulo J Tabla J3.3 de las especificaciones del Manual de Construcción en Acero IMCA 5ta. edición y de la Tabla 3.3 del Manual de Conexiones de GERDAU CORSA.

**DIMENSIONES DE BARRENOS NOMINALES Y DISTANCIA MÍNIMA AL BORDE ^[a]
DESDE EL CENTRO DEL BARRENO ESTÁNDAR ^[b] HASTA EL BORDE DE LA PARTE CONECTADA "in"**

DIÁMETRO DE TORNILLO	DIMENSIONES DE BARRENOS						DISTANCIA MÍNIMA AL BORDE DE BARRENOS ESTÁNDAR ^[b]	
	ESTÁNDAR	SOBREMEDIDA	RANURA CORTA		RANURA LARGA		EN BORDES ASERRADOS	EN BORDES LAMINADOS DE PLACA, PERFILES, BARRAS O EN BORDES POR CORTE TÉRMICO ^[d]
			ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO		
1/2	9/16	5/8	9/16	11/16	9/16	11/4	7/8	3/4
5/8	11/16	13/16	11/16	7/8	11/16	1 9/16	1 1/8	7/8
3/4	13/16	15/16	13/16	1	13/16	1 7/8	1 1/4	1
7/8	15/16	1 1/16	15/16	1 1/8	15/16	2 3/16	1 1/2 ^[e]	1 1/8
1	1 1/16	1 1/4	1 1/16	1 5/16	1 1/16	2 1/2	1 3/4 ^[e]	1 1/4
1 1/8	d+1/16	d+5/16	d+1/16	d+3/8	d+1/16	2.5d	1 3/4 x d	1 1/4 x d

TABLA 3.3 del Manual de Conexiones de GERDAU CORSA.

- [a] Se permite utilizar distancias de borde menor suponiendo que se satisfacen las disposiciones de la sección 3.10, de manera adecuada.
- [b] Para barrenos sobredimensionados no mayores de 7/8" aumentar a las distancias al borde 1/16", para todos los demás casos aumentar 1/8".
- [c] Para los barrenos ranurados no mayores de 1" en el eje largo perpendicular al borde en ranura corta aumentar 1/8", para los demás diámetros en ranura corta aumentar 3/16", para todos los casos de ranura larga aumentar 3/4 del diámetro nominal del conector.
- [d] Se permite que todas las distancias de borde en esta columna sean reducidas 1/8" cuando el barreno está en un punto donde la resistencia requerida no exceda del 25% de la resistencia máxima en el elemento.
- [e] Se permite que estas sean 1 1/4" en conexiones de extremo de vigas, ángulos y placas de cortante.

Mantener la cuadratura de la superficie del material, y barrenar según la especificación. Después del barrenado, la rebaba y residuos de corte deben ser eliminados en su totalidad a través de limpieza mecánica.

1.8.4 Corte

El método y equipo de corte se definirá de acuerdo a la Tabla 1.8.1.

MÉTODO DE CORTE	EQUIPO DE CORTE	TIPO DE MATERIAL
Oxicorte	Tanques, manorreductores, soplete, válvula anti retroceso y manueras.	Placas
Corte con cizalla	Metalero	Placas delgadas
Corte con disco	Cortadora circular	Perfiles
Corte con plasma	Pantógrafo	Planchas

Tabla 1.8.1.

El corte se realizará de manera general con equipo oxicorte automático, en los casos de los lugares que impidan el corte automático, se aplicará con equipo oxicorte manualmente, controlando en todo momento las tolerancias de asperezas, muescas o rebajes. Ver tabla 1.8.2.

TOLERANCIA	TOLERANCIA LÍMITE	ESCORIA
Inferior 4mm	Hasta 4mm	Eliminar

Tabla 1.8.2. Profundidad de muescas.

En caso de que la profundidad de la muesca de corte rebase la tolerancia especificada en la tabla superior, se tendrá que hacer un desbaste con pulidora y de ser necesario el rellenar con soldadura.

Las placas de grosor inferior a 13 mm (1/2") se pueden cortar de forma manual.



1.8.5 Biselado

Biselado, el bisel se realizará con equipo de oxicorte y en los casos de empates de placas sean no mayores a 3/8, se realizarán con pulidor.

1.8.6 Acabado

La remoción del metal de soldadura o de porciones del metal base puede realizarse maquinaendo, esmerilando, cinceland o rebajando. Se deberá hacer de tal manera que el metal de soldadura adyacente o el metal base no tengan muescas o rebajes. El rebaje con oxígeno no deberá utilizarse en el acero sometido a proceso termodinámico de templado y revenido. Las porciones inaceptables de la soldadura deben quitarse sin quitar gran parte del metal base. Las superficies deberán limpiarse a fondo antes de soldar. El metal de soldadura deberá depositarse para compensar cualquier deficiencia de tamaño.

1.9 ARMADO

1.9.1 Procedimiento de Armado

- A. Antes de iniciar el armado de una pieza, se debe realizar revisión de corte, dimensiones, materiales y cantidades para el elemento por trabajar. Al mismo tiempo revisará las superficies y área de corte, y posteriormente se clasificará de acuerdo con el orden de uso para el armado (cuerpo principal y elementos secundarios).
- B. En caso de existir deformaciones en el material será necesario reparar dicho defecto antes de que sea utilizada la pieza en el armado.
- C. En la unión de materiales misceláneos se debe utilizar una plantilla especial para mantener precisión.

1.9.2 Precisión de Armado

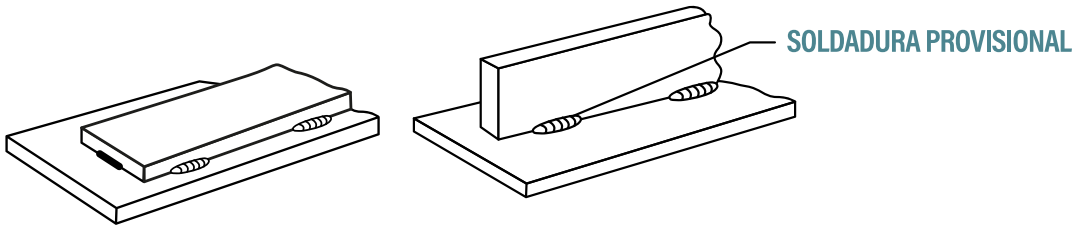
- A. Calcular la contracción del producto del proceso de soldadura y respetar las medidas indicadas en los planos.
- B. La normatividad que se empleará para la precisión del armado es: AWS SECC. 6. La precisión dentro de la fabricación y armado de los elementos estructurales, tiene como objetivo manejarnos dentro del rango y tolerancias estipuladas en dicha normatividad, especialmente teniendo cuidado en no tener desniveles en las uniones de traves y vigas.

1.9.3 Cuidados a Considerar

- A. Revisar cuidadosamente los planos de fabricación, cotas, cantidades de material, lista de materiales y ubicación dentro del elemento con la finalidad de evitar errores.
- B. Revisar el nivel y el balance, utilizando moldes y plantillas.
- C. Adherir los materiales al realizar soldadura de filete.
- D. Armar verificando que no produzcan desniveles en los empalmes y juntas.

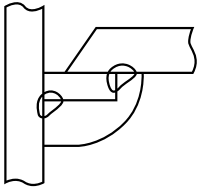
1.9.4 Soldadura Temporal

- A. Para los puntos de soldadura se deberá aplicar los cordones de manera que no interfiera en el proceso de soldadura definitiva.
- B. Si se realiza forzosamente soldadura provisional, se debe afinar cuidadosamente usando pulidoras, logrando una superficie plana y sin defectos.

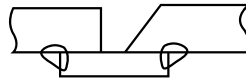


POSICIÓN BÁSICA

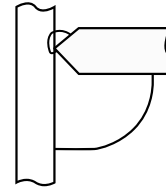
EMPLAME DE JUNTAS (CON PLACA DE RESPALDO) 1
Dentro del bisel no aplicar soldadura de armado



EMPLAME DE JUNTAS (CON PLACA DE RESPALDO) 2
Dentro del bisel no aplicar soldadura de armado



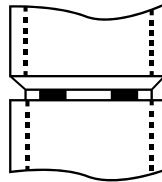
EMPLAME DE JUNTAS (ARCAVADO) 1
Soldadura de armado en el lado que se va a argayar



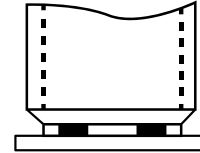
EMPLAME DE JUNTAS (CON ARCAVADO) 2
Soldadura de armado en el lado que se va a argayar



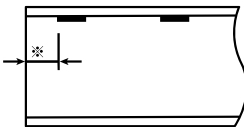
EMPLAME DE JUNTAS (CON PLACA DE RESPALDO)
En el R no aplicar soldadura de armado



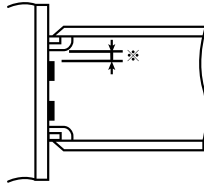
JUNTAS Y DIAFRAGMAS (CON PLACA DE RESPALDO)
En el R no aplicar soldadura de armado



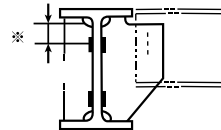
BH•BT (ALMA)
❖ Evitar los extremos



JUNTAS (ALMA)
❖ Evitar los extremos



PLACA DE JUNTAS
❖ Evitar los extremos



C. Cuando se use placa de respaldo, deberá ser de material con propiedades soldables, con un grosor considerable para que no se derrita y se debe termo fusionar totalmente al material cuando se aplique la soldadura.

D. La longitud mínima del cordón de soldadura es específica en la Tabla 1.9.

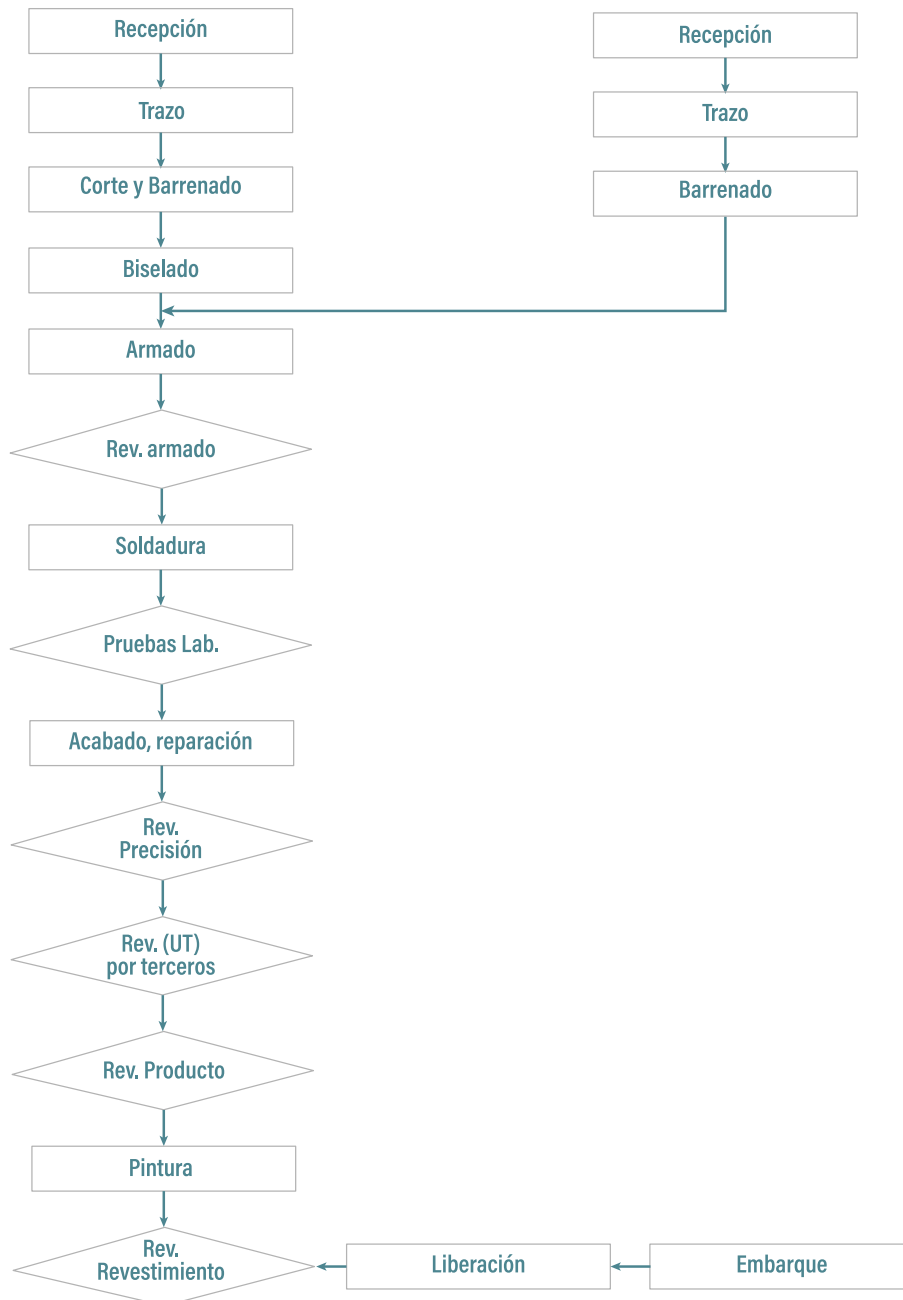
Nota: No soldar cordones cortos.

Tabla 1.9 Longitudes de soldaduras de armado

ESPESOR (mm)	EQUIPO DE CORTE LONGITUD MÍNIMA DEL CORDÓN DE SOLDADURA (mm)
$T \leq 6$	Superior de 3
$6 < T \leq 12$	Superior de 5
$12 < T \leq 20$	Superior de 6
$20 < T$	Superior de 8

E. Al realizar los puntos de soldadura de armado, no se dejarán puntos abultados sobre la línea de los cordones, dejando un punto únicamente de armado para que la aplicación del cordón final sea por encima con soldadura definitiva.

1.9.5. Diagrama de Flujo de Armado de Vigas y Columnas





1.10 SOLDADURA

1.10.1 Generalidades

Se indicarán en los planos de diseño y de taller las juntas, o grupos de juntas en las que la secuencia y técnica de aplicación de la soldadura requiera de especial atención para minimizar las soldaduras con restricciones a la deformación y para evitar las distorsiones excesivas. Las longitudes de soldadura indicadas en los planos de diseño y de taller serán las longitudes efectivas.

Los símbolos de soldadura empleados en los planos de diseño y de taller de preferencia serán los de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS). Podrán emplearse otros símbolos adecuados siempre y cuando se expliquen en forma completa en los planos de diseño o de taller su uso y aplicación.

Los electrodos y fundentes para soldadura cumplirán con la última edición de la Sociedad Americana de soldadura (AWS).

Hacer un estudio de la calidad requerida, método de soldado, forma de biseles, elección material de soldado, proceso de soldado, actitud del soldador.

1.10.2 Procedimiento de Soldadura

1) Almacenamiento y control de equipo de soldado y material.

- Realizar revisión al equipo de soldadura y accesorios, para verificar que estén en muy buen estado.
- Realizar control de almacenamiento de material entrante.
- Realizar periódicamente evaluación de material de soldadura.

2) Estado de material de fabricación. Controlar y checar individualmente el corte de biseles.

3) Estado de armado y soldadura de armado. Realizar revisión al mismo tiempo controlar forma de biseles y precisión en la ubicación de soldadura, longitud, altura de soldadura.

4) Conocimiento de desempeño del personal especializado. Controlar y tener conocimiento del desempeño del soldador especificado basándose en documentos de avance, informes diarios, para su ubicación apropiada del mismo.

5) Retroalimentación al personal. Informar periódicamente en reuniones al personal, el estado del material, estado de fabricación de soldadura, estado de equipos y revisiones.

6) Soldador especializado: El soldador deberá estar certificado de acuerdo con un laboratorio externo al taller y basado en los procedimientos de soldadura como lo establece el AWS.

TIPO	CERTIFICADO
Soldadura de arco	AWS 1G1F
Soldadura semi-automática	

7) Equipo de soldadura. El equipo de soldadura debe de contar con una capacidad y rendimiento suficiente, para efectuar con seguridad el trabajo requerido.

- Equipo de soldadura de carga alterna.
- Soldadura de arco con (CO2) arco protegido.

8) Control de material.

- Los consumibles para soldaduras que se hayan sacado de su envase original deberán protegerse y almacenarse, de modo que no se afecten las propiedades de la soldadura.
- Debido a la característica de entrada de gran cantidad de calor de estos procesos, normalmente no se requiere precalentamiento, sin embargo, no deberá efectuarse ninguna soldadura cuando la temperatura del metal base, en el punto de la soldadura, sea inferior a 32° F [0° C].
- La clasificación y el tamaño del electrodo, la longitud del arco, el voltaje y amperaje deberán ser





los apropiados para el espesor del material, el tipo de ranura, las posiciones de las soldaduras y otras circunstancias adecuadas al trabajo. La corriente de soldadura deberá estar dentro del rango recomendado por el fabricante del electrodo.

9) Trabajo de soldadura.

- Evitar que las medidas de acabado varíen con las de diseño, el cordón de soldadura debe ser en lo posible recto y con una forma de onda.
- No soldar en caso de la temperatura del lugar de trabajo sea menor a los -5°C.
- No soldar en caso de que el material de base este mojado por la lluvia o nieve, se permitirá en caso de que se tomen medidas necesarias.
- Soldadura con arco sumergido (CO₂) la soldadura se debe aplicar en forma de zigzag.

10) Limpieza.

Antes de soldar sobre el metal previamente depositado, se deberá quitar toda la escoria, y la soldadura junto con el metal base adyacente y deberán cepillarse para que queden limpios. Este requerimiento deberá aplicarse no solo a las capas sucesivas, sino que también a los cordones de soldadura continua y al área del cráter cuando la soldadura se reanude después de alguna interrupción.

11) Condiciones de soldadura.

1.- Soldadura de arco con electrodo revestido.

NORMA	TIPO	DIÁMETRO (mm)	AMPERAJE (A)	VOLTAJE (V)
AWS	Con flux	3.0	125~140	38~43

2.- Soldadura de arco con gas (CO-2).

DIÁMETRO (mm)	AMPERAJE (A)	VOLTAJE (V)
1.6	240~260	29~32
2.0	350~360	33~37
3.0	440~460	38~43

12) Tolerancia en filetes.

TABLA J2.4 TAMAÑO MÍNIMO DE SOLDADURA DE FILETE

Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete ^[a] mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

^[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete.

Se deben utilizar soldaduras de paso simple.

Nota: Ver la sección J2.2b para el tamaño máximo de soldadura de filete.

13) Acabado

La remoción del metal de soldadura o de porciones del metal base puede realizarse maquinaando, esmerilando, cinceland o rebajando. Se deberá hacer de tal manera que el metal de soldadura adyacente o el metal base no tengan muescas o rebajes. El rebaje con oxígeno no deberá utilizarse en el acero sometido a proceso termodinámico de templado y revenido. Las porciones inaceptables de la soldadura deben quitarse sin remover gran parte del metal base. Las superficies deberán limpiarse a fondo antes de soldar. El metal de soldadura deberá depositarse para compensar cualquier deficiencia de tamaño.

Las soldaduras a tope que requieran enrasarse deberán acabarse de modo que no reduzcan los espesores del metal base más delgado o el metal base en más de 1/32 pulgadas [1 mm], o del 5% del espesor del material; cualquiera que sea menor. El refuerzo restante no deberá exceder 1/32 pulgadas de altura [1 mm]. Sin embargo, todos los refuerzos deberán quitarse donde la soldadura forme parte de una superficie de contacto o de empalme. Todo refuerzo deberá alearse en forma pareja y suave en la superficie de la plancha con áreas de transición libres de socavamiento.

14) Reparación

En caso de producirse deformaciones en el proceso y no estar en el rango de aceptación definido, se deberá reparar sin perder la calidad del material.

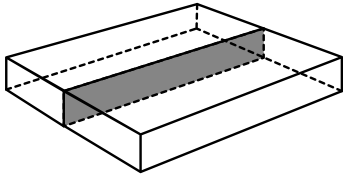
15) Tipo de defecto y proceso de reparación

Se aplicarán pruebas de ultrasonido al porcentaje que establezca cada taller de la totalidad de piezas de la edificación, de igual forma para las pruebas de líquidos penetrantes para identificar la soldadura defectuosa, en caso de producirse algún defecto, se deberá reparar el tipo de defecto de acuerdo a la tabla mostrada a continuación.

TIPO DE DEFECTO	PROCESO DE REPARACIÓN
RUPTURA.	Prueba de ultrasonido (ruptura interna), o prueba con líquidos penetrantes (ruptura superficial) , revisar el rango de aceptación, luego remover la ruptura por ambos lados 50mm de profundidad con arc-air, de manera que la apertura tenga una forma del fondo de un barco. Luego soldar nuevamente, y realizar la prueba nuevamente.
DEFECTOS POR DERRETIMIENTO, FUSIÓN ESCORIA ENVUELTA. POROS.	Las piezas que fueron rechazadas, por la prueba de ultrasonido, revisar el rango. Luego de remover la ruptura por ambos lados 50mm de profundidad con arc-air, de manera que la apertura tenga una forma del fondo de un barco, luego soldar nuevamente, y realizar la prueba nuevamente.
HOYOS.	Remover con arc-air y volver a soldar.
GRIETAS.	Si la grieta es poco profunda se pule la superficie hasta dejarla lisa. En caso de ser profunda, rellenar con soldadura y luego pulir con pulidora.
TRASLAPE, EXCESO DE CORDÓN, DEFECTO DE CORDÓN CRÁTER.	Pulir con pulidora, hacer acabado o remover con arc-air y soldar de nuevo.
FALTA DE CORDÓN. FALTA DE DISTANCIA.	Aumentar soldadura hasta llegar a la medida requerida.










Simbología de soldadura y juntas

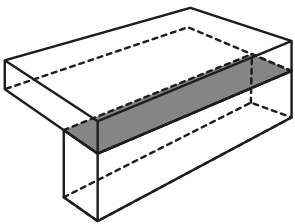
Tecnología de inspección de soldadura
Módulo 4. Geometría de las juntas de soldadura y simbología de soldadura



(A) JUNTA A TOPE
















SOLDADURAS APLICABLES Y SÍMBOLOS DE SOLDADURA

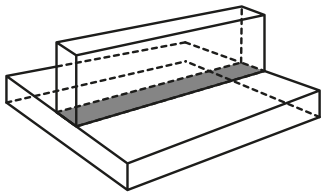
- | | |
|--|---|
| ·  · Filete | ·  · Bisel en U |
| ·  · Bisel en 1/2V ensanchado | ·  · Bisel en V en borde con |
| ·  · Bisel en V ensanchado | ·  · Componente curvo |
| ·  · Bisel en J | ·  · Bisel inclinado |
| ·  · Bisel recto | |



(B) JUNTA EN L

SOLDADURAS APLICABLES Y SÍMBOLOS DE SOLDADURA

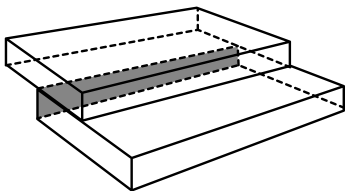
- | | |
|--|---|
| ·  · Filete | ·  · En L con componente curvo |
| ·  · Bisel en 1/2V | ·  · En borde con componente curvo |
| ·  · Bisel en 1/2V ensanchado | ·  · En botón |
| ·  · Bisel en V ensanchado | ·  · En ojal |
| ·  · Bisel en J | ·  · Punto |
| ·  · Bisel recto | ·  · Costura |
| ·  · Bisel en U | ·  · Proyección |
| ·  · Bisel en V | |



(C) JUNTA EN T

SOLDADURAS APLICABLES Y SÍMBOLOS DE SOLDADURA

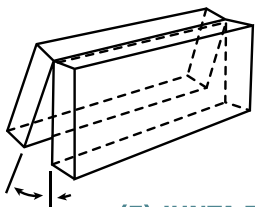
- | | |
|--|--|
| ·  · Filete | ·  · En tapón |
| ·  · Bisel en 1/2V | ·  · Punto |
| ·  · Bisel en 1/2V ensanchado | ·  · Costura |
| ·  · Bisel en J | ·  · Proyección |
| ·  · Bisel recto | |
| ·  · En botón | |
| ·  · Bisel en U | |
| ·  · Bisel en V | |



(D) JUNTA SOLAPADA












SOLDADURAS APLICABLES Y SÍMBOLOS DE SOLDADURA

- | | |
|---|--|
| ·  · Filete | ·  · En ojal |
| ·  · Bisel en 1/2V | ·  · Punto |
| ·  · Bisel en V ensanchado | ·  · Costura |
| ·  · Bisel en J | ·  · Proyección |
| ·  · Bisel recto | ·  · *Brazo |
| ·  · En botón | |



(E) JUNTA EN BORDE

SOLDADURAS APLICABLES Y SÍMBOLOS DE SOLDADURA

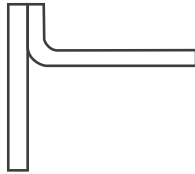
- | | |
|--|---|
| ·  · Bisel en 1/2V | ·  · Bisel en V |
| ·  · Bisel en 1/2V ensanchado | ·  · Bisel recto |
| ·  · Bisel en V ensanchado | ·  · En L con componentes curvos |
| ·  · Bisel en J | ·  · En borde con componentes curvos |
| ·  · Bisel recto | ·  · Costura |
| ·  · Bisel en U | |



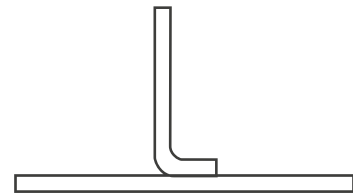
Los cinco tipos básicos de juntas y las soldaduras aplicables



(A) Juntas a tope con componentes curvos



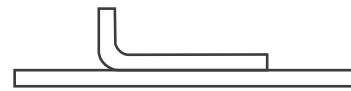
(B) Junta en I con componente curvo



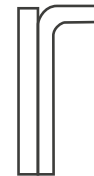
(C) Junta en t con componente curvo



(D) Juntas solapadas con componentes curvos



(B) Junta en borde con componentes curvos



PINTURA

GENERALIDADES

A) Rango de aplicación

Aplicación en planta (antioxidante).

B) Especificación de pintura

Norma	Especificación	Veces	Espesor (mils)	Aplicación
NOM006	STP S2000	Planta 1	1,5 ~ 2	interna

AJUSTE DE BASE

Cantidad de ajuste de superficie de base.

Fabricación

Aplicar revestimiento de cloruro de fosfato.

Aplicar sandblast.

En caso de utilizar equipo eléctrico y equipo manual.

A) Suciedades, materiales adherido, eliminarlos con cepillo metálico.

B) Grasas, aplicar solvente y limpiar.

C) La oxidación eliminarla con pulidora o cepillo metálico.

1.11 PINTURA

A) Método de pintar.

1. Método de pintar mediante pulverización tomando en cuenta el ambiente, tipo de pintura y estado de los objetos recubiertos.
2. Pintar lo más pronto posible luego de preparar la base.
3. Las partes que no serán pintados deben ser cubiertas con cinta evitando que el material se pinte.
4. Antes de aplicar la pintura, mezclar suficientemente hasta que ésta se mezcle por completo. Después de mezclar, usar dentro del plazo prescrito.
5. Pintar de una forma uniforme evitando que se produzcan desigualdades, escurrimiento, veteado, previniendo volver a pintar.

B) Condiciones para el aplicado de pintura.

No aplicar pintura bajo las siguientes condiciones:

1. Cuando la temperatura es menor a los 5°C o cuando la humedad supera el 8.5%.
2. En caso de lluvia, nieve, o cuando se prevé roció antes que seque la pintura.
3. En caso de vientos fuertes.

C) Rango de aplicación de pintura.

No se aplicará pintura en los siguientes casos:

1. En partes que serán cerradas al soldar.
2. Lugares donde se va a soldar a cada extremo en 100 mm o donde se va realizar la revisión de ultrasonido (UT).

1.12 EMBARQUE

- A) El embarque se realiza según el orden envió.
- B) Las piezas pequeñas deben ser colocadas en un recipiente adecuado para evitar que se dispersen.
- C) Para evitar que el producto se raye o se deforme durante el traslado. Emplear cuñas de madera y asegurar bien para evitar el desplazamiento de la carga.
- D) Los pernos, separarlos según el tipo y acomodarlos en plantillas para evitar desplazamiento. No apilar más de 5 plantillas y cubrir con vinilo para proteger de la lluvia.

1.12.1 Código de Producto

- A) Antes del traslado, elaborar un manual de códigos de montaje y documento de envío, para poder estar consciente de los códigos del producto y poder comparar las cantidades.
- B) Al producto se le debe colocar un código que coincida con el montaje y el sentido de montaje.
- C) El código del producto se deberá marcar con marcador adecuado para acero predeterminado.

1.12.2 Orden de Entrega

El orden de entrega se define en la programación general de la obra y se deberá pactar con el encargado del proyecto capaz de tomar este tipo de decisiones.

1.12.3 Traslado

A) Sumario: Con relación al transporte, respetar las reglas y reglamentos para transportar con seguridad el material.

B) Método de traslado: El traslado del taller al lugar del montaje se realizará de manera terrestre con camiones, o tráiler.

C) Planificación de traslado a obra:

1. Antes de realizar el transporte, realizar un estudio de la ruta de transporte para no tener impedimento en las rutas.
2. Como regla general, no se realizará traslados los domingos y días festivos.
3. En caso de sufrir cambios en el orden de montaje, ponerse en contacto con 2 semanas de anticipación a la fecha programada del embarque.
4. En caso de que por tormenta haya cambios en el día de embarque, avisar con anticipación para la programación de embarque futuro.
5. En caso de que por motivo del tiempo se decida no montar el material entregado, se descargará de todas maneras y se deberá cubrir a modo de evitar la posible oxidación y daños del material, o bien que los daños sean mínimos para posteriormente hacer las reparaciones necesarias.

D) Control de seguridad del traslado.

1. El conductor y los trabajadores deben llevar puestos casco y zapatos de seguridad. El camión debe contar con revisión mantenimiento previo.
2. Carga: A la hora de carga y descarga seguir las instrucciones del encargado para poder trabajar con seguridad.
3. Durante el traslado, para evitar desplazamiento de carga se deberá fijar bien la misma con métodos adecuados.
4. Durante el traslado, para no atrasar el orden de montaje, en caso de surgir fallas o en caso de accidente, seguir las medidas del organigrama de medidas en caso de emergencias.

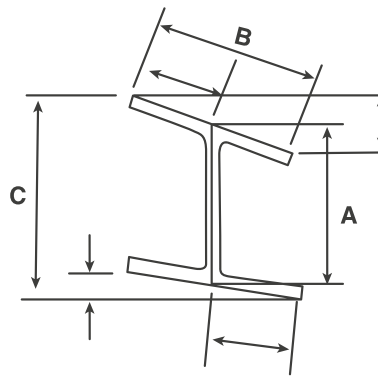
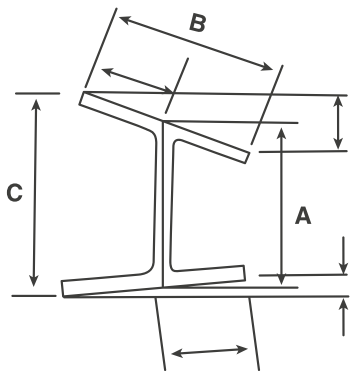
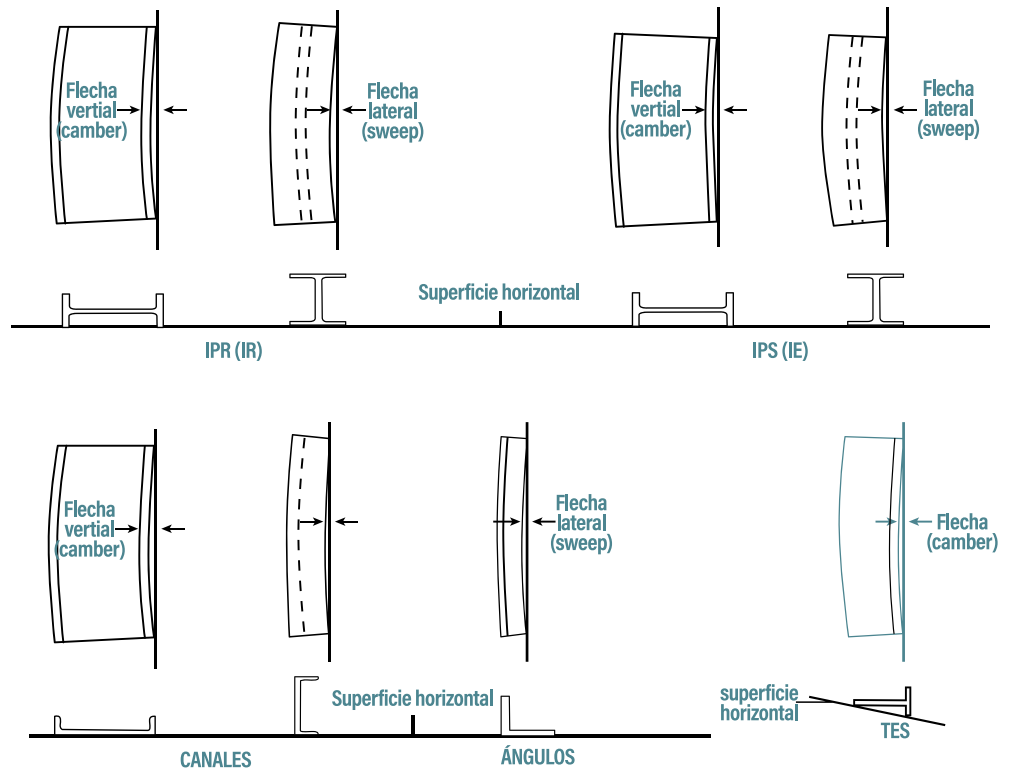
1.7 TOLERANCIAS

Las tolerancias dimensionales de laminación están establecidas en la norma NOM-B252(ASTMA6). Las variaciones en geometría de la sección transversal de perfiles laminados deben ser reconocidas por el ingeniero, fabricante y montador.

Estas tolerancias son indispensables debido a las deformaciones que se producen por el desgaste de los rodillos de laminación, a las distorsiones térmicas de la sección transversal al salir el material del tren de laminación y a las distorsiones que se presentan por el enfriamiento diferencial que tiene lugar en las camadas de enfriamiento. Las perfecciones absolutas de la geometría de la sección transversal no tienen significación estructural y si las tolerancias son reconocidas y previstas tampoco tiene significado arquitectónico.

La norma NOM-B-252 (ASTMA6), también estipula las tolerancias para la rectitud y las flechas que son adecuadas para la mayoría de las construcciones convencionales, sin embargo, estas características se pueden controlar o corregir a tolerancias más estrictas, cuando las exigencias especiales de un proyecto particular justifica el costo adicional de este concepto.

Posiciones de los perfiles para medición de flechas verticales y laterales.



Tolerancia en flechas.

a) Secciones con ancho de patín menor de 152.4 mm (6"):

Flecha lateral máxima en cm = longitud (m) / 10

Flecha vertical máxima en cm = longitud (m) / 5

b) Columnas o secciones de peralte aproximado al ancho del patín (sección H):

Longitudes menores de 14 m
 Flechas vertical y lateral máxima en cm = longitud(m)/ 10 ≤ 9.6 mm

Longitudes mayores de 14 m
 Flecha vertical y lateral máxima en cm = 9.6 + (Longitud (m) - 14) / 10

Extremos fuera de escuadra:

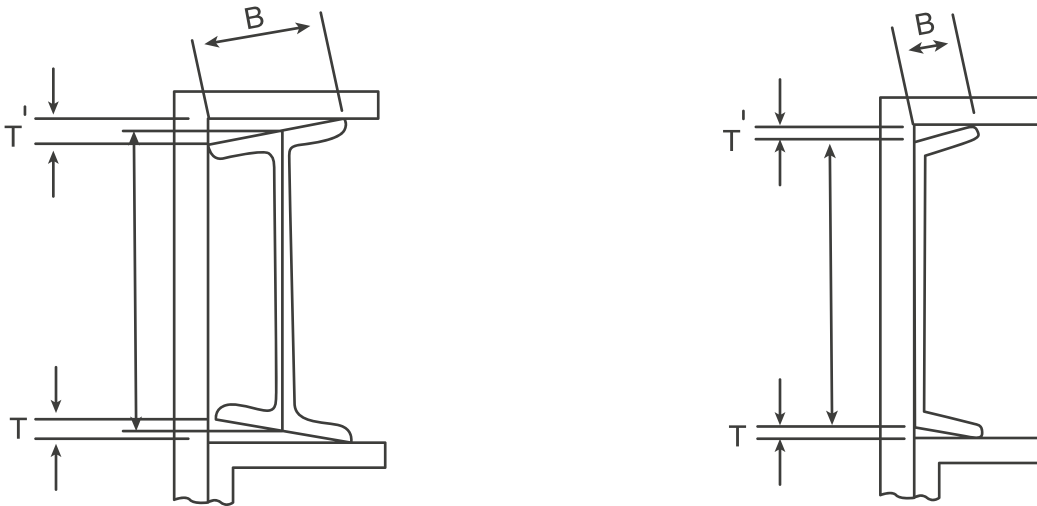
1.6 mm por cada 10 cm de peralte o de patín.
 Sí es mayor que el peralte

Variaciones en peso y área:

+ - 2.5% sobre el valor teórico.

Peralte nominal A	Tolerancia de laminación				Patines fuera de escuadra (1+1) max.	Alma fuera del	(C-A) max. en cualquier sección transversal
	Peralte A		Peralte de patín B				
	más	menos	más	menos			
Hasta 12'	1/8	1/8	1/4	3/16	1/4	3/16	1/4
305 mm	3.2	3.2	6.3	4.8	6.3	6.3	6.3
Más de 12'	1/8	1/8	1/4	3/16	5/16	3/16	1/4
	3.2	3.2	6.3	4.8	8	4.8	6.3

Tolerancias en vigas IPS Y CPS.



Sección	Peralte Nominal	Tolerancia de laminación				T - T' fuera de escuadras por pulg. de ancho B
		Peralte A		Peralte de patín B		
		Más	Menos	Más	Menos	
Vigas I Estándar	De 3" a 7"	3/32	1/16	1/8	1/18	1/32" 0.79 mm
	76 mm a 178 mm	2.4	1.6	3.2	3.2	
	De 8" a 14"	1/8	3/31	5/32	5/32	
	203 mm a 358 mm	3.2	2.4	4.0	4.0	
	De 15" a 24"	3/18	1/8	3/16	3/16	
	381 mm a 810 mm	4.8	3.2	4.8	4.8	
Canales	De 3" a 7"	3/32	1/16	1/8	1/8	1/32" 0.79 mm
	76 mm a 178 mm	2.4	1.6	3.2	3.2	
	De 8" a 14"	1.8	3/32	1/8	5/32	
	203 mm a 358 mm	3.2	2.4	3.2	4.0	
	De 15" en adelante	3/18	1/8	1/18	3/16	
	381 mm y mayores	4.8	3.2	3.2	4.8	

Tolerancia en flechas.

Flecha vertical máxima en cm = longitud (m) / 5.

Flecha lateral máxima en cm = Consultar con el área de comercialización.

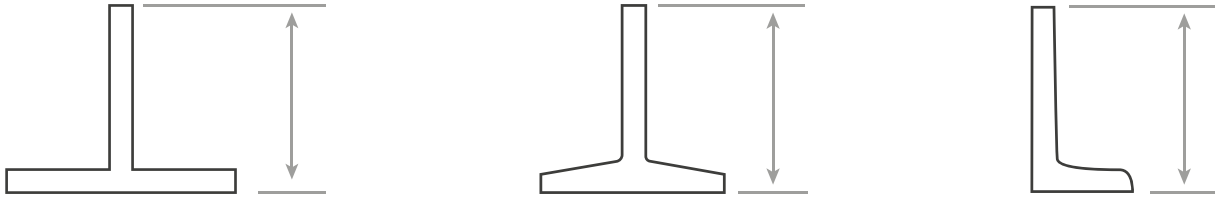
Extremos fuera de escuadra = 1.6 mm por cada 10 cm de peralte.

Variaciones en peso y área: +- 2.5% sobre valor teórico.



Tolerancias en perfiles TPR y TPS (semi vigas), y ángulos obtenidos de canales (medias canales).

Tolerancias en peralte.



El peralte A puede ser aproximadamente la mitad del peralte de las vigas o de los canales o cualquier otra medida especificada en el período.

Peralte de la sección de la que se obtiene el ángulo o la T		Variaciones del peralte A en más y menos			
		Sección T		Ángulos	
		Pulgadas	mm	Pulgadas	mm
0" a 5"	0 a 127 mm	1/8	3.2	1/8	3.2
6" a 15"	152 a 381 mm	3/16	4.8	3/16	4.8
16" a 19"	406 a 483 mm	1/4	6.3	1/4	6.3
20" a 23"	503 a 584 mm	5/16	8.0	-	-
24"	610 mm en adelante	3/8	10	-	-

Nota: Las tolerancias anteriores para el peralte de ángulos y Tes. Incluyen las vigas y canales antes de corte.

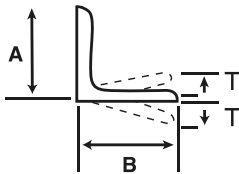
OTRAS TOLERANCIAS

Las tolerancias de extremos fuera de escuadra, descentramiento del alma, variación de área y peso, etc. Corresponden a las tolerancia de la sección antes del corte exceptuando:

$$\text{Flecha lateral máxima en cm} = \text{longitud (m)} / 5$$

$$\text{Flecha vertical máxima en cm} = \text{longitud (m)} / 5$$

Ángulos perfiles estándar.



a) Ángulos menores de 76 mm, 3°

Longitud teórica del lado	Variación en el espesor (+)								T fuera de escuadra por plug. de B	
	5 mm 3/16 y menos		Más de 5 mm 3/18 y menos de 10 mm 3/8		Más de 10 mm 3/8		Lado B (+)			
	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm
25 mm y menores	0.008	0.20	0.010	0.25	-	-	1/32	0.8	3/128	0.6
Más de 25 mm hasta 51 mm	0.010	0.25	0.010	0.25	0.012	0.30	3/64	1.2	3/128	0.6
Más de 51 mm hasta 78 mm (excluido)	0.012	0.30	0.015	0.38	0.015	0.38	1/16	1.6	3/128	0.6

Flecha máxima en cm = longitud (m) / 2.5

b) Ángulos de 76 mm, 3° y más.

Longitud teórica del lado	Variación permisible en B				T fuera de escuadra por plug. de B	
	En más		En menos			
	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm
De 76 mm (3") a 102 mm (4")	1/8	3.2	3/32	2.4	3/128	0.6
De más de 102 mm (4") a 152 mm (6")	1/8	3.2	1/8	3.2	3/128	0.6
Más de 152 mm (6")	3/16	4.8	1/8	3.2	3/128	0.6

Flecha máxima en cm = longitud (m) / 5

Variaciones en peso y área: +/- 2.5% sobre el valor teórico.

Nota: Para ángulos de lados desiguales, tomar el lado mayor para efectos de la clasificación.



DIRECTORIO

OFICINAS COMERCIALES

T. +52 55 5262 7300 / Av. Ejército Nacional 216 P.2, Anzures, Miguel Hidalgo, CDMX, 11590

PLANTAS

CD. SAHAGÚN

T. +52 791 913 8105 / Km. 3 Ctra. Mex – Cd. Sahagún, Zona Ind. Tepeapulco, Cd. Sahagún, Hidalgo, 43990

TULTITLÁN

T. +52 55 5894 0044 / 2487 2065 / Primera Sur S/N, Independencia, Tultitlán, Edo. de México, 54915

LA PRESA

T. +52 55 5003 4030 / 5062 1916 / Av. La Presa 2, Zona Industrial La Presa, Tlalnepantla, Edo. De México, 54187

DISTRIBUCIÓN

CDMX

T. +52 55 5089 8930 / Año 1857 8, Ticomán, Gustavo A. Madero, CDMX, 07330

MONTERREY

T. +52 81 8748 7610 / Blvd. Carlos Salinas de Gortari 404, Centro Apodaca, Nuevo León, 66600

PATIOS DE CHATARRA Y CENTROS DE RECOLECCIÓN

CD. SAHAGÚN

T. +52 791 9138 105 / Km. 3 Ctra. Mex – Cd. Sahagún, Zona Ind. Tepeapulco, Cd. Sahagún, Hidalgo, 43990

LA PRESA

T. +52 55 5003 4030 / 5062 1916 / Av. La Presa 2, Zona Industrial La Presa, Tlalnepantla, Edo. de México, 54187

LOS REYES

T. +52 55 5856 1651 / Tepozanes Los Reyes, Acaquilpan, México, 56428

GUADALAJARA

T. +52 33 3668 0285 / 36702769 / Av. 18 de Marzo 531, La Nogalera, Guadalajara, Jalisco, 44470

SAN JUAN

T. +52 55 2603 3275 / 5262 7359 / San Juan 675, Granjas Modernas, CDMX, 07460

TULTITLÁN

T. +52 55 5894 0044 / 2487 2065 / Primera Sur S/N, Independencia, Tultitlán, Edo. de México, 54915

VERACRUZ

T. +52 229 923 1359 / Ctra. Fed. Aluminio L. 7 o Camino Puente Roto Km. 1.5, Nuevo Veracruz, Veracruz, 91726



GERDAU CORSA

El futuro se moldea

Somos más allá del acero.

gerdaucorsa.com.mx



Gerdau Corsa. El futuro se moldea.