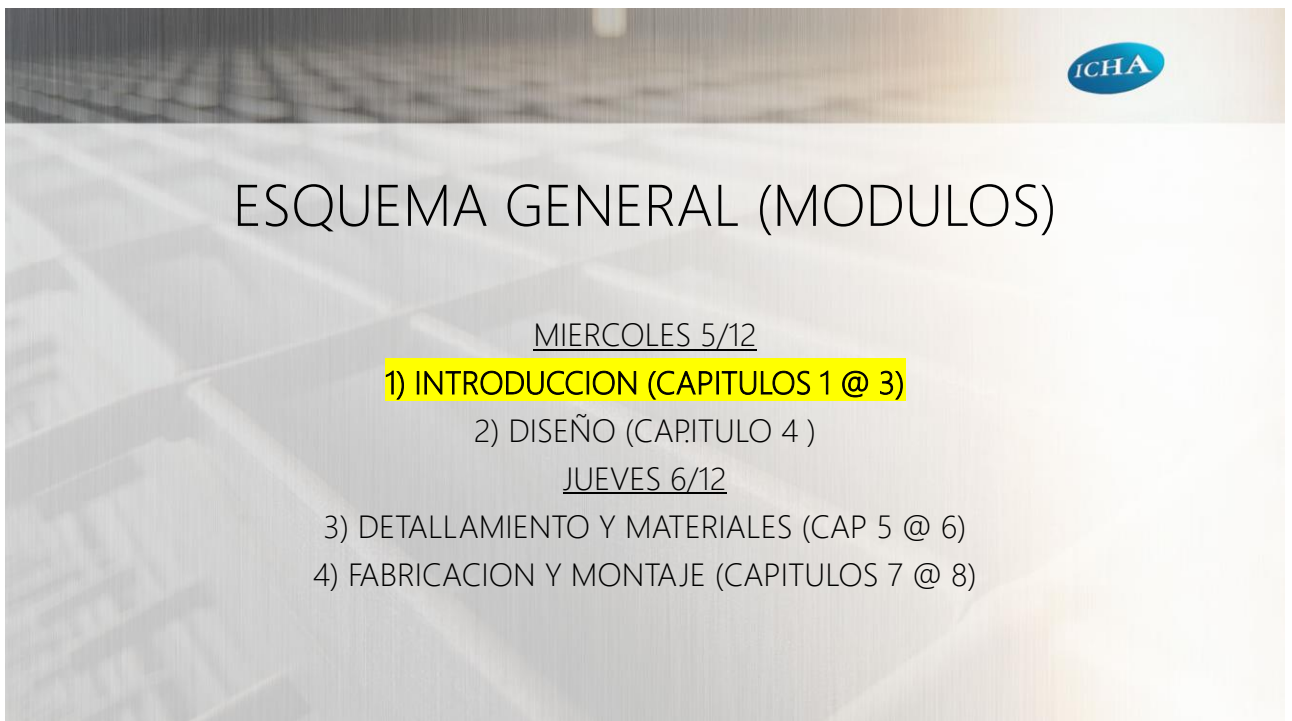




1



2



## INTRODUCCION - PREAMBULO

Asegurar una comunicación efectiva entre los “actores principales” de una obra ejecutada en acero

DISEÑO

Oficinas de Ingeniería (NCh 427/1)



DETALLAMIENTO

Oficinas de Detallamiento



FABRICACION

Maestranzas



MONTAJE

Constructoras

3



El mandante que encarga el contrato de ejecución



4



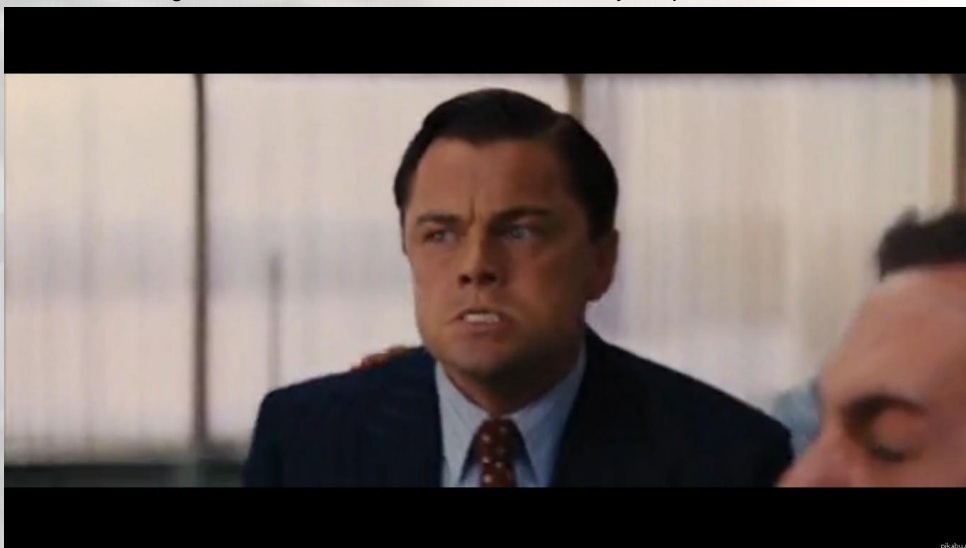
El calculista se preocupa de realizar un diseño con todas las de la ley...



5



Pero alguien más intenta realizar las conexiones y los planos de detalle



6



El fabricante intenta interpretar las EETT y los planos



7



Y alguien más intentará armar un edificio con eso



8



No olvidemos el importante rol del ITO, que realizará la trazabilidad de la información para salvarnos...



9



## CAPITULO 1

Esta norma se estudió a través del comité Técnico CL035 *Materiales de Construcción*, Subcomité SC04 *Aceros*

Establece criterios de ejecución de construcciones de acero, puentes y otras estructuras, donde las otras estructuras se definen como “aquellas estructuras diseñadas, fabricadas y montadas de manera similar al de edificios”, indicando de esta manera que sus elementos resistentes a cargas verticales y laterales son similares a los sistemas resistentes de los edificios.

➔ Ver detalles en Capítulo 1 de la norma

10

## CAPITULO 1

### Diferencias conceptuales

- Edificios  
“Buildings”
  - Plataformas o niveles bien definidos
  - Uso principalmente de personas / público
  - Diseño con énfasis en la seguridad y evacuación
  - *Ocupacionales*
  
- Industrial  
“Non-buildings”
  - Geometrías complejas
  - Uso habitual de maquinarias o carga
  - Diseño con énfasis en la seguridad y desempeño
  - *Funcionales*

11



- EDIFICIOS



12



13



14





## CAPITULO 2

Para la elaboración de esta norma NCh428:2017 se ha tomado en consideración las normas:

- AISC 303-10 *Code of Standard Practice for Steel Buildings*
- NCh 428:1957 *Ejecución de construcciones en acero*

NOTA: El conjunto de normas NCh relacionadas con el acero tiene una fuerte influencia del conjunto de normas norteamericanas (AISC, ASTM, AWS, etc.)

➔ Ver detalles en Capítulo 2 de la norma

15



## CAPITULO 2

Es importante destacar que la norma NCh428 está formulada para trabajar en conjunto con otras normas complementarias. A modo de ejemplo:

	<u>Norma americana</u>	<u>Norma chilena</u>
Cargas :	ASCE 7	NCh 431,432,433,2369,1537,3171...
Materiales :	ASTM (varias)	NCh 203, NCh303
Diseño :	AISC 360/341	NCh 427/1
Fab & Mont:	AISC 303	NCh 428
Soldadura :	AWS	???

16





## CAPITULO 2

Los documentos siguientes son indispensables para la aplicación de esta norma.

NCh 203	Acero para uso estructural – Requisitos
NCh 427/1	Construcción – Estructuras de Acero – Parte 1 (Cálculo)
NCh 3346	Recubrimientos de galvanización en caliente
NCh 3347	Reparación de áreas dañadas y sin revestir
ANSI/ASME B46.1	Surface texture (Rugosidad y forma)
AWS D1.1	Structural Welding Code – Steel
AWS D1.3	Structural Welding Code – Steel Sheet
AWS D1.5	Bridge Welding Code
RSCS	Specification for structural Joints using High Strength Bolts
SSPC-SP2	Hand Tool Cleaning

17



## CAPITULO 2

Trabajar las normas como conjunto permite que el producto final (estructura montada) responda a las expectativas del diseño

DISEÑAR (según un código de cálculo) una estructura que será sometida a CARGAS (estimadas acordes a su naturaleza), fabricada a partir de MATERIALES (que cumplan requisitos), siguiendo terminados ESTANDARES (procesos, tolerancias) y montada según PROTOCOLOS (de seguridad y estabilidad) que aseguren su comportamiento

Cada aspecto es importante

18



## CAPITULO 3

### 3.1 Acero Estructural → Ver especificaciones en NCh203

Elementos del sistema estructural que son mostrados en los planos de diseño estructural, esenciales para soportar las cargas de diseño

- Barras, pernos, insertos, placas base, vigas laminadas o soldadas, planchas, arriostramientos, marquesinas, columnas laminadas o soldadas....

→ Permite dar una definición general del alcance de suministro para efectos contractuales, cuando se hable de acero estructural. Sin embargo, es general y cualquier contrato u orden de compra puede detallar o excluir ítems.

19



## CAPITULO 3

### 3.22 Unión

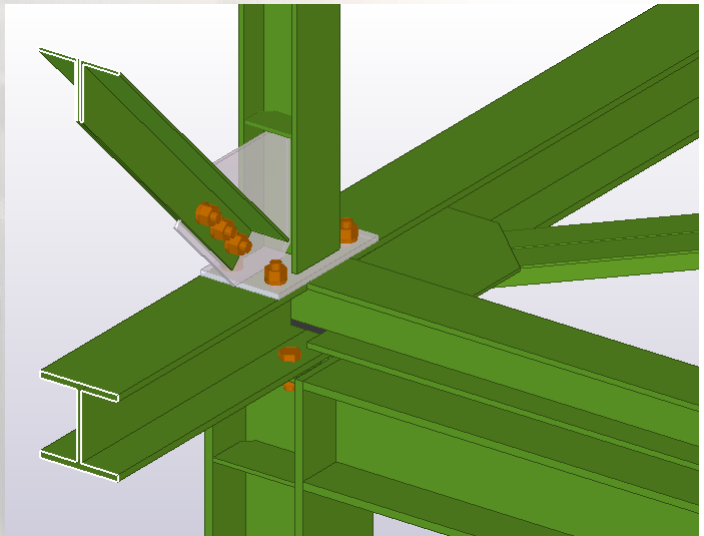
Área de contacto donde se encuentran dos o más extremos, superficies o bordes. Se clasifican por el tipo de conector o soldadura utilizada y el método de transferencia de fuerzas

20

## CAPITULO 3

### 3.2 Conexión → Ver NCh427/1

Conjunto de una o más uniones que permiten la transmisión de fuerzas entre dos o más elementos y/o elementos de conexión

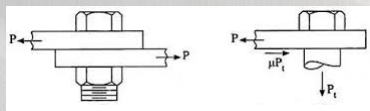


21

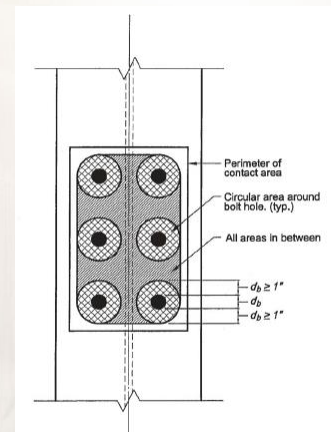
## CAPITULO 3

### 3.3 Conexión de deslizamiento crítico

Conexión emperrada, diseñada para restringir el movimiento mediante fricción en las superficies de contacto de la conexión bajo apriete de los pernos.



→ Importante definir el coeficiente de roce mínimo o el tipo de superficie requerida (rugosidad)



22



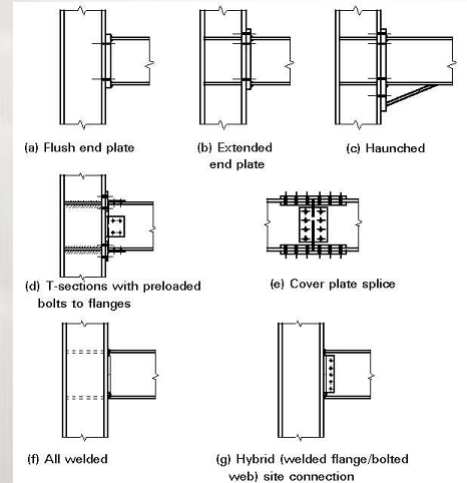


## CAPITULO 3

### 3.4 Conexión de momento

Conexión que transmite momentos flectores entre los elementos conectados

- Empernada
- Soldada
- Híbrida



23

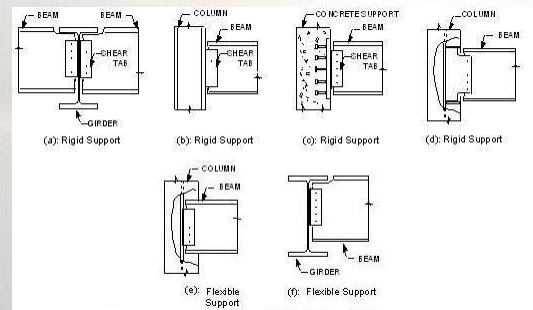


## CAPITULO 3

### 3.5 Conexión simple (conexión de corte)

Conexión que transmite momentos flectores despreciables entre los elementos conectados

- Empernada
- Soldada



24

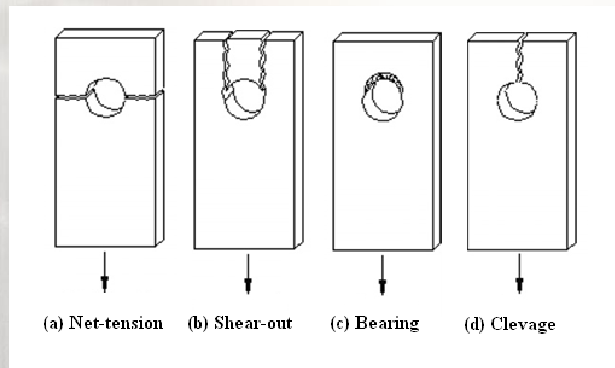


## CAPITULO 3

### 3.6 Conexión tipo aplastamiento

Conexión apernada en la cual las fuerzas cortantes se transmiten por el aplastamiento de los pernos contra los elemento de conexión

→ Importante revisar las distancias mínimas entre pernos y hacia los bordes libres



25

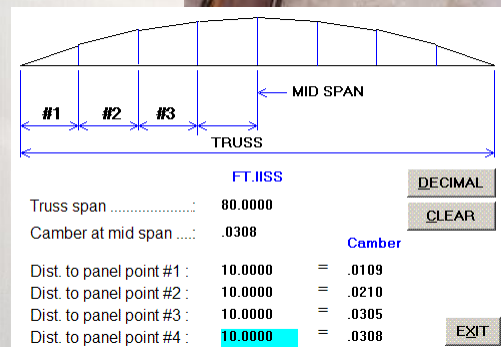
## CAPITULO 3

### 3.7 Contraflecha (*camber*)

Curvatura introducida en una viga o viga enrejada (celosía) en sentido contrario a la flecha producida por las cargas

→ Tener en cuenta la magnitud de la contraflecha requerida en comparación con las tolerancias de fabricación

→ Indicar en qué puntos se debe medir



26



## CAPITULO 3

### 3.8 Deslizamiento (*slip*)

En una conexión apernada, el estado límite referente al movimiento relativo de las partes conectadas previa a que se alcance la resistencia disponible de la conexión

27



## CAPITULO 3

### 3.9 Detallador

Entidad encargada de realizar los planos de fabricación (ver 3.18) requeridos para el acero estructural y los planos de montaje (ver 3.19) para la construcción del sistema estructural, a partir de los planos de diseño

NOTA: Usualmente es una entidad que presta servicios especializados y en muchos casos es parte del staff del fabricante

28





## CAPITULO 3

### 3.10 Diseño estructural

Dimensionamiento de las partes de una estructura después que se han calculado las fuerzas. Comprende la distribución y dimensionamiento del acero estructural para que soporten satisfactoriamente las cargas a que serán sometidas

29



## CAPITULO 3

### 3.11 Diseño por resistencia admisible (ASD)

Método para dimensionar los elementos estructurales de modo que las tensiones producidas en los elementos por las combinaciones de carga, no excedan las tensiones admisibles especificadas

### 3.12 Diseño por resistencia última (LRFD)

Método para dimensionar los elementos estructurales de modo que las fuerzas producidas en los elementos por las cargas mayoradas no excedan su resistencia de diseño

30



## CAPITULO 3

### 3.13 Documento

Información (datos que poseen significado) y el medio en que el que está contenida

Ejemplo: Registro, especificación, documento de procedimiento, plano, informe, norma

NOTA 1: El medio de soporte puede ser papel, disco magnético, electrónico u óptico, fotografía o muestra patrón o una combinación de estos

NOTA 2: Con frecuencia, un conjunto de documentos, por ejemplo, especificaciones y registros, se denominan "documentación"

NOTA 3: Algunos requisitos (por ejemplo, el requisito de ser legible) se refieren a todo tipo de documento. Sin embargo, pueden ser requisitos diferentes para las especificaciones (por ejemplo, el requisito de estar controlado por revisiones) y los registros (por ejemplo, el requisito de ser recuperable).

31



## CAPITULO 3

### 3.14 Especificaciones

Documentos escritos que contienen los requisitos para materiales, estándares y procedimientos para un proyecto en construcción.

- ➔ Las Especificaciones suelen ser generales, y permiten entregar una descripción detallada de los requerimientos técnicos de un proyecto. Sin embargo, es común incluir notas como "los planos prevalecen sobre estas especificaciones"
- ➔ Las Especificaciones son requerimientos mínimos o complementarios a las normas obligatorias (de materiales, de cálculo, de ejecución, etc.), y cualquier falencia en la redacción no exime el cumplimiento de otra normas obligatorias.

32



## CAPITULO 3

### 3.15 Fabricante

Entidad encargada de realizar la fabricación de la estructura de acero, pudiendo recurrir a subcontratos especializados según la complejidad de los procesos involucrados

→ Muchas maestranzas o fabricantes subcontratan algunos de los siguientes:

- Dimensionamiento y perforado de placas
- Piezas especiales
- Cuadrillas de armado y soldado
- Protección anticorrosiva (pintado o galvanizado)

33



## CAPITULO 3

### 3.16 Montajista

Entidad encargada de realizar la instalación de los componentes que forman la estructura de acero, de acuerdo a lo indicado en los planos de montaje, acotando sus servicios a los acuerdos contractuales.

→ Ver como referencia la definición de Acero Estructural (3.1)

34





## CAPITULO 3

### 3.17 Planos de diseño estructural

Documentos gráficos que muestran el diseño, ubicación y dimensiones del trabajo. Estos documentos generalmente incluyen plantas, elevaciones, secciones, detalles, planificación, diagramas y notas

→ La metodología BIM está usando cada vez más el uso de modelos 3D de transferencia del diseño estructural para importar a programas de detallamiento en entornos 3D, ya que permite migrar atributos adicionales. Sin embargo, aun resulta conveniente la entrega de planos para poder validar dicho traspaso.

35



## CAPITULO 3

### 3.18 Planos de fabricación

Documentos gráficos que proporcionan todos los antecedentes necesario para la confección del acero estructural mostrado en los planos de diseño estructural y en las especificaciones estructurales

- Los fabricantes suelen separar los planos de componentes (placas o perfiles independientes) de los planos de conjunto (vigas o columnas con todos sus componentes soldados o emperrados)
- Las máquinas de corte de placas o perfiles suelen usar archivos de control numérico (NC) que se asocian a cada componente

36



## CAPITULO 3

### 3.19 Planos de montaje

Documentos gráficos que proporcionan toda la información necesaria para el montaje en terreno del acero estructural mostrado en los planos de fabricación. Estos documentos generalmente incluyen plantas, elevaciones, secciones, detalles con marcas de ubicación de acero estructural y detalles con la ubicación, tipo y tamaño de la totalidad de los pernos y soldadura a ejecutar en terreno.

→ El uso de modelos 3D se ha convertido en una herramienta muy útil para estimar el peso y centros de gravedad de subconjuntos y planificar maniobras.

37



## CAPITULO 3

### 3.20 Requerimiento de Información (RDI)

Documento formal en que los participantes interactúan para realizar consultas y aclarar algún aspecto específico del proyecto. La trazabilidad (ver 3.21) del documento se verifica mediante una enumeración correlativa, revisión, fecha de emisión y fecha de respuesta.

→ Si bien desde el punto de vista legal o contractual cualquier comunicación escrita (e-mail) puede ser considerada como oficial, esta norma establece como práctica estándar la trazabilidad de los RDI.

38



## CAPITULO 3

### 3.21 Trazabilidad

Capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración

NOTA: Al considerar un producto, la trazabilidad puede estar relacionada con el origen de los materiales y las partes, la historia del procesamiento, la distribución y localización del producto

- ¿Qué se entiende por “bajo consideración”?
- El alcance y nivel de detalle de la trazabilidad debe acordarse entre las partes

39



## CAPITULO 3

DISEÑO

Planos y Especificaciones



DETALLAMIENTO

¿Conexiones? ¿RDI's?



FABRICACION

¿Perfiles comerciales? ¿RDI's? ¿Cambios?



MONTAJE

¿Tolerancias? ¿As – built?



Dossier de calidad (documentos, evidencias)

40





## ESQUEMA GENERAL (MODULOS)

MIÉRCOLES 5/12

1) INTRODUCCION (CAPITULOS 1 @ 3)

**2) DISEÑO (CAPITULO 4)**

JUEVES 6/12

3) DETALLAMIENTO Y MATERIALES (CAP 5 @ 6)

4) FABRICACION Y MONTAJE (CAPITULOS 7 @ 8)

41



## CAPITULO 4: DISEÑO

Los planos de diseño y especificaciones rigen y controlan el acero estructural especificado en estos.

Cada plano de diseño y especificaciones deben ser identificados por un mismo número , fecha y revisión, con el propósito de lograr su trazabilidad.

Cada plano de diseño y especificaciones deben ser identificados por un mismo número por todo el tiempo que dure la ejecución del proyecto, independiente de su revisión

42



## CAPITULO 4: DISEÑO

Las revisiones a los planos de diseño y especificaciones deben ser realizadas por la ingeniería de diseño, ya sea por la re-emisión de planos de diseño y/o especificaciones en nueva revisión o por la emisión de información suplementaria separada de los planos de diseño y especificaciones.

La especificación del acero estructural debe indicar todos los requerimientos para la fabricación y el montaje

43



## CAPITULO 4: DISEÑO

Los planos de diseño deben mostrar el detalle de:

- arriostramientos permanentes
- atiesadores de columna
- planchas de refuerzo en el alma de las columnas
- atiesadores de apoyo en vigas y viguetas
- aberturas (pasadas) para otras especialidades
- cualquier otro detalle especial, de modo que la cantidad requerida y los requisitos para el detallamiento y fabricación de tales elementos sean comprendidos.

44



## CAPITULO 4: DISEÑO

Los planos de diseño del acero estructural deben establecer el alcance del trabajo a desarrollar, con toda la información necesaria para determinar dimensiones y cantidades del material a ser fabricado, proporcionando al menos la información siguiente:

- a) Tamaño, sección y grado del material, de acuerdo a 7.1.1@7.1.3
- b) Ubicación de los elementos
- c) Tipo de uniones, diseñadas y calculadas de acuerdo a 4.1.2
- d) Dimensiones y puntos de trabajo necesario para el trazado de la estructura
- e) Contraflechas que se requieran en algunos de sus elementos

45



## CAPITULO 4: DISEÑO

NOTA: Los documentos de diseño y especificaciones pueden variar ampliamente en complejidad y contenido. Sin embargo, los requerimientos críticos necesarios que afecten la integridad de la estructura o que sean necesarios para que tanto el fabricante como el montajista realicen su trabajo, deben ser definidos por las partes.

→ En la etapa de diseño se debe analizar aspectos como el tamaño y peso de los elementos estructurales (para manipulación, transporte, galvanizado, acceso a obra, disponibilidad de grúas, etc.)

46



## CAPITULO 4: DISEÑO

Cuando el fabricante o el detallador identifiquen alguna discrepancia en los planos o especificaciones durante la ejecución del trabajo, debe notificar a la Ingeniería de Diseño.

→ ¿Y si no se dan cuenta? El fabricante o el detallador asumen esto como buena práctica, pero la responsabilidad de la integridad y consistencia de la información de diseño permanece en el Diseñador

47



## CAPITULO 4: DISEÑO

Algunos ejemplos de información incluyen:

- Códigos y especificaciones, que rijan el diseño del acero estructural y su construcción, incluyendo soldadura y apernado
- Especificaciones del material
- Requerimientos especiales del material que se requiera sean establecidos en los informes de ensayos y certificación de la acería o laminado
- Configuración de uniones soldadas; requisitos de la soldadura
- Especificaciones especiales para trabajos de otras especialidades
- Disposición de pletinas de respaldo y placas de término de soldadura (*backing*)
- Arriostramientos antivuelco de elementos sometidos a flexión

48





## CAPITULO 4: DISEÑO

Algunos ejemplos de información incluyen:

- Arriostramientos de estabilidad (vertical y horizontal)
- Detalle de conexiones o información para su selección o adecuación
- Restricciones para el empleo de algún tipo de conexión
- Atiesadores de columnas (también conocidos como placas de continuidad)
- Planchas de refuerzo de almas de columnas
- Atiesadores de apoyos de viga maestras y viga
- Accesos (aberturas) para otra especialidades
- Requerimientos para limpieza y protección superficial (pintura o galvanizado)

49



## CAPITULO 4: DISEÑO

Algunos ejemplos de información incluyen:

- Requerimientos para inspección en taller y terreno
- Requerimientos para ensayos no destructivos, incluyendo criterios de aceptación
- Requerimientos especiales para la entrega
- Limitaciones especiales para el montaje
- Identificación de los elementos no estructurales que interactúen con el acero estructural con el objeto de proporcionar el arriostramiento vertical adecuado para el mismo (ver 4.1.4)
- Información sobre acortamiento diferencial en columnas, si los hubiere
- Tolerancias de fabricación y/o montaje, especiales para el acero estructural expuesto arquitectónicamente (AEEA)

50



## CAPITULO 4: DISEÑO

### Diseño y cálculo de conexiones

El diseño y cálculo de conexiones deben ser definidos por la ingeniería de diseño. En caso de subcontratación total o parcial con un tercero o el fabricante, la ingeniería de diseño debe revisar y validar el diseño final resultante.

→ En Chile no se dividen las responsabilidades civiles por el diseño de una estructura. La ingeniería de diseño es responsable por la integridad y consistencia de los cálculos estructurales.

51



## CAPITULO 4: DISEÑO

### a) Diseño y cálculo proporcionado por la Ingeniería de Diseño

Las conexiones se deben mostrar en los planos de diseño y el fabricante se debe ajustar a lo establecido:

- Ubicación e información relacionada con todos los puntos de trabajo
- Tipos de conexión
- Uniones apernadas: geometría, espesores de plancha, cantidad, diámetro y ubicación de perforaciones para pernos; calidad de los materiales; tipo de superficie en caso de uniones tipo deslizamiento crítico
- Uniones soldadas: detalle del tipo de unión (de tope, con o sin bisel, filete, continua, intermitente, etc.). Longitud y tamaño de filetes; calidad del material de aporte.

52



## CAPITULO 4: DISEÑO

### b) Diseño y cálculo por el fabricante o el detallador

La Ingeniería de diseño debe entregar toda la información técnica requerida, según se indica a continuación:

- Método de diseño (ASD o LRFD)
- Conexiones típicas: Si hay planos estándar, el fabricante o detallador puede definir (escoger) el tipo de conexión). Si no los hay, el fabricante o detallador debe proponer la conexión para aprobación de la Ingeniería de diseño
- Conexiones especiales: Cuando se requieran conexiones de deslizamiento crítico, conexiones de momento y conexiones deslizantes, ellas se deben indicar en los planos de diseño
- Criterios de diseño para conexiones: Cargas (momentos, cortes, axiales, torsiones) para cada elemento. El fabricante (o detallador) puede reagrupar los valores con el fin de obtener envolventes de carga a utilizar en el diseño de las conexiones para cada tipo de perfil.

53



## CAPITULO 4: DISEÑO

### b) Diseño y cálculo por el fabricante o el detallador

La Ingeniería de diseño debe entregar toda la información técnica requerida, según se indica a continuación:

- Conexiones por porcentaje de carga: en términos de la resistencia admisible o nominal del elemento a cargas de corte, flexión, axial
- El fabricante o detallador debe preparar las memorias de cálculo de las conexiones requeridas, para aprobación de la Ingeniería de Diseño
- La Ingeniería de Diseño debe asegurar que los criterio definidos para el cálculo de las (carga o porcentajes de carga) satisfacen las normas vigentes.
- ➔ Se recomienda que se revise previamente estos criterios para evitar ambigüedades
- ➔ Se recomienda establecer previamente formato y detalle de las memorias

54



## CAPITULO 4: DISEÑO

### c) Diseño Compartido

Cuando el diseño y cálculo de las conexiones principales es definido por la ingeniería de Diseño, ella debe operar de acuerdo a lo indicado en 4.1.a.

Por su parte, el fabricante (o detallador) debe diseñar las conexiones faltantes de acuerdo a lo indicado en 4.1.b

Cualquier restricción o limitación debe ser explícita en los planos o especificaciones técnicas

55



## CAPITULO 4: DISEÑO

4.1.1 Cuando se requiera que las placas de nivelación sean parte del suministro, se debe indicar su ubicación, espesor y dimensiones

4.1.2 Cuando el sistema estructural, en su estado completamente montado y conectado, requiera interacción con otros elementos ya sea por resistencia o para asegurar su estabilidad, estos deben ser identificados de acuerdo a lo indicado en 8.6.

4.1.3 Cuando se requiera alguna contraflecha, su ubicación, dirección y magnitud debe ser especificada en los planos de diseño estructural. En el caso de voladizos, la contraflecha especificada puede ser hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de la dirección de la carga y de la estructuración

56





## CAPITULO 4: DISEÑO

4.1.4 Se deben identificar las piezas o áreas de ellas que no requieran revestimiento. Cuando se necesite la aplicación de revestimiento en el taller, los requerimientos de la protección se deben especificar incluyendo la información siguiente:

- Identificación de elementos específicos o partes de los mismos que deban ser revestidos (incluyendo colores)
- Tratamiento superficial requerido
- Especificación del revestimiento, la cual debe ser definida por la ingeniería de Diseño
- Espesor mínimo de película seca por cada capa y tipo de revestimiento que requiera aplicar a estos elementos.

57



## CAPITULO 4: DISEÑO

### 4.2 Especificaciones y planos de arquitectura, eléctricos y mecánicos

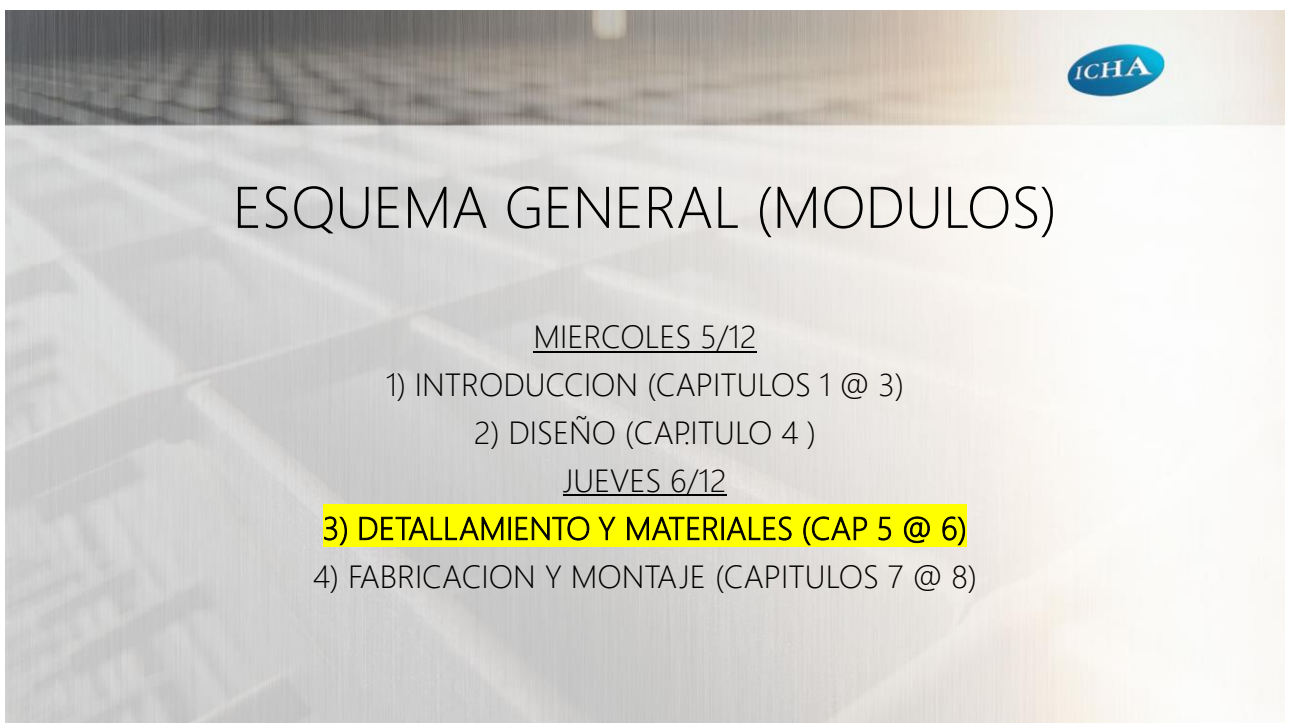
Todos los requerimientos de cantidad, tamaño y esquadría y ubicación del acero estructural deben ser indicados en los planos de diseño.

Con el propósito de definir la configuración de detalles e información de construcción se pueden utilizar los planos de arquitectura, eléctricos o mecánicos, sólo como referencia a los planos de diseño.

58



1



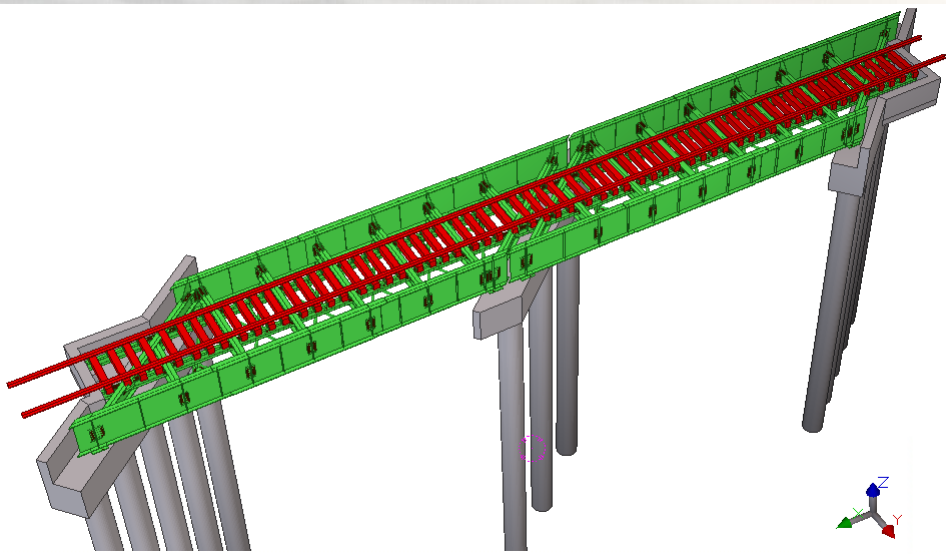
2

## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

Los temas más relevantes a resolver en el Detallamiento son:

- Estimación de materiales:
  - Formato óptimo para uso eficiente del acero.
  - Aprovechamiento oportuno
- Contraflechas, en el caso de los puentes:
  - Mediante tramos rectos: Pinzas, minimiza las pérdidas de acero.
  - Mediante tramos curvos: Curva continua, genera pérdidas.
- Detalles de soldaduras:
  - Discriminar los tipos de unión según su complejidad
  - Fuerte incidencia en el costo de producción
- Posicionamiento de conexiones complejas
  - Asegurar el calce durante el montaje de las estructuras

3



4



## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

El uso de modelos 3D para la generación de los planos de fabricación (CAD), se complementa con las tecnologías de proceso de materiales (CAM)

El estado del arte de la fabricación en Chile incluye:

- Corte, dimensionado y perforación de placas y perfiles
- Soldadura automática (arco sumergido)
- Marcado de piezas (trazabilidad desde la marca en el modelo)
- Trazabilidad de las materias primas utilizadas
- Equipos de ensayos no destructivo de última generación

5



## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

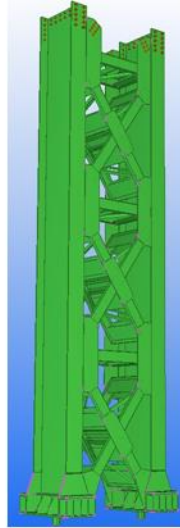
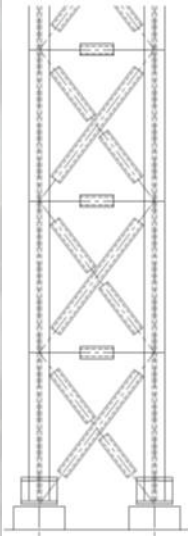
Veamos el detallamiento como PROCESO:

- Susceptible de aplicar herramientas de gestión (mejora continua)
- Transformación que crea información, sin la cual no puede haber Fabricación
- Suele incluir el diseño de conexiones dentro del plazo de ejecución
- Requiere de un equipo de trabajo altamente capacitado técnicamente
- Existen softwares especializados para manejar gran cantidad de información
- Debe contar con mecanismos de control para asegurar la calidad (procedimientos, registros, control de documentos)

6



## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE



7

## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

La influencia del detallamiento “aguas abajo”

- Requiere de un tiempo de ejecución comparable al de fabricación (semanas)
- Representa un costo entre 3% y 5% del costo de la estructura
- El peso de la estructura puede aumentar debido a las conexiones si este ítem no ha sido previsto (8% - 20%)

➔ Un error entre la etapa de diseño y detallamiento puede impactar negativamente en los costos, plazos y calidad del proyecto (comportamiento estructural)

8



## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

### 5.1 Generalidades

El mandante debe proporcionar todos los planos de diseño y especificaciones que se requieran para la construcción.

En caso de ser requerido, el fabricante o detallador debe preparar los planos de fabricación y planos de montaje del acero estructural de acuerdo a lo siguiente:

- a) Transferencia de la información de los planos de diseño y especificaciones a los planos de fabricación, listados de piezas, listados de pernos y a los planos de montaje
- b) Información dimensional para el calce de las piezas en el montaje

9



## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

### 5.1 Generalidades

Los planos de fabricación y montaje deben ser enviados a la ingeniería de Diseño para su revisión y aprobación.

Cuando el fabricante (o detallador) presente una solicitud de cambio se debe notificar por escrito (RDI) a la Ingeniería de Diseño, previo a la entrega de los planos de fabricación y montaje para su revisión y aprobación.

Cada plano de fabricación y plano de montaje se debe identificar por el mismo número de plano a lo largo de la duración del proyecto, número de revisión y fecha de la misma, detallando claramente el motivo de la revisión.

10



## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

### 5.1 Generalidades

**NOTA:** La aprobación de los planos de fabricación y plano de montaje (o modelo), con comentario o sin comentario implica lo siguiente:

- a) La confirmación que el fabricante ha interpretado correctamente los planos de diseño y especificaciones, en la preparación de tales planos
- b) La confirmación que la Ingeniería de Diseño ha revisado y aprobado los detalles de conexión mostrados en los planos de fabricación y planos de montaje y que han sido ejecutados conforme a lo establecido en ¿4.2.2?, si ello fuere aplicable
  - Revisar referencia ¿4.1.b?

11



## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

### 5.1 Generalidades

Tal aprobación no exime al fabricante de realizar correcciones a las dimensiones detalladas en los planos de fabricación y planos de montaje, como así mismo por el calce de las piezas que se deben montar en terreno.

→ Se puede establecer en el contrato un plazo máximo para que la Ingeniería de Diseño revise y apruebe los planos, después del cual se asume que no hay observaciones y se puede proceder con la fabricación y/o montaje

12



# CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

5.2 Planos de fabricación; deben incluir al menos la información siguiente:

- a) Plantas, elevaciones, secciones, detalles, lista de materiales, planificación, diagramas, notas. Adicionalmente se incorpora la ubicación, tipo y tamaño de la totalidad de pernos y soldadura, señalando claramente cuales son de taller y cuales de terreno
- b) Formato con rótulo, el cual debe indicar la marca del elemento y revisión del documento, nombre del proyecto y cliente, iniciales de las personas que participaron en el plano (detallador y revisor) junto con la fecha de emisión.

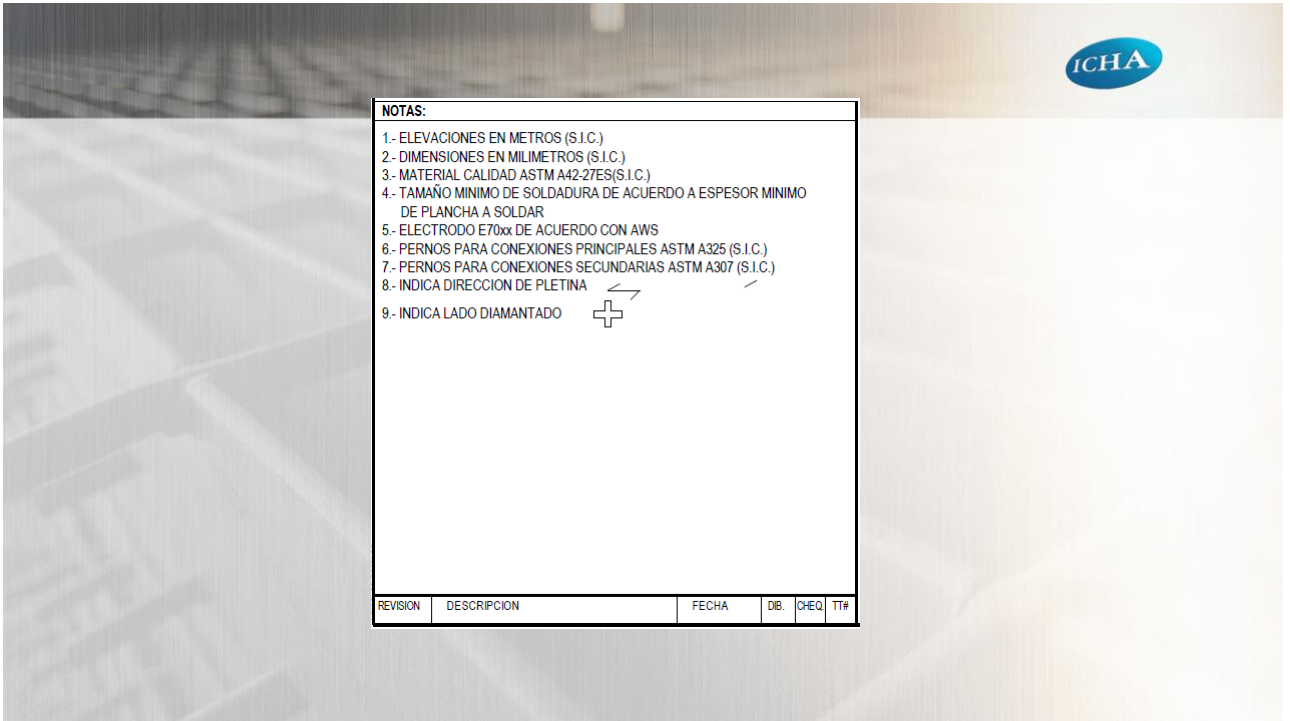
13


LISTA DE MATERIALES							
Cantidad	Descripción	Material	Unidad	Normal	Actual	Observaciones	Notas
2	BARRAS	AR 40 C	M	32	32		
2	BARRAS	AR 40 C	M	32	32		
2	BARRAS	AR 40 C	M	32	32		
2	BARRAS	AR 40 C	M	32	32		
2	BARRAS	AR 40 C	M	32	32		

REVISIÓN	FECHA	FECHA DE EMISIÓN	FECHA DE REVISIÓN
01			



14





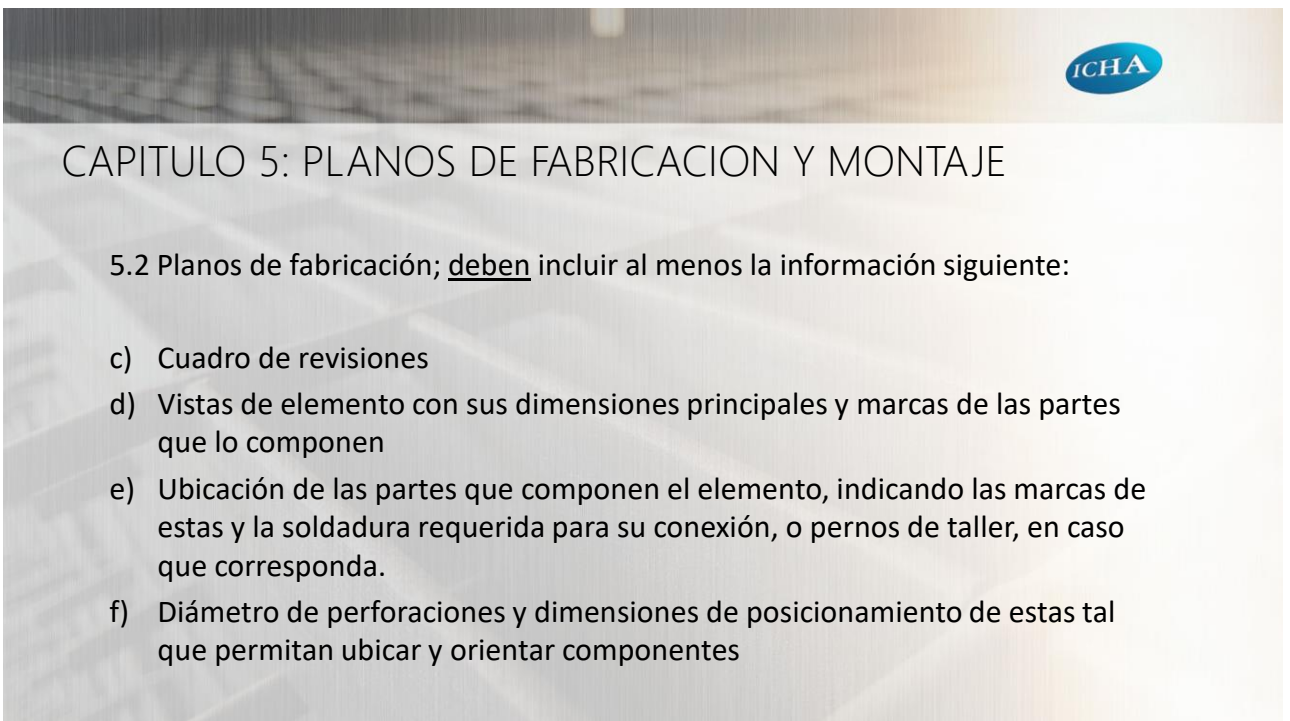



**NOTAS:**

- 1.- ELEVACIONES EN METROS (S.I.C.)
- 2.- DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.)
- 3.- MATERIAL CALIDAD ASTM A42-2TES(S.I.C.)
- 4.- TAMAÑO MINIMO DE SOLDADURA DE ACUERDO A ESPESOR MINIMO DE PLANCHA A SOLDAR
- 5.- ELECTRODO E70xx DE ACUERDO CON AWS
- 6.- PERNOS PARA CONEXIONES PRINCIPALES ASTM A325 (S.I.C.)
- 7.- PERNOS PARA CONEXIONES SECUNDARIAS ASTM A307 (S.I.C.)
- 8.- INDICA DIRECCION DE PLETINA 
- 9.- INDICA LADO DIAMANTADO 

REVISION	DESCRIPCION	FECHA	DIB.	CHEQ.	TT#
----------	-------------	-------	------	-------	-----

15



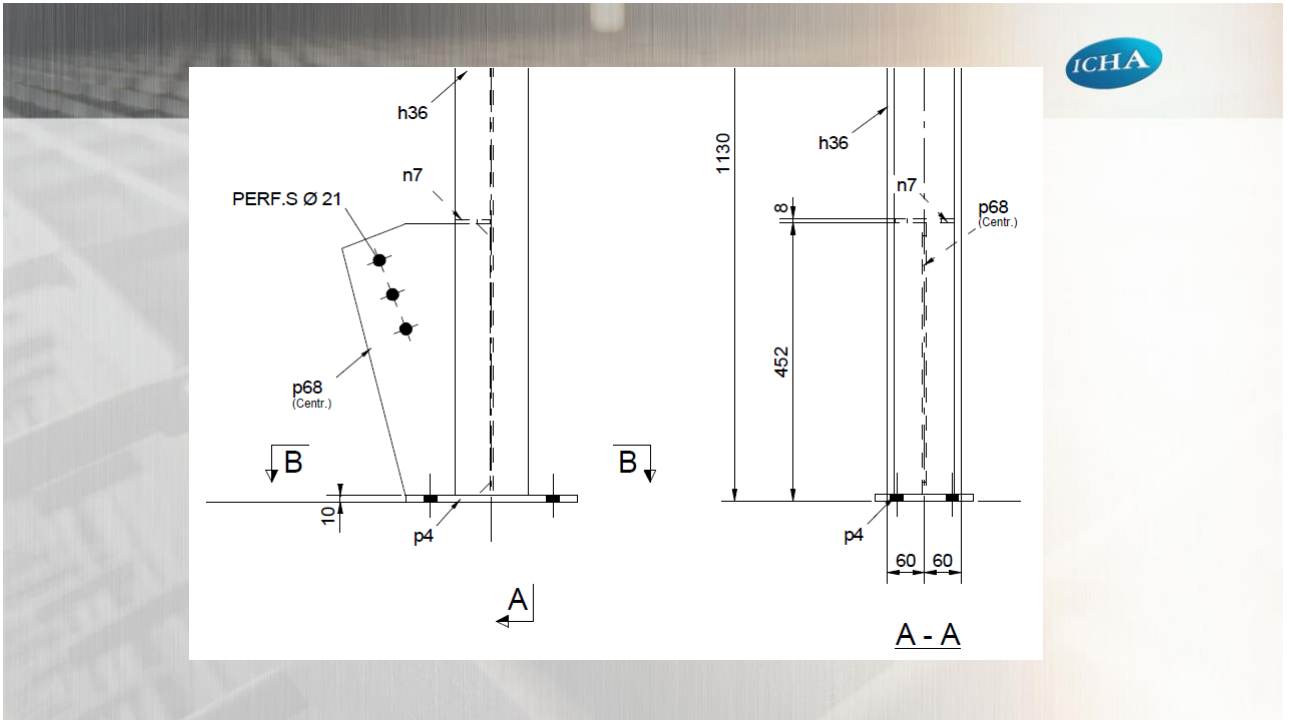


## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

### 5.2 Planos de fabricación; deben incluir al menos la información siguiente:

- c) Cuadro de revisiones
- d) Vistas de elemento con sus dimensiones principales y marcas de las partes que lo componen
- e) Ubicación de las partes que componen el elemento, indicando las marcas de estas y la soldadura requerida para su conexión, o pernos de taller, en caso que corresponda.
- f) Diámetro de perforaciones y dimensiones de posicionamiento de estas tal que permitan ubicar y orientar componentes

16



17



## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

5.2 Planos de fabricación; deben incluir al menos la información siguiente:

- g) Listado de materiales, incluyendo las marcas de los componentes, cantidad, material y pesos de las partes y del conjunto
- h) Nota referentes a la terminación superficial, soldaduras mínimas, normas aplicables u otros requerimientos especiales que pueda necesitar el elemento.
- i) Aprobación por parte de la ingeniería de diseño
  - ➔ ¿Qué hacer si no se recibió observaciones y/o aprobación explícita?

18



## LISTA DE MATERIALES

Marca	Cantidad	Material	Largo	Area	Material	Peso		Notas
						Unit.	Total	
		Perfil						
C1	1	COLUMNA	3180			134.4	134.4	
h36	1	HEB120	3160	2.2	A36	81.3	81.3	
h39	2	HEB120	740	0.5	A36	19.0	38.1	
n7	13	PL8*56	96	0.0	A36	0.3	4.1	
p4	2	PL10*280	160	0.1	A36	3.5	7.0	
p68	1	PL6*241	442	0.2	A36	3.9	3.9	
PESO TOTAL:						134.4	Kg.	

19



## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

5.3 Planos de montaje; deben incluir al menos la información siguiente:

- a) Formato con rótulo, identificación del plano, revisión del documento, referencia del plano de diseño y nombre del proyecto y cliente; iniciales de las personas que participaron en el plano (detallador y revisor), junto con su fecha de emisión
- b) Cuadro de revisiones
- c) Orientación o Norte en planos de planta (si lo indican los planos de diseño)

20



## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

5.3 Planos de montaje; deben incluir al menos la información siguiente:

- d) Leyenda con simbología
- e) Elevaciones y plantas mostradas en los planos de diseño y todas las elevaciones, plantas y detalles que permitan el montaje en terreno de toda la estructura detallada, con indicación de ejes y niveles
- f) Marcas de todos los elementos de la estructura, ya sea principales o secundarios

21



## CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE

5.3 Planos de montaje; deben incluir al menos la información siguiente:

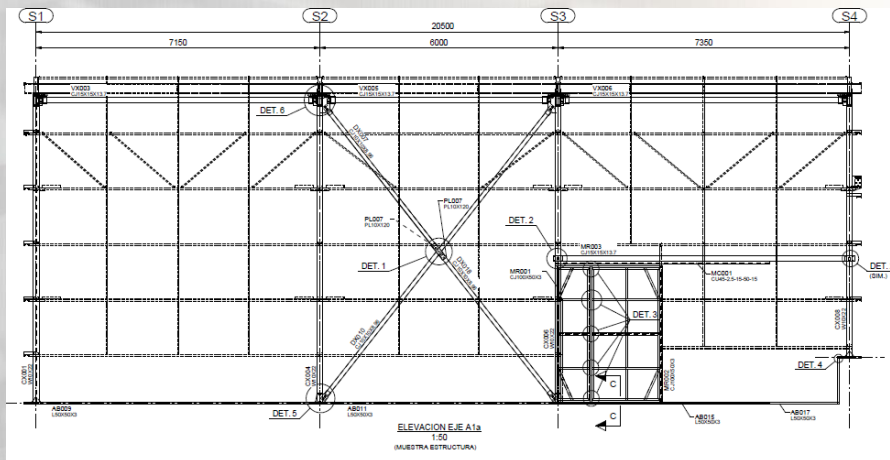
- g) Detalles de placas base y conexiones más relevantes, junto con información de pernos de conexión, soldaduras de terreno, etc.
- h) Dirección de pletinas resistentes de las parrillas de piso
- i) Aprobación por parte de la Ingeniería de Diseño

22



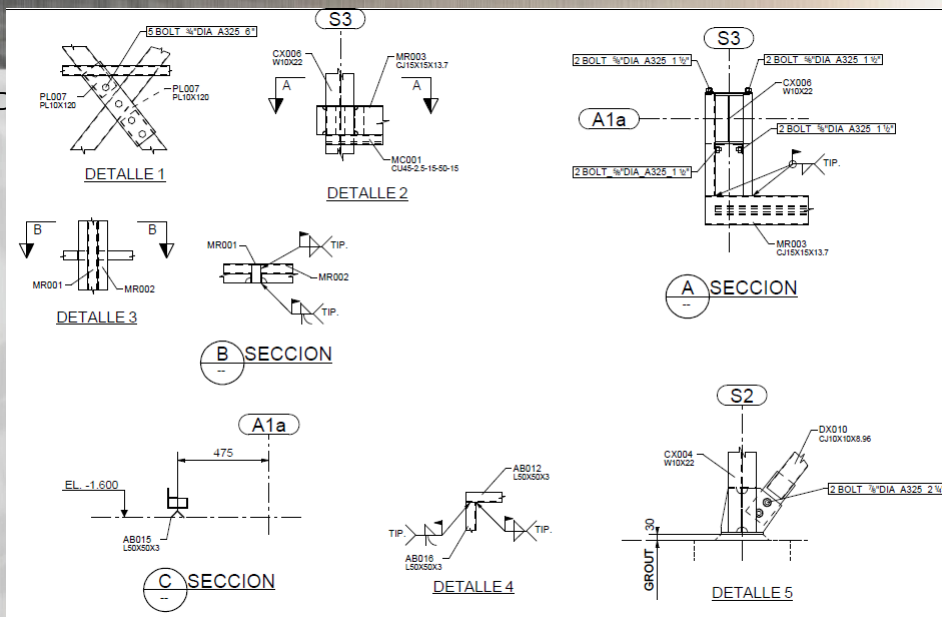


# CAPITULO 5: PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE



23

CAP



24



## CAPITULO 6: MATERIALES

### 6.1 El acero debe cumplir con lo indicado en NCh 203

- Nomenclatura y clasificación (ej. A270ES, A345ES)
- Composición química, elongación, resistencia
- Criterios de inspección, muestreo, aceptación y rechazo (ensayos, tolerancias)
- Aplica a acero en barras, productos planos y perfiles, ya sean laminados, plegados o soldados

25



Tabla 2 - Aceros estructurales para construcciones generales

Designación	Tensión de fluencia, mín. <sup>1)</sup> F <sub>y</sub> (MPa) <sup>2)</sup>	Resistencia a la tracción F <sub>u</sub> (MPa)	% Alargamiento en 50 mm, mín.		
			e ≤ 5	e 5 a 16	e > 16
A240ES - N RH RP T	240	360 a 460	24	22	20
A270ES - N RH RP T	270	410 a 510	22	20	18
A345ES - N RH RP T	345	510 a 610	20	18	16
M345ES - N RH RP T	345	510 a 610	20	18	16
Y345ES - N RH RP T	345	480 mín.	20	18	16

Estos aceros deben satisfacer el requisito de normalizado en el caso de planchas cuyos espesores sean mayores o iguales a 30 mm.

1) Para espesores mayores de 16 mm hasta 32 mm se permite una reducción en el límite de fluencia indicado de 10 MPa. Sobre 32 mm se permite una reducción de 20 MPa.

2) F<sub>y</sub> corresponde a la tensión en el punto de fluencia en aquellos aceros que tienen un punto de fluencia definido o que produce una deformación permanente de 0,20%.

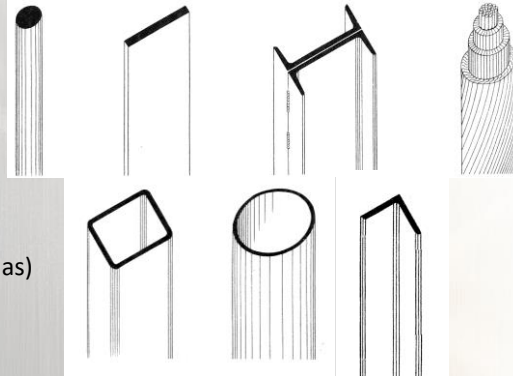
- NCh203

26

## CAPITULO 6: MATERIALES

### • Los aceros importados generalmente disponibles en Chile son

- Estándar americano
  - ASTM A36 (L, C, planchas),
  - A572gr50 (planchas)
  - A500 / A53 (tubulares y cañerías)
  - A992 (vigas laminadas)
- Estándar europeo
  - S235, S275, S355 (canales y vigas laminadas)
- Estándar chino
  - Q235, Q275, Q355 (planchas)



27

Tabla C.1 - Aceros estructurales según clasificación ASTM para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico<sup>1)</sup>

Norma ASTM	Grado	Requisitos a certificar y/o verificar		
		$F_y/F_u \leq 0,85$	$F_y^{2)}$	Tenacidad <sup>3)</sup>
A 36/A 36M	UNICO	Verificar	Verificar	Verificar
A 572/A 572M	50	Verificar	Verificar	Verificar
A 653/A 653M	40	Verificar	Verificar	Verificar
A 992/A 992M	50	Cumple	Cumple	Cumple
A 242/A 242M	42-46-50	Verificar	Verificar	Verificar
A 588/A 588M	42-46-50	Verificar	Cumple	Verificar
A 502/A 502PP	50	Verificar	Verificar	Verificar
A 709/A 709M	36-50	Verificar	Verificar	Verificar
A 792/A 792M	-	Verificar	Verificar	Verificar
A 913/A 913M	50	Verificar	Verificar	Cumple

Los aceros resistentes a la corrosión tipo ASTM A 588 o similar cuya composición química no satisface el requisito de carbono equivalente CE que garantizan la soldabilidad (ver Anexo A), deben emplear procedimientos calificados de soldadura según AVWS D 1.1 en su edición vigente.

1) Aceros que requieren las certificaciones y/o verificaciones indicadas para calificar en construcciones sometidas a cargas de origen dinámico, como alternativa a los aceros nacionales de Tabla 3.

2) En aceros usados en construcciones sometidas a cargas de origen dinámico, la tensión de fluencia  $F_y$  no debe superar un valor de 350 MPa para el acero A 36 y 450 MPa para los otros.

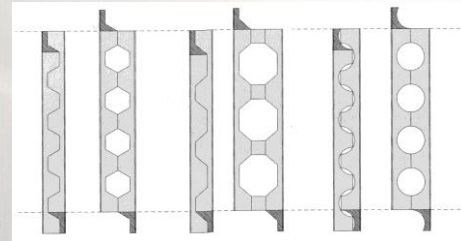
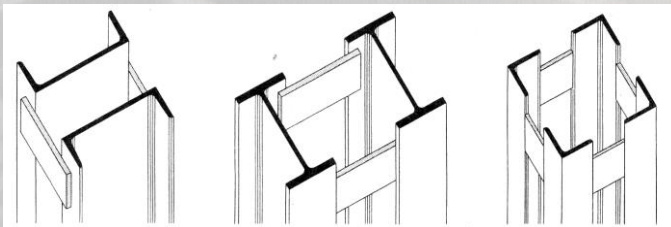
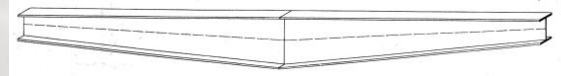
3) Sólo para piezas de espesor mayor o igual a 10 mm.

El estándar de  
fabricación  
NO ES LO  
MISMO  
que el origen o  
procedencia

28

## CAPITULO 6: MATERIALES

- La versatilidad del acero permite lograr infinitas secciones y formas



29

## CAPITULO 6: MATERIALES

6.2 Los pernos y tuercas deben cumplir normas ASTM correspondientes u otra que se especifique en los documentos de diseño

NOTA: Adicionalmente se puede utilizar NCh206 y NCh208 (ambas 1956)

6.3 Los electrodos deben cumplir con las normas AWS correspondientes

NOTA: Adicionalmente se pueden utilizar NCh3195 y NCh3214 (ambas 2010)

→ Notar la diferencia entre una norma que abarca procesos y otra que abarca consumibles

30



**Table 2.1. Acceptable ASTM A563 Nut Grade and Finish and ASTM F436 Washer Type and Finish**



ASTM Desig.	Bolt Type	Bolt Finish <sup>d</sup>	ASTM A563 Nut Grade and Finish <sup>d</sup>	ASTM F436 Washer Type and Finish <sup>a,d</sup>
A325	1	Plain (uncoated)	C, C3, D, DH <sup>e</sup> and DH3; plain	1; plain
		Galvanized	DH <sup>e</sup> ; galvanized and lubricated	1; galvanized
	3	Zn/Al Inorganic, per ASTM F1136 Grade 3	DH <sup>e</sup> ; Zn/Al Inorganic, per ASTM F1136 Grade 5	1; Zn/Al Inorganic, per ASTM F1136 Grade 3
F1852	1	Plain (uncoated)	C, C3, DH <sup>e</sup> and DH3; plain	1; plain <sup>b</sup>
		Mechanically Galvanized	DH <sup>e</sup> ; mechanically galvanized and lubricated	1; mechanically galvanized <sup>b</sup>
	3	Plain	C3 and DH3; plain	3; plain <sup>b</sup>
A490	1	Plain	DH <sup>e</sup> and DH3; plain	1; plain
	3	Zn/Al Inorganic, per ASTM F1136 Grade 3	DH <sup>e</sup> ; Zn/Al Inorganic, per ASTM F1136 Grade 5	1; Zn/Al Inorganic, per ASTM F1136 Grade 3
F2280	1	Plain	DH <sup>e</sup> and DH3; plain	1; plain <sup>b</sup>
	3	Plain	DH3; plain	3; plain <sup>b</sup>

31

Bolt/Nut	Type 1	Type 3	
ASTM A325 bolt	 Three radial lines 120° apart are optional		
ASTM F1852 bolt	 Three radial lines 120° apart are optional		
ASTM A490 bolt			
ASTM F2280 bolt			
ASTM A563 nut	 Arcs indicate Grade C	 Arcs with "3" indicate Grade C3	 Grade D
	 Grade DH	 Grade DH3	

1. XYZ represents the manufacturer's identification mark.  
 2. ASTM F1852 and ASTM F2280 twist-off-type tension-control bolt assemblies are also produced with a heavy-hex head that has similar markings.



32



# CAPITULO 6: MATERIALES

6.4 Los materiales adquiridos con requerimientos de ensayos especiales deben ser marcados por el proveedor según NCh203, previo a su despacho al fabricante. Aquellos materiales que no sean marcados por el proveedor, no se pueden usar, a menos que:

- a) Su identificación se establezca mediante los ensayos de acuerdo con la norma aplicable, en el caso de aceros adquiridos especialmente para el proyecto
- b) El fabricante aplique su marca de identificación de acuerdo a lo indicado en 7.1.2 y 7.1.3

6.5 El fabricante debe realizar una inspección visual del material que recibe del proveedor, verificando los antecedentes indicados en los certificados de conformidad. El fabricante debe mantener registro de los certificados de conformidad del acero, para inspección

33

### 产品质量证明书

MILL TEST CERTIFICATE (as per EN 10204 3.1B)

[Redacted Name and Address]

合同号 Contract NO.: HNGSP100105C      产品名称 Name of product: SEAMLESS CARBON STEEL PIPES      质量证明书号 Quality certificate NO.: HQ10049      质量记录编号 Mass minute number: ZHS/E3-104-36

收货单位 Buyer: \_\_\_\_\_      钢厂 Steel grade: Grade B      产品标准 Product standard: ASTM A53/ A106 / API 5L GR B      制造方法 Making Method: HOT ROLLED

总捆数 Total Bundles		总支数 Total Pieces		总重量 Total Weight		交货状态 Delivery condition		正火温度℃ Normalizing Temperature		回火温度℃ Tempering Temperature		保持时间 Holding Time	
76		76		61240.00		Hot Rolled							

序号 No.	炉号 Heat NO.	批号 Batch No.	规格 SIZE (mm)		捆数 Bundles	支数 Pieces	重量 (Kg) Weight	金相 Metallography		技术性能 Technological properties	备注 Remark	
			外径 X 壁厚 X 长度 Diameter X Thickness X Length	厚度 Thickness				脱碳层 (mm) Decarbitized 外 (outside) 内 (inside)	晶粒度 (级) Grain Size			
1	215773	WB0024	12	XSch80x6000	76	61240.00	/	/	/	/	/	/

**PASS**

化学成分 CHEMICAL COMPOSITION (%)								机械性能 MECHANICAL PROPERTIES			
序号 No.	C	Mn	S	P	V	Nb	Ti	抗拉强度 Rm(N/m²) Tensile stress	屈服强度 Rel(N/m²) Yield stress	伸长率 A(%) Elongation	硬度 (HB) Hardness
1	0.20	0.54	0.013	0.008	0.002	0.004	0.002	490	285	34	/

超声波探伤 ETB 值 Eddy: \_\_\_\_\_      宏观结构 Macrostructure: \_\_\_\_\_      水压 (Mpa) Hydrostatic test pressure: \_\_\_\_\_      表面 Surface test: \_\_\_\_\_      尺寸 Dimension Test: \_\_\_\_\_      压扁试验 Flattening test: \_\_\_\_\_

合格 (Satisfactory)      合格 (Satisfactory)      合格 (Satisfactory)      合格 (Satisfactory)      合格 (Satisfactory)      合格 (Satisfactory)

备注 Remark: **1. Damaged during transportation. Loading and unloading will not within the inspection range.**      **2. IF BUYER HAS ANY OPINION OF THE QUALITY, PLEASE SEND US IN WRITING WITHIN 30 DAYS FROM THE DATE OF CARGO ARRIVAL TO THE DESTINATION PORT. BEYOND 1 MONTH, THE PROBLEM WE'LL NOT DEAL WITH IT.**

WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIAL HEREIN DESCRIBED HAS BEEN MANUFACTURED, TESTED IN ACCORDANCE WITH ABOVE STANDARD AND SPECIFICATION SATISFIED THE REQUIREMENT.

签发人: Mr wang      制表人: sophia      审核人: Mr Sun      质量部门签字/盖章 Quality Department Signature/Stamp      复印无效 Copying invalid      日期: 2010/09/13 Date: SEP. 13, 2010

Issued: 王厂长      Lister: sophia      Examine: 孙本亮

34



## CAPITULO 6: MATERIALES

6.6 Cuando el material suministrado por el proveedor (laminador o distribuidor) no cumpla con las tolerancias de sección, curvatura, flecha o planitud, el fabricante puede realizar acciones correctivas, incluyendo el empleo de calentamientos controlados y/o enderezado mecánico, sujetos a las limitaciones establecidas en NCh427/1

6.7 Cuando se requieran tolerancias especiales, más restrictivas que las establecidas en NCh203, para los materiales a emplear en un determinado proyecto, ellas deben estar establecidas por la ingeniería de diseño. El fabricante, bajo su opción, está autorizado a adquirir los materiales de acuerdo a las tolerancias establecidas por NCh203 y luego ejecutar en ellos las acciones correctivas indicadas en 6.5?

35



## CAPITULO 6: MATERIALES

6.8 Todos los materiales deben ser identificados de acuerdo a 7.1

36



## ESQUEMA GENERAL (MODULOS)

MIERCOLES 5/12

- 1) INTRODUCCION (CAPITULOS 1 @ 3)
- 2) DISEÑO (CAPITULO 4 )

JUEVES 6/12

- 3) DETALLAMIENTO Y MATERIALES (CAP 5 @ 6)
- 4) FABRICACION Y MONTAJE (CAPITULOS 7 @ 8)

37



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

### 7.1 Identificación de los componentes del sistema estructural (acero estructural)

7.1.1 El fabricante debe establecer un procedimiento para la identificación de los componentes sea legible hasta el punto de armado del sistema estructural, de acuerdo a los documentos de diseño del proyecto

7.1.2 Cada componente definido con requerimientos especiales debe llevar una marca de identificación del fabricante o del proveedor, durante la fabricación y hasta el armado del sistema estructural. La marca del fabricante debe estar en conformidad con el sistema de identificación indicada en 7.1.1

7.1.3 Los componentes fabricados bajo requisitos especiales no deben tener la misma identificación de montaje, aunque tengan idénticas dimensiones y detalles

38





## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

### 7.2 Preparación del material

7.2.1 Procesos de corte: Se permite el corte térmico de acero estructural mediante guía manual o mecánica. Los procesos de corte permitidos incluyen el corte con cizalla, sierras de fricción, aserrado en frío o cualquier otro sistema que cumpla las tolerancias de rugosidad requeridas

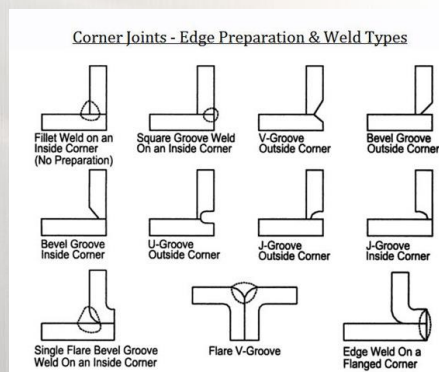
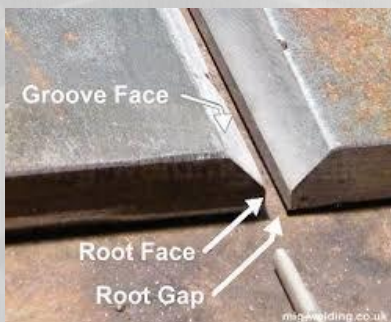
Las superficies que se especifican como acabado plano tendrán una rugosidad con altura de no más de 12,5 micrones, según ANSI/ASME B46.1. Se permite el uso de cualquier técnica de fabricación que logre tal acabado.

39



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

7.2.2 Preparación de uniones soldadas: De acuerdo a lo establecido en AWS D1.1, AWS D1.3 o AWS D1.5, según corresponda



40



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

**7.2.3 Agujeros para pernos de conexión:** Se permite cualquier método de perforación realizada en forma mecánica como, por ejemplo, punzonado, taladrado, fresado, etc., u otros métodos señalados en RCSC

NOTA: La tolerancia de fabricación para agujeros es de +1mm (1/32") respecto del diámetro nominal de la perforación. Para diámetro nominal ver NCh427/1:2016 Tabla J3.3

Se permite punzonar sin terminación posterior los agujeros para pernos destinados a unir piezas cuyo espesor máximo sea 3mm inferior al diámetro requerido para los agujeros. Si esos espesores son mayores, los agujeros se deben:

- Taladrar, o
- Punzonar con un diámetro 1.5mm menor que el requerido y se terminan con un diámetro exacto usando un escariador

41



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

Los agujeros deben ser perpendiculares a las caras del material, si grietas ni deformaciones.

Para uniones con deslizamiento crítico se debe eliminar toda rebaba de los bordes. Para otros casos la rebaba no debe superar 1mm (1/32")

Los agujeros defectuosos pueden ser rellenados con soldadura y reparados por medio de escariadores. No se permite el uso de pernos cónicos para obviar el defecto de los agujeros

42



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

### 7.2.4 Agujeros para pernos de anclaje

Para las perforaciones de placas de anclaje se consideran las mismas condiciones que las perforaciones de placas de conexión. Adicionalmente, se permite corte térmico según lo indicado en NCh427/1:2016 Sección M2

Nota: Para diámetros recomendados para perforaciones de placas base de pernos de anclaje, ver Anexo A

### 7.2.5 Procesos de plegado y/o cilindrado

Se permite cualquier técnica que no genere grieta, fisuras o altere las propiedades químicas del acero

43



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

### 7.3 Armado

7.3.1 Las pletinas de respaldo (backing) y las placas de remate para soldadura (dams) se deben utilizar de acuerdo a la norma AWS D1.1 a fin de producir soldaduras sanas. El fabricante o montajista no está obligado a remover las pletinas de respaldo ni placas de remate de soldaduras.

Cuando se especifique la remoción de las pletinas de respaldo se debe realizar de acuerdo a AWS D1.1

Cuando se especifique la remoción de las pletinas de remate se permite cortar el borde del elemento terminado mediante oxicorte manual sin un acabado posterior, a menos que se especifique otro acabado

44



45



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

### 7.3 Armado

7.3.2 Las conexiones con pernos de alta resistencia ejecutadas en maestranza se deben realizar de acuerdo a lo indicado en NC427/1

7.3.3 Los elementos deben ser identificados según lo indicado en los planos de fabricación y montaje. La marca debe permanecer legible hasta el proceso de montaje

46



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

### 7.4 Tolerancias de fabricación

Los agujeros para pernos de conexión pueden tener una tolerancia de +1mm (1/32") del diámetro del agujero indicado en los planos de fabricación. Para perforaciones alargadas la tolerancia puede ser de +2mm (1/16") en el lado menor de la perforación.

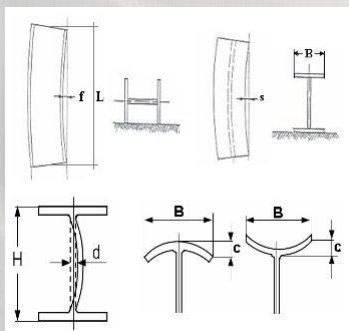
Las tolerancias en la fabricación de acero estructural deben estar en conformidad con los requisitos de 7.4.1 a 7.4.6

NOTA: Las tolerancias indicadas corresponden a tolerancias básicas de fabricación. Otras tolerancias de fabricación pueden ser encontradas en otras normas internacionales

47

## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

- Desviaciones geométricas: Según AWS D1.1, Cláusulas 21, 22 y 23
- Detalles de soldadura: Según AWS D1.1, Cláusula 3
- Tolerancias de montaje: Según AISC 303



48



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

### 7.4.1 Longitud

Para elementos con ambos extremos con acabado plano: +/-1mm

Para  $L < 9m$  → +/- 2mm

Para  $L > 9m$  → +/- 3mm

### 7.4.2 → Rectitud

Para elementos rectos no sometidos a compresión → Según NCh203

Para elementos rectos sometidos a compresión → +/-  $L/1000$

Para elementos curvos → variación de flecha según NCh203

49



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

7.4.3 Si no hay contraflecha indicada, el elemento debe ser fabricado de manera tal que, después del montaje, cualquier contraflecha accidental (dentro de lo aceptable) quede proyectada hacia arriba.

7.4.4 La variación aceptable para la contraflecha es:

$L < 15m$  → -0 / +13mm

$L > 15m$  → -0 / +13mm, más (L-15)mm

Para los fines de inspección, la contraflecha se debe medir en estado sin cargas (habitualmente de costado sobre una superficie plana)

50

## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

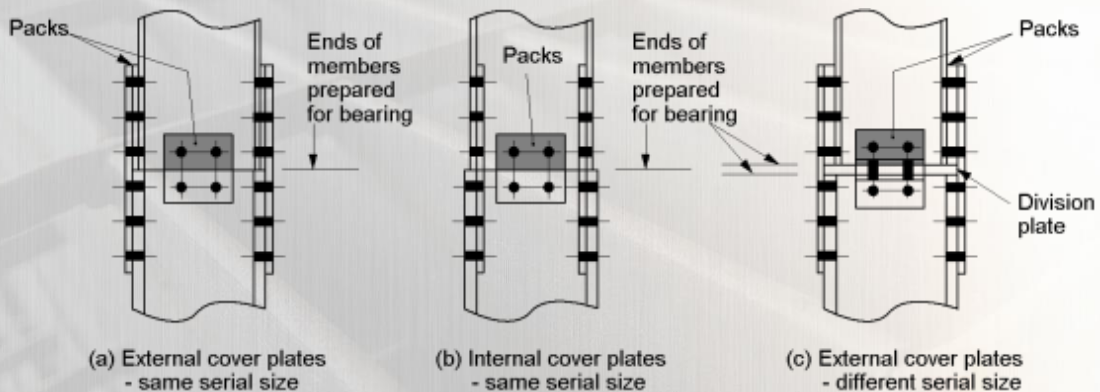
7.4.5 Para enrejados, la variación de la contraflecha en cada punto de control debe ser menor a  $D/800$ , con D la distancia al punto de apoyo más cercano

7.4.6 Las variaciones de altura permisibles de los perfiles pueden generar cambios abruptos en las zonas de empalmes

- En empalmes apernados, la variación en la altura del perfil se debe compensar con placas de relleno (lainas, shims)
- Para uniones soldadas, el perfil de la soldadura debe ser ajustado para compensar las variaciones de altura; se debe mantener la sección transversal de la soldadura requerida y la pendiente de la soldadura debe cumplir con AWS D1.1

51

## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO



52



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

### Casos atípicos:

- Las normas establecen criterios y tolerancias admisibles para diferentes tipos de diseño y geometrías que son habituales en los proyectos tanto de estructuras industriales, edificios y puentes de acero
- Cuando se proyectan estructuras que no corresponden con estos cánones, es responsabilidad del ingeniero / diseñador establecer las tolerancias admisibles, tanto en su magnitud como los puntos de control. Esto debe estar incluido en las especificaciones técnicas de licitación.

53



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

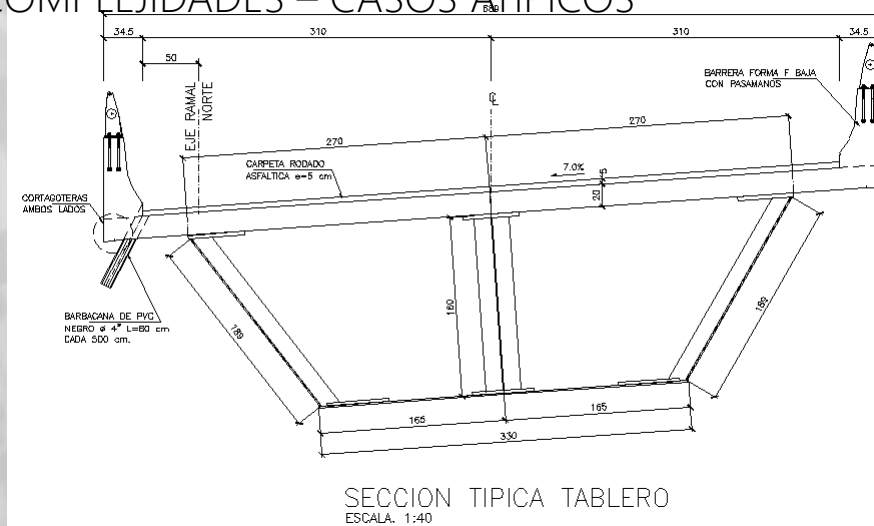
### Existen diferentes escenarios que se pueden presentar:

- Tipología atípica
  - Diseño / Innovación
  - Revisión sísmica
- Materiales importados estándar
  - Homologación a NCh203
  - ¿Cómo se realiza?
- Geometrías complejas
  - Garantizar correcta ejecución
  - Control dimensional / tolerancias
- Logística
  - Transporte y manipulación
  - Asegurar cumplimiento programa

54



## 6) COMPLEJIDADES – CASOS ATÍPICOS



Puente Acceso Aeropuerto Araucanía – Freire, IX Región

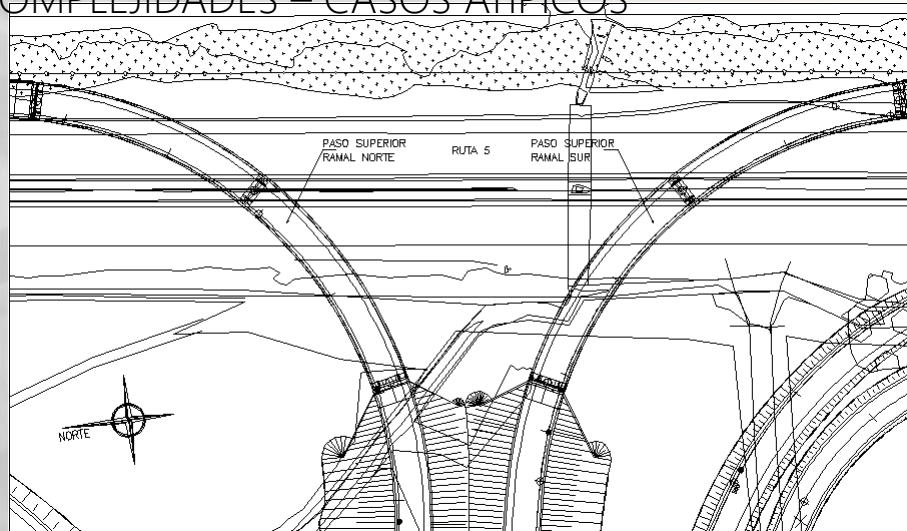
55



Puente Acceso Aeropuerto Araucanía – Freire, IX Región

56

## 6) COMPLEJIDADES – CASOS ATÍPICOS



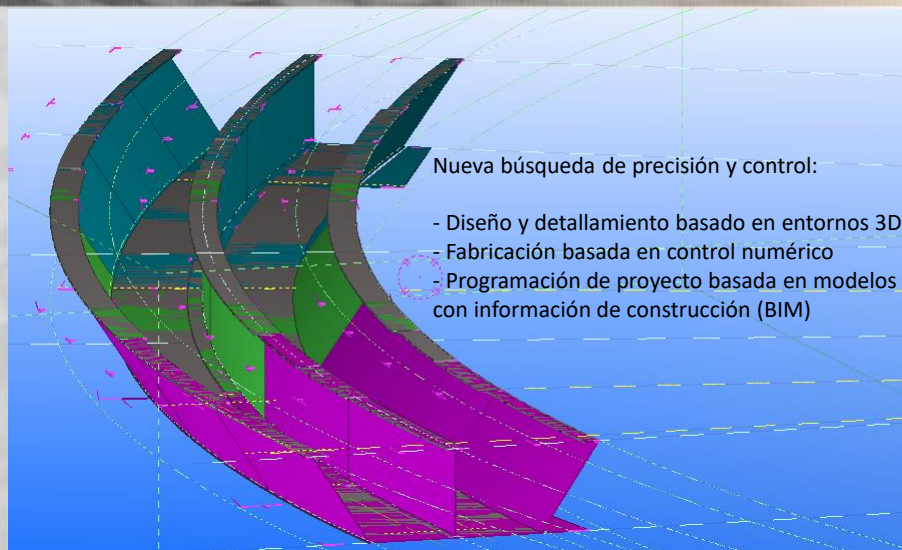
Puente Acceso Aeropuerto Araucanía – Freire, IX Región

57



Puente Acceso Aeropuerto Araucanía – Freire, IX Región

58



Nueva búsqueda de precisión y control:

- Diseño y detallamiento basado en entornos 3D
- Fabricación basada en control numérico
- Programación de proyecto basada en modelos con información de construcción (BIM)

Puente Acceso Aeropuerto Araucanía – Freire, IX Región

59

## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

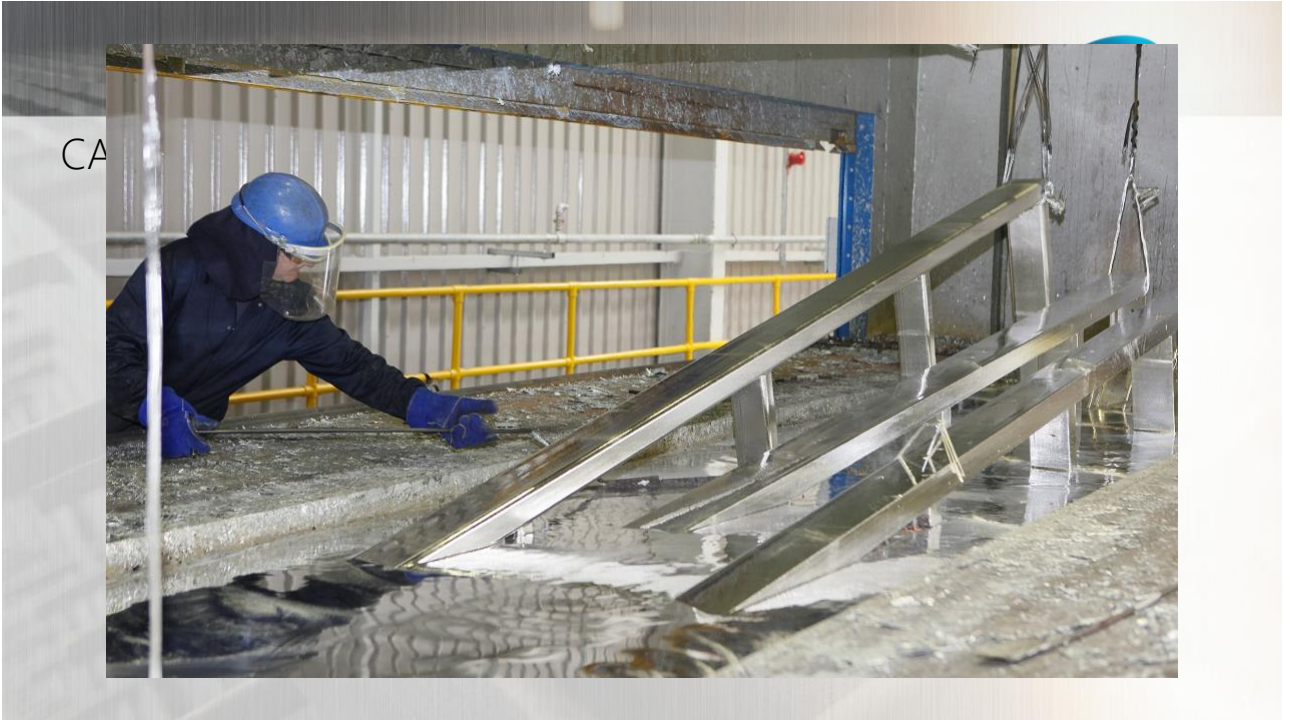
### 7.5 Tratamientos superficiales en taller

El acero estructural que no requiera recubrimiento se debe limpiar de aceite y grasa con solventes limpiadores, y la suciedad y otros materiales extraños mediante un cepillo de fibras u otros medios adecuados.

El acero que requiera ser galvanizado debe considerar los indicado en NCh3346 y NCh3347 (complementa la NCh228)

60





61



## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

### 7.5 Tratamientos superficiales en taller

Para el acero estructural que sí requiera recubrimiento en taller (pintura):

7.5.1 Se debe evitar el deterioro del recubrimiento

7.5.2 Antes de pintar, limpiar de modo de cumplir como mínimo con SSPC-SP2

Otros casos:           Preparación superficial según normas SSPC SP5, SP6, SP10  
                                   Aplicación de pinturas según normas SSPC PA2

7.5.3 A menos que se indique lo contrario, se puede aplicar la pintura por cualquier medio adecuado

7.5.4 Se debe retocar (reparar) elementos que presenten deterioro por algún motivo

62





## CAPITULO 7: FABRICACION EN TALLER Y DESPACHO

### 7.6 Marcado y transporte de materiales

7.6.1 Se deben aplicar marcas de montaje al acero estructural. Salvo que las EETT indiquen algún método, se puede identificar mediante marca de golpe, etiqueta u otro medio adecuado

7.6.2 Los pernos, tuercas y golillas deben ser transportados por separado (salvo conjuntos de pernos TC y galvanizados, que van juntos y armados) en recipientes cerrados de acuerdo a la longitud y diámetro según corresponda. Piezas pequeñas deben ser enviadas en cajas, cajones, barriles o toneles. Una lista y descripción de los materiales deben figurar en el exterior de cada envase cerrado

63



## CAPITULO 8: MONTAJE

El acero estructural fabricado debe ser montado utilizando métodos y una secuencia que permita que el sistema estructural sea montado de acuerdo a las condiciones estructurales definidas en el diseño

- Tolerancias aceptables
- Secuencia de montaje (estabilidad y resistencia de los elementos)
- Procedimiento de Trabajo Seguro

64



## CAPITULO 8: MONTAJE



Puente Acceso Aeropuerto Araucanía – Freire, IX Región

65



## CAPITULO 8: MONTAJE

### 8.1 Resistencia y estabilidad

➔ Durante el proceso; no dañar los elementos estructurales

### 8.2 Fundaciones, pilotes y estribos

➔ Asegurar geometría, resistencia y condiciones de seguridad

### 8.3 Líneas y puntos de referencia

➔ En la obra se debe establecer e identificar su ubicación exacta

66



## CAPITULO 8: MONTAJE

### 8.4 Instalación de barras de anclaje, pernos de anclaje y otros elementos embebidos

→ Habitualmente, labor ejecutada por terceros; se debe verificar tolerancias

- a) Dentro de un grupo de anclajes, la variación entre centros de barras no debe exceder  $\pm 3\text{mm}$
- b) Al medir la distancia entre 2 grupos de anclaje, centro a centro, no debe exceder de  $\pm 6\text{mm}$
- c) La parte superior de cada barra de anclaje no debe exceder  $\pm 13\text{mm}$
- d) A lo largo de un eje de columna, la variación acumulada no debe exceder 2mm por cada 10m, pero como límite 25mm en total.
- e) La distancia del centro de un grupo de barras al eje de columnas:  $\pm 6\text{mm}$

67



## CAPITULO 8: MONTAJE

### 8.5 Tolerancia de dispositivos de nivelación

La variación en la elevación relativa a la cota establecida para todos los dispositivos de apoyo, tales como placas, tuercas y golillas de nivelación, placas base sueltas y placas de apoyo, debe ser menor o igual a  $\pm 3\text{mm}$

### 8.6 Soportes temporales de marcos estructurales de acero

Se debe tener en cuenta las cargas probables que se presenten durante el montaje, y no se deben remover hasta asegurar la estabilidad lateral

68



## CAPITULO 8: MONTAJE

### 8.7 Tolerancias del sistema estructural

La acumulación de as tolerancias de laminación y las tolerancias de fabricación no deben causar que las tolerancias de montaje sean excedidas.

### 8.8 Tolerancias de montaje

Estas se definen en relación con los puntos y líneas de trabajo.

La expansión y contracción por temperatura del sistema estructural puede ser una consideración en el diseño y la construcción (2mm por cada 10m por cada 15°C)

69



## CAPITULO 8: MONTAJE

8.8.1 Detalla las tolerancias de posición y alineación de los puntos de trabajo de los elementos y las líneas de trabajo

→ Apunta a los elementos tipo columnas, vigas y arriostramientos de ejes principales

8.8.2 Antes de aplicar cualquier otro material, la inspección técnica debe determinar que la verticalidad, la elevación y alineación del sistema estructural cumpla con las tolerancias definidas en esta cláusula. El montajista debe ser informado oportunamente

70





## CAPITULO 8: MONTAJE

### 8.9 Corrección de errores

Se considera como operaciones normales de montaje la corrección de “*pequeños desajustes*” (*desviaciones*) mediante empleo moderado de operaciones tales como escariado, esmerilado, corte o soldadura, y la alineación forzada mediante pasadores de los elementos.

Errores que requieran modificaciones mayores en las piezas o en la configuración de sus conexiones, deben ser informados a la Ingeniería de Diseño y al Fabricante, con el objeto de que el responsable pueda corregir el error o apruebe el método de reparación que sea mas eficiente y económico

71



## CAPITULO 8: MONTAJE

### 8.10 Manipulación y almacenamiento

El montajista debe poner cuidado en el adecuado manejo y almacenamiento del acero estructural de modo de evitar acumulación de materiales extraños y suciedad. Sin embargo, no será responsable por la remoción de polvo, suciedad u otros materiales extraños del acero estructural que se puedan acumular debido a las condicione del terreno o la exposición a la intemperie

El montajista debe almacenar y manejar todos los pernos, tuercas, golillas y elementos de fijación relacionados de acuerdo a los requerimientos de la Especificación RCSC.

72



## CAPITULO 8: MONTAJE

### 8.11 Pintura en terreno

Se debe pintar las cabezas de tornillos y tuercas de campo o soldaduras de campo, se deben retocar las abrasiones del recubrimiento aplicado en taller y realizar cualquier otra pintura en terreno (que sea necesaria según EETT y diseño)

→ Existen procedimientos ya sea normados o establecidos por los proveedores de los recubrimientos para realizar las reparaciones o “touch-up” (ya sea pinturas o galvanizado)

73



74

INSTITUTO CHILENO DEL ACERO



# MARCO TÉCNICO - NORMATIVO USO DEL ACERO EN PROYECTOS ESTRUCTURALES

Pablo Matthews Z.  
Ingeniero Civil Estructural

pmatthews@doctorado.ucsc.cl  
pmatthews@leanside.cl  
+56 9 9311 7753