

DISEÑO DE CONEXIONES

MARCO CONCEPTUAL

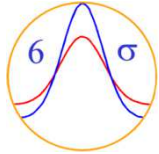
Preparó: Sergio Córdova A.

scordova@bybing.cl

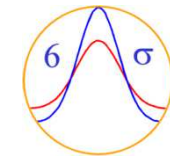
Mayo 2014

B y C Ingeniería

Mercado de Estructuras Metálicas: Clientes Globales y Proveedores Globales

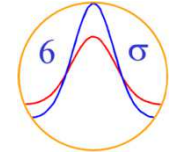


Estructuras Metálicas: Mercado diversificado, segmentado



B y C Ingeniería

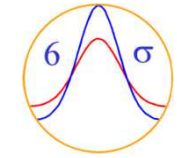
Motivación:



Las características del sector, clientes globalizados, altos estándares de calidad y competencia global, hacen que la Innovación de Procesos sea una tarea ineludible para mantener la competitividad en el rubro.

Pilares de la Innovación:

- Administración del Conocimiento: KBM
- Mejora de Procesos como un actividad permanente.
- Excelencia Operacional: Competitividad.



Innovar: Saltos cuánticos
Mejorar: Proceso continuo

Innovación:

Cambia la forma de hacer las cosas, reemplaza procesos, productos o servicios, demanda profesionales con otras habilidades y genera nuevos negocios.

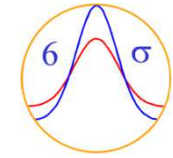
No Innovar asegura la obsolescencia

Mejora continua:

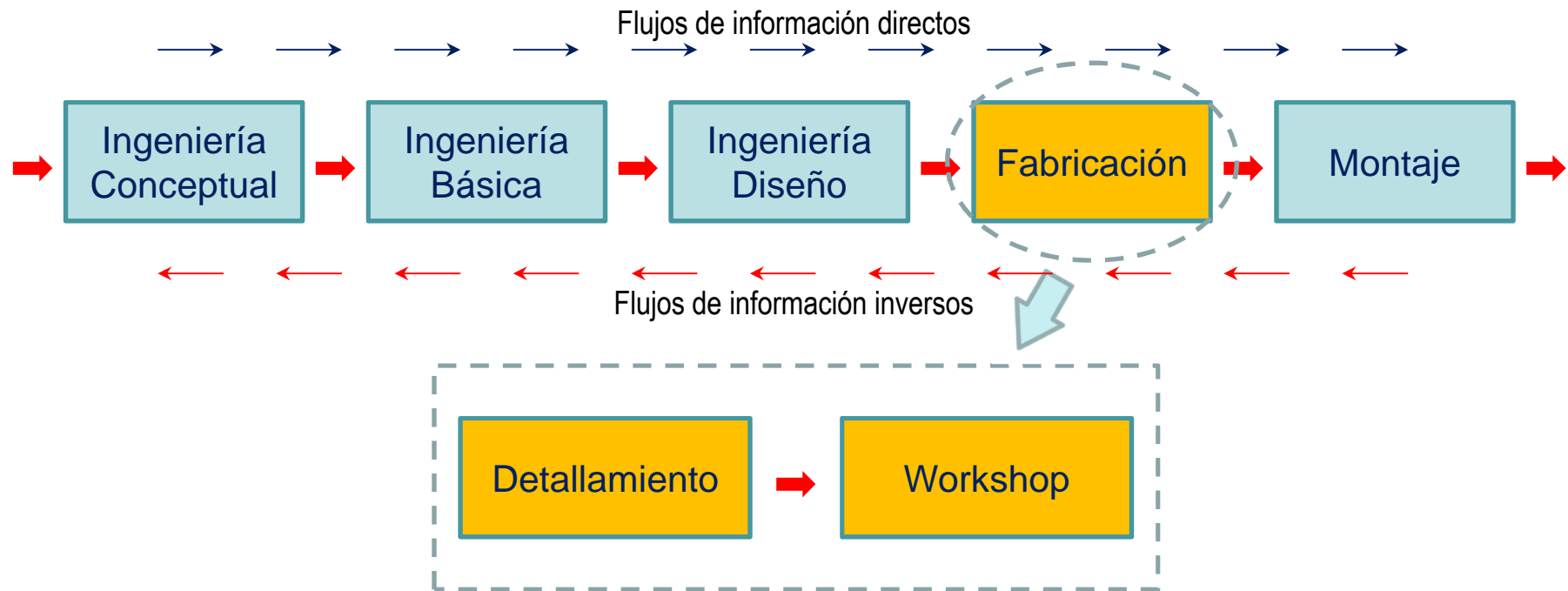
Obtiene un mejor rendimiento de los procesos existentes, reduce costos, incrementa productividad, elimina reprocesos, mejora calidad, aumenta la competitividad.

No Mejorar, es empeorar

Fabricación de Estructuras:

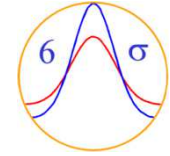


Proceso inserto en una cadena de valor:



El suministro de estructuras siempre es “ruta crítica” y afectan procesos de alto valor.

Proceso Fabricación: Detallamiento



Objetivo:

Transformar el diseño al lenguaje del fabricante

Input: Planos de
Diseño + Normas



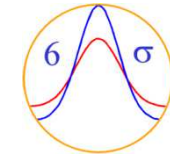
Detallamiento



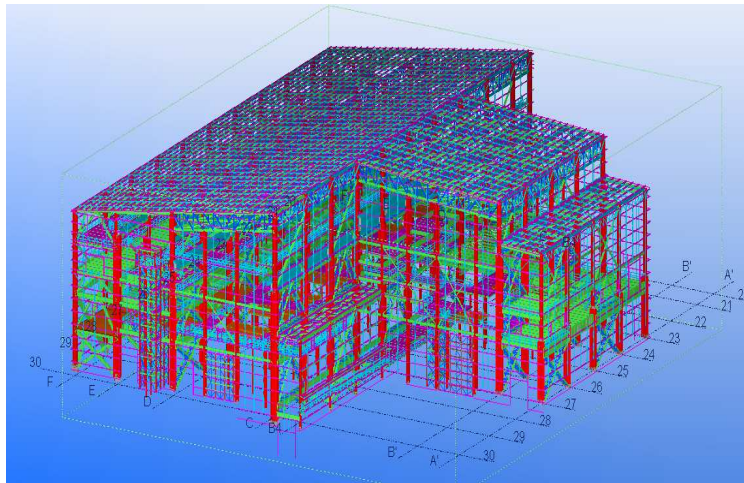
Output: Planos de
Fabricación + Listados

- Proceso altamente tecnificado: Modelos 3D y 4D
- Representa un 50% del tiempo total de fabricación.
- Diseño conexiones: Asegura la estabilidad estructural.
- Conexiones agregan entre un 8 y 25% del peso.

Proceso Fabricación: Detallamiento



- Uso de software 3D: Maquetas digitales

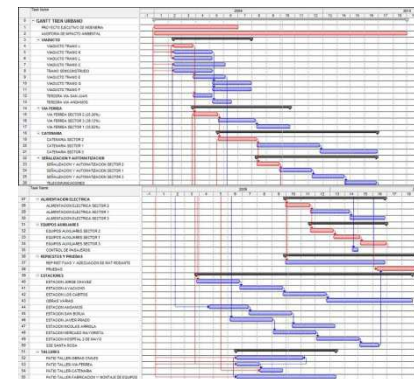
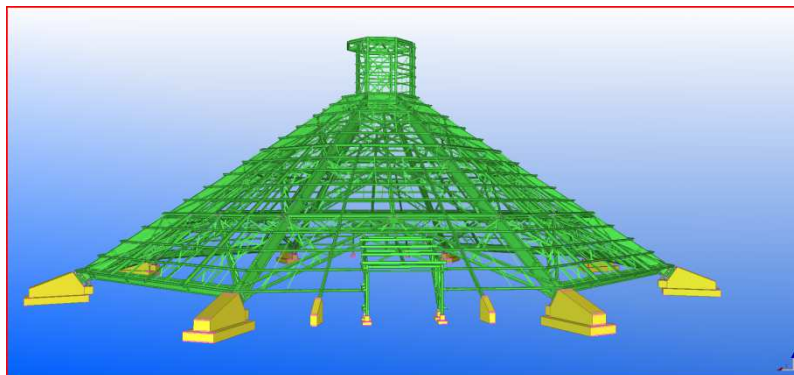


Nota de Envío : Serie : 2317-3700-15-0 Serie :

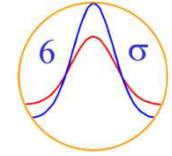
LISTA DE ELEMENTOS A PROCESAR PARA O.T. No : 25000 Pagina :1
 PROYECTO : TRASPASO DE DATOS DE DISE Envío : Fecha : 10.04.2003

Identificacion	Cant.	Rev.	Descripcion	Largo	Area_Un.(m2)	Tot. Area	Peso_Un.(kg)	Tot. Peso	Perfil
C1	1	0	COLUJNA	8849	15.96	15.96	723.9	723.9	IN40X80.1
C2	1	0	COLUJNA	8849	15.96	15.96	723.9	723.9	IN40X80.1
C3	1	0	COLUJNA	8772	15.82	15.82	717.6	717.6	IN40X80.1
C4	1	0	COLUJNA	8772	15.82	15.82	717.6	717.6	IN40X80.1
C5	1	0	COLUJNA	8950	29.49	29.49	1160.3	1160.3	HE95 0X25 0X12X8
C6	1	0	COLUJNA	8950	29.49	29.49	1160.3	1160.3	HE95 0X25 0X12X8
C7	1	0	COLUJNA	8949	31.69	31.69	1224.0	1224.0	HE95 0X25 0X12X8
CM1	4	0	CONECTOR	301	0.27	1.09	9.8	39.1	PL10*216.5
P1	16	0	PLANCHA	612	0.11	1.71	3.7	58.4	PL10*76
P2	8	0	PLANCHA	612	0.22	1.75	8.0	63.8	PL110*166
P3	8	0	PLANCHA	312	0.24	1.94	5.5	44.2	PL16*376
P4	8	0	PLANCHA	612	0.22	1.75	8.0	63.8	PL10*166
P5	16	0	PLANCHA	612	0.11	1.71	3.7	58.4	PL10*76
P6	8	0	PLANCHA	312	0.24	1.94	5.5	44.2	PL6*376
PL1	4	0	PLANCHA	475	0.53	2.11	26.0	183.8	PL12*580
T1	2	0	TIJERAL	6903	12.07	24.13	345.2	690.4	HE579X15 0X10X6
T2	2	0	TIJERAL	7052	12.33	24.65	352.6	705.3	HE579X15 0X10X6
T3	2	0	TIJERAL	3950	7.20	14.40	218.2	436.5	HE579X15 0X10X6
Totales	85		Elementos			231.40		8735.5	

- Modelos 4D: Maquetas digitales temporizadas.

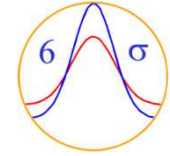


Proceso Fabricación: Detallamiento



- Información temprana para activar las compras de materiales.
- Asegurar el calce de estructuras.
- Resolver interferencias.
- Definir ID para trazabilidad de piezas y elementos.
- Coordinación multidisciplinaria con el resto del proyecto: BIM
- Verificación del montaje simulado en digital.
- Plantear mejoras al diseño y al proceso constructivo.
- **Diseño de Conexiones.**

Proceso Fabricación: Workshop



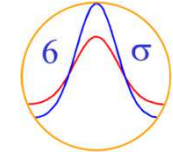
Objetivo: Materializar las estructuras



- Toma 50% del tiempo total de fabricación.
- Proceso intenso en Materias Primas y Mano de Obra.
- Involucra el abastecimiento, dimensionamiento de placas y perfiles, perforado, soldado, pintura y logística.

Proceso Fabricación: Workshop

Evolución Tecnológica



- Trazado Manual: Huincha, escuadra, compas y tiza



Inicialmente se recurría a técnicas de trazado manual con fuerte incidencia del factor humano, generando grandes problemas de calce.

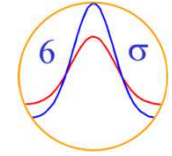
- Corte automático de fajas y procesos de Control Numérico CN:



En la actualidad los procesos de corte y dimensionamiento son altamente automatizados con mínima intervención humana, asegurando una calidad homogénea y el calce en el armado de la estructura.

Proceso Fabricación: Workshop

Evolución Tecnológica

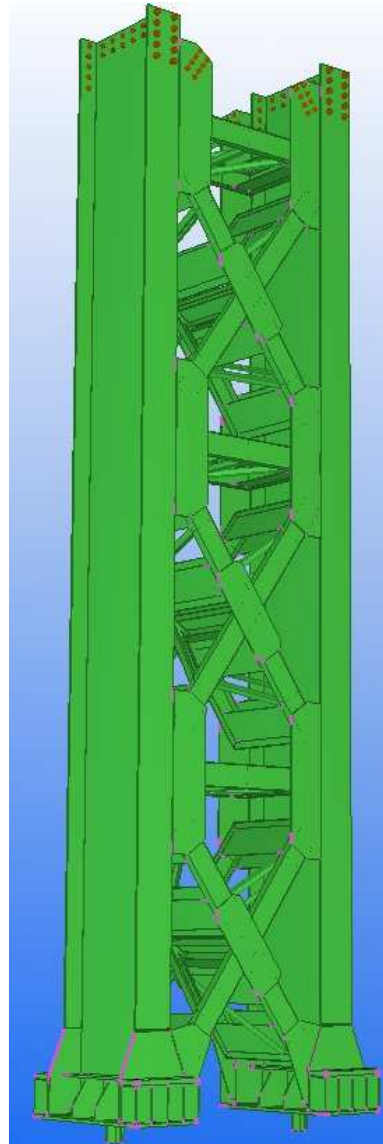
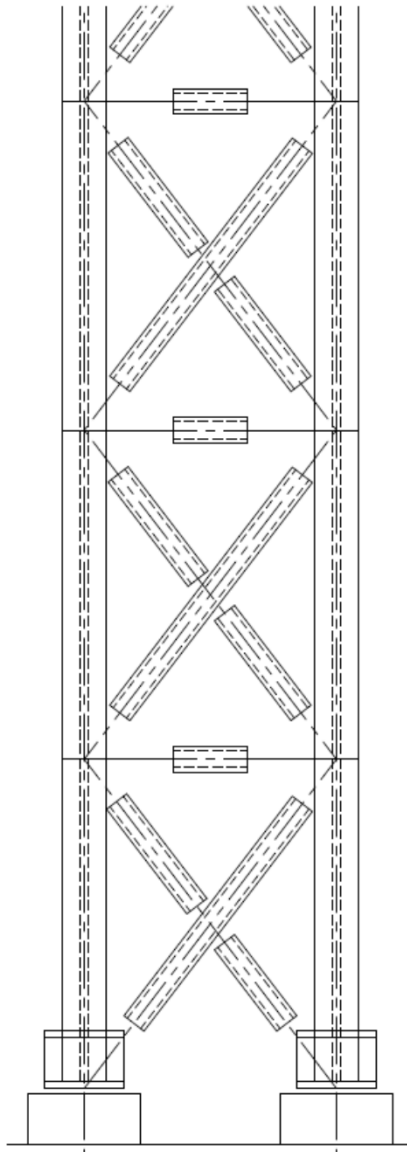
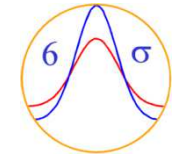


- Equipos de control numérico:

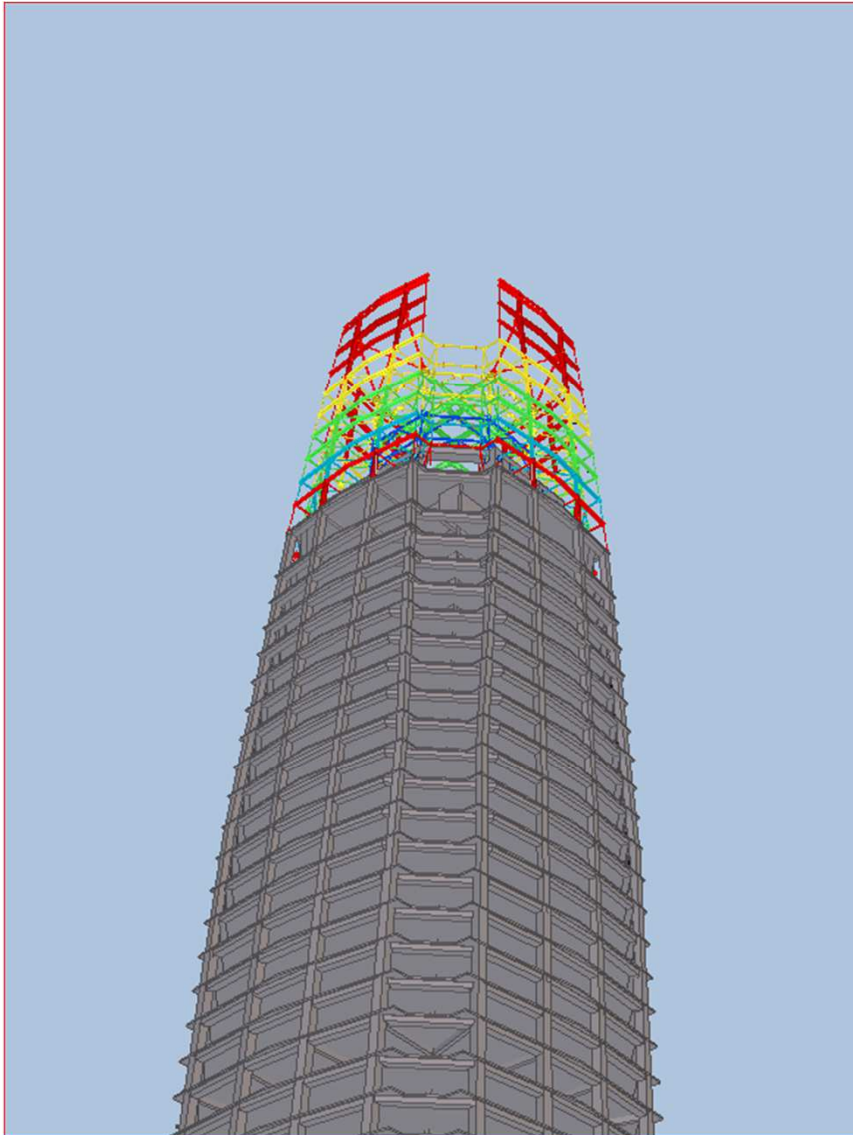
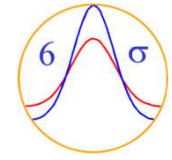
Se alimentan con la información numérica de la maqueta electrónica y en base a coordenadas generan instrucciones para cortar, perforar, recortar, biselar de forma automática, sin necesidad de “trazar” y con mínimas pérdidas de material (Nesting):



Cadena de Valor: Ej. Diseño – Detallamiento - Fabricación

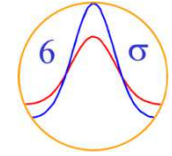


Cadena de Valor: Ej. Diseño – Detallamiento - Fabricación



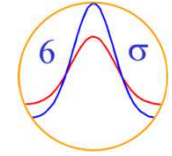
ería

Marco Normativo: Diseño de Conexiones en Chile



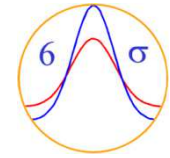
- Diseño Estático: AISC 360
- Diseño Sísmico:
 - NCh 2369: Para estructuras industriales
 - AISC 341: Seismic Provisions
- Fabricación: NCh 428, en revisión por ICHA

Marco Normativo: Diseño de Conexiones Estáticas



- Diseño Estático: AISC 360
 - AWS D 1.1: Diseño y ejecución de soldaduras
- Condiciones de Borde: Baja incertidumbre
 - Cargas conocidas
 - ✓ Peso propio.
 - ✓ Equipos.
 - Sobrecargas acotadas: NCh
 - ✓ Sobrecargas de Uso.
 - ✓ Sobrecargas de operación.
 - Diseño de conexiones:
 - ✓ Por Carga Solicitante.
 - ✓ Por % de Capacidad de los perfiles: Cubrir los FU

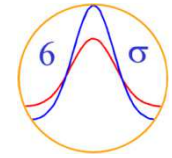
Marco Normativo: Diseño de Conexiones Sísmicas



- NCh 2369: Aplicación en estructuras industriales, hace una referencia muy básica para el diseño de conexiones.
- AISC 341: Seismic Provisions
 - AWS D 1.8: Complemento a la D1.1, aplica al SFRS
 - AISC 358: Conexiones precalificadas (ensayadas)
- Condiciones de Borde: Alta incertidumbre
 - Cargas desconocidas (sísmicas)
 - Sismo “reducido” por factor R para facilitar el diseño
 - Disipación por ductilidad, incursión en rango no lineal
- Diseño de conexiones:
 - 100% Capacidad del perfil
 - La conexión debe asegurar que el perfil se plastifique
 - Conexiones SC, de Deslizamiento Crítico

Marco Normativo:

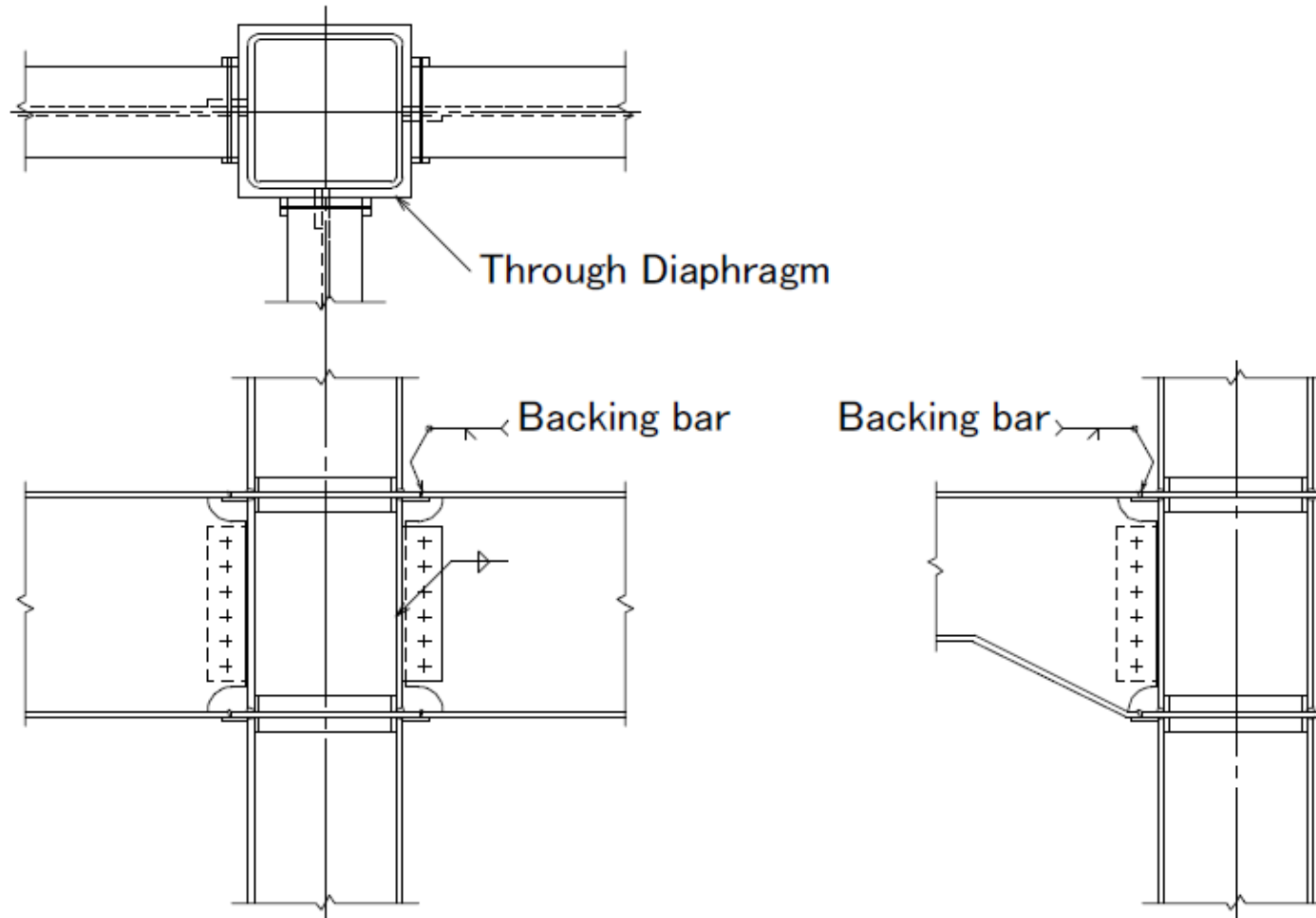
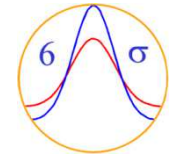
Diseño de Conexiones Sísmicas: Comentarios



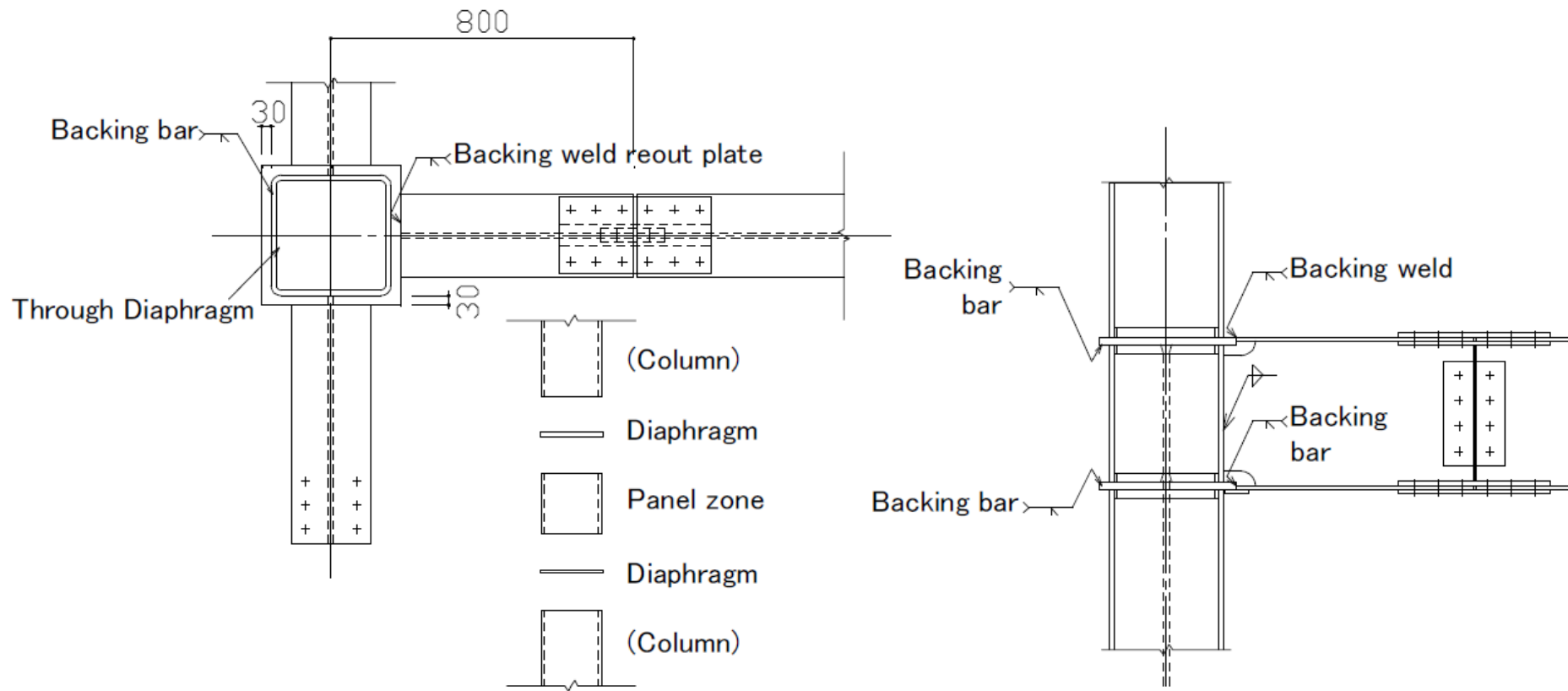
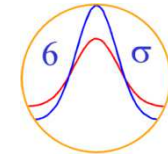
- NCh 2369:
 - Solicita conexiones al 100% capacidad del perfil.
 - Conexiones SC: Solo reconoce clase A
- AISC 341: Seismic Provisions
 - Solicita conexiones al 100% capacidad, incrementada por factores R_y sobre la fluencia del acero (1,3 a 1,5)
 - Buen tratamiento del sistema sismorresistente, SFRS
 - AWS D 1.8: Requisitos adicionales a D1.1 que afectan diseño y fabricación de elementos sísmicos.
 - AISC 358: Conexiones validadas mediante ensayos.

El 80% de las conexiones que se usan en Chile no son precalificadas. Ensayos?? Sin embargo en general han demostrado buen comportamiento.

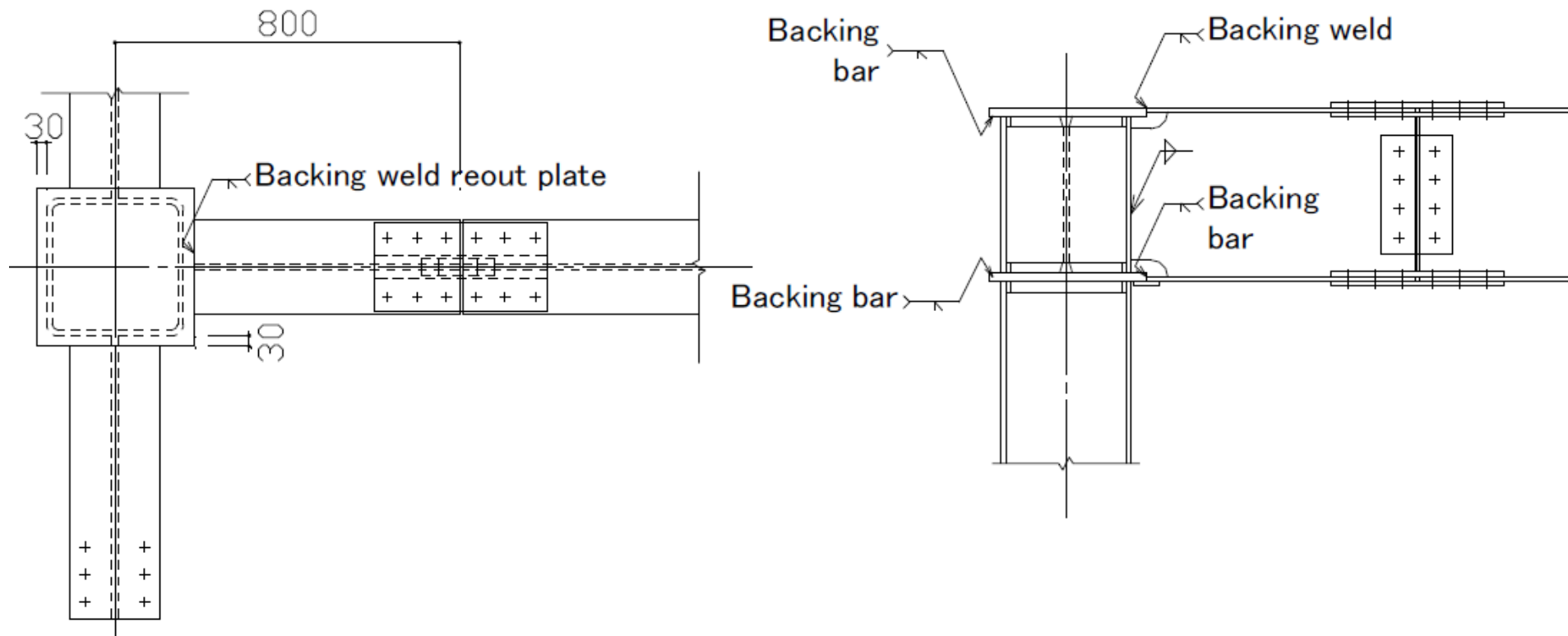
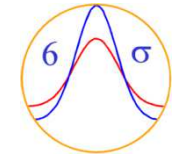
Conexiones con perfiles HSS: Privilegiar traspaso carga a través del perfil



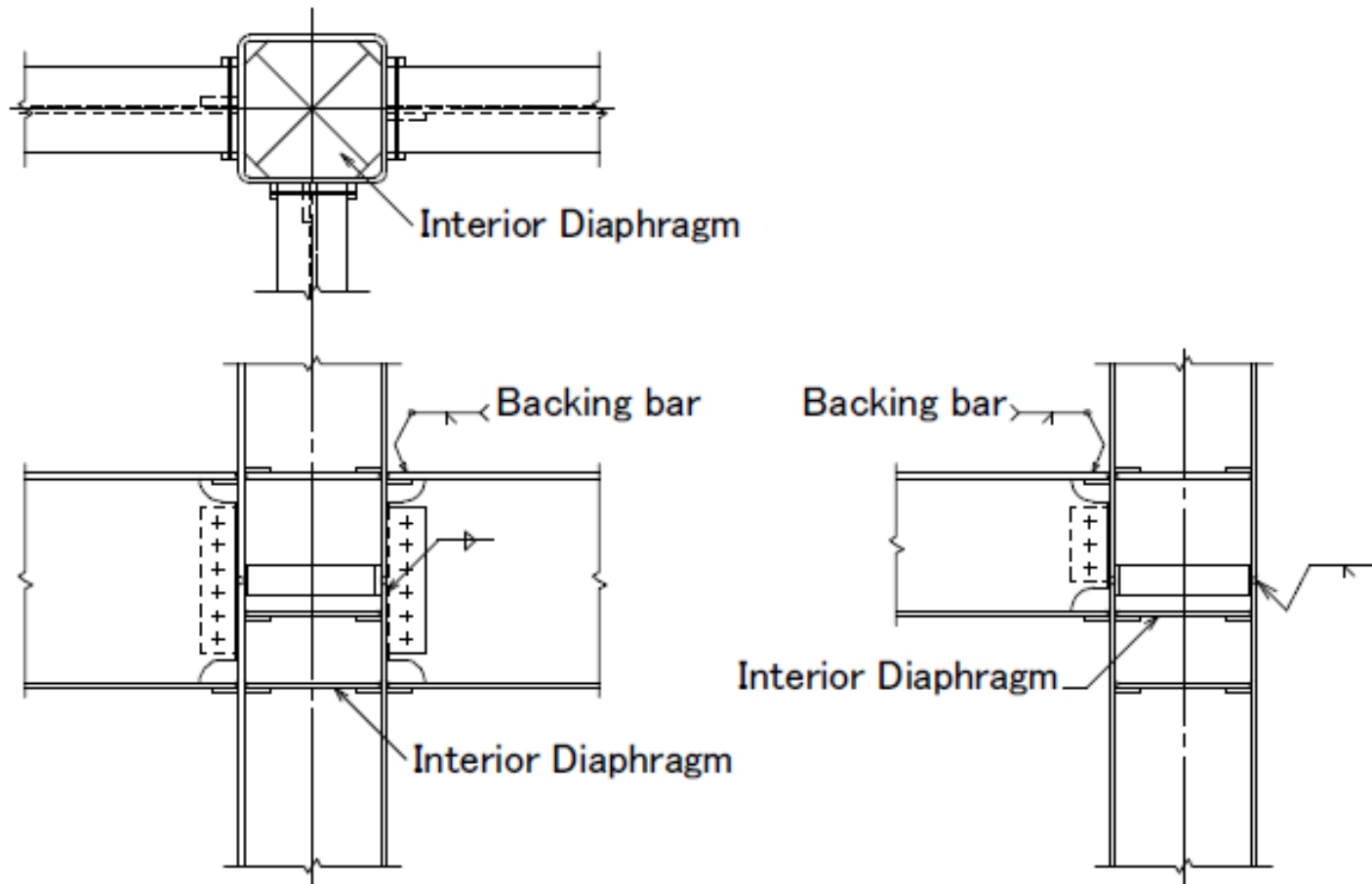
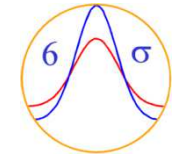
Conexiones con perfiles HSS: Compatibilidad con otras geometrías



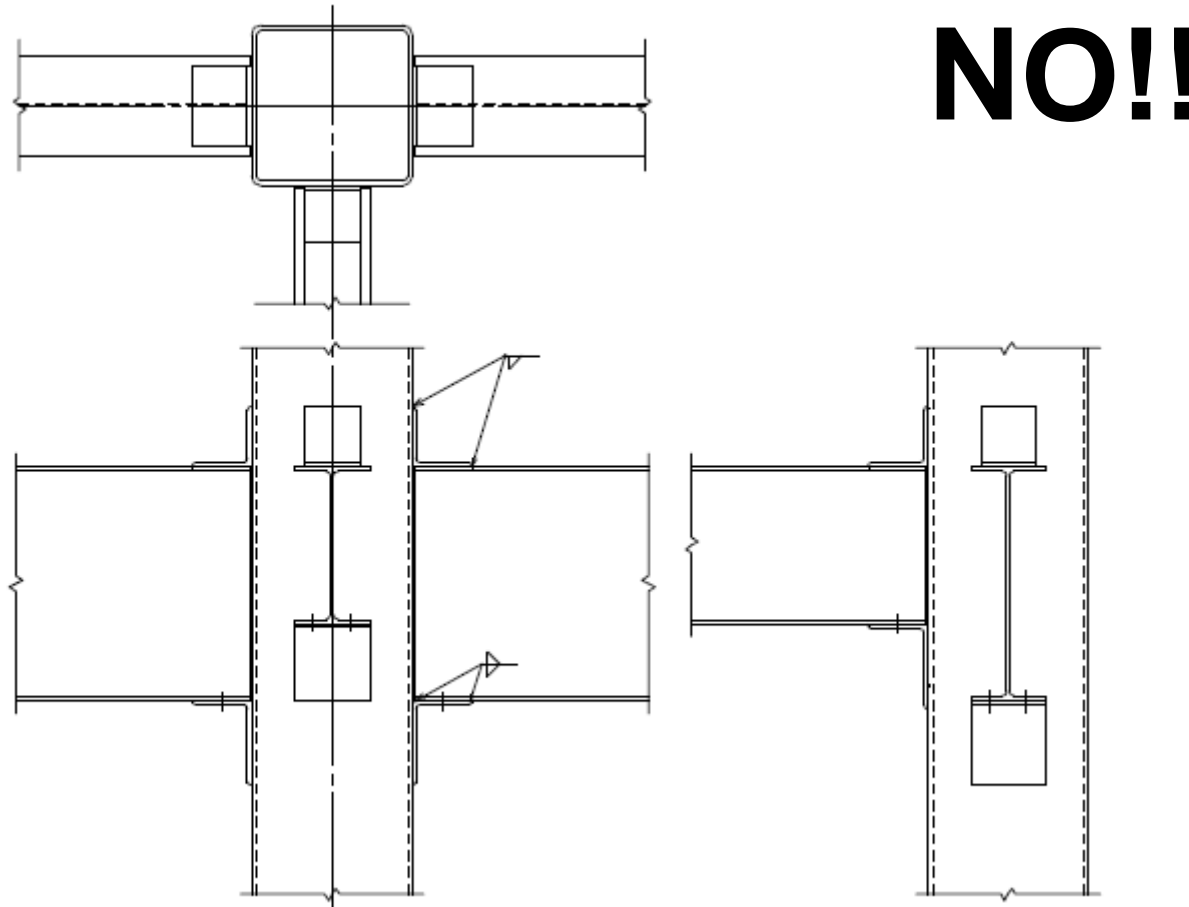
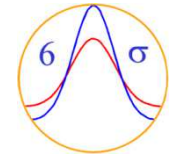
Conexiones con perfiles HSS:



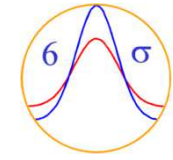
Conexiones con perfiles HSS: Continuidad de alas y traspaso de corte por el manto



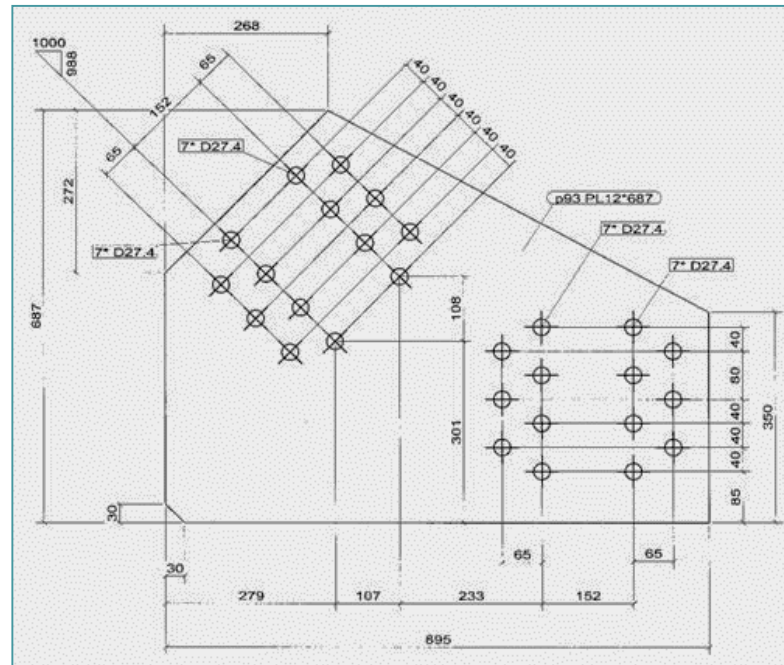
Conexiones con perfiles HSS: Evitar Axiales Sísmicos directos al manto



Conexiones: Total factibilidad de fabricación si se transforman en planchas CN + Soldaduras.



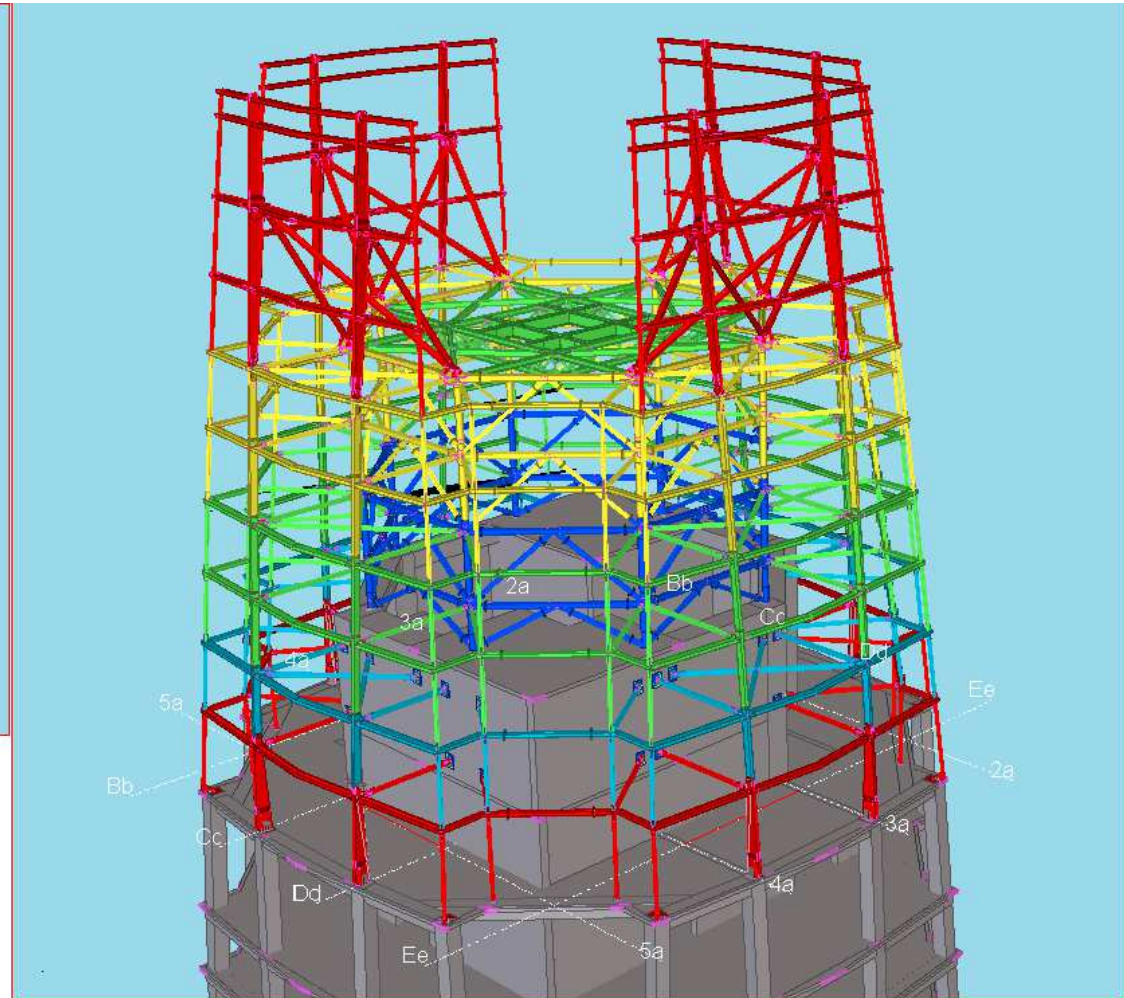
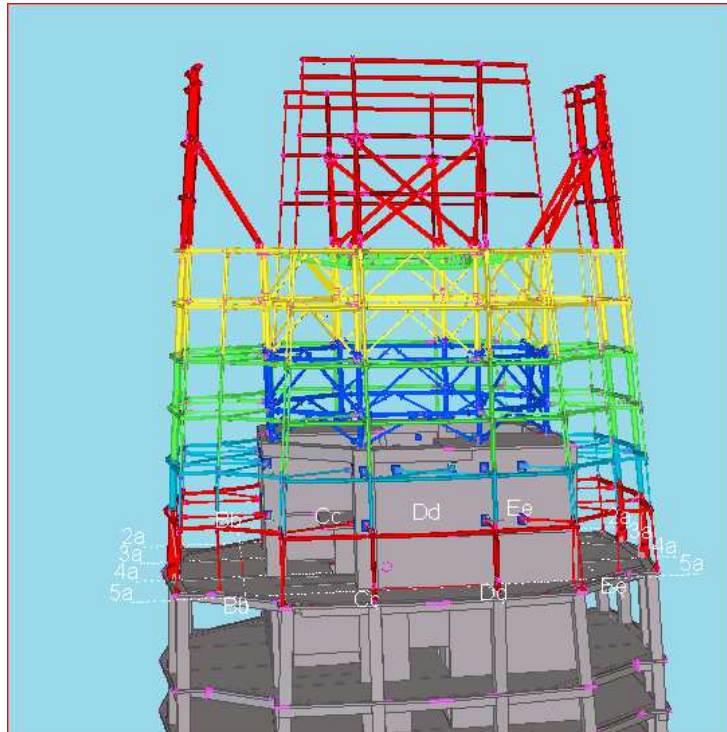
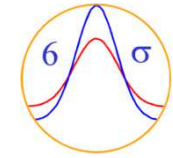
Conexiones =



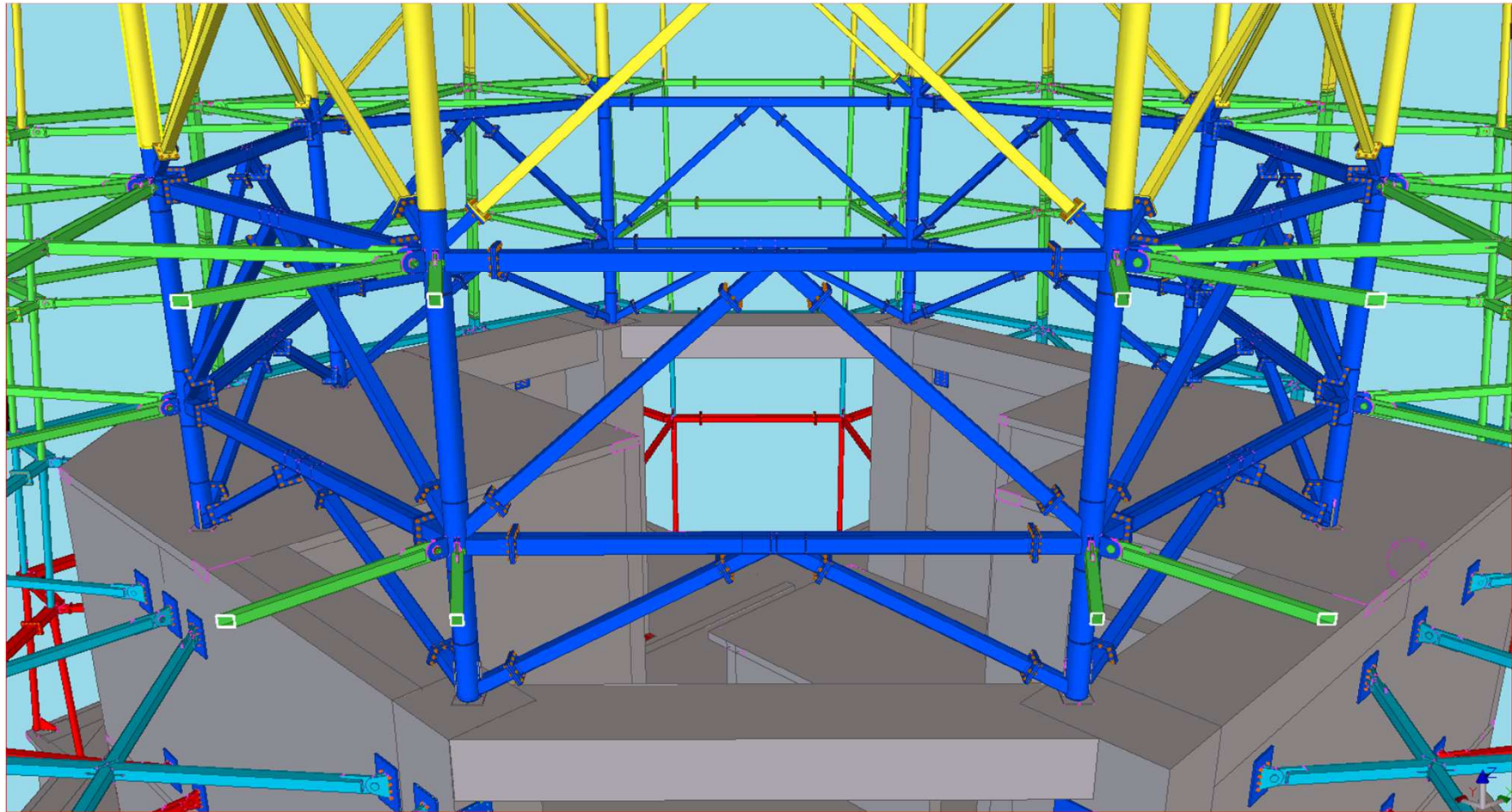
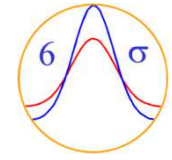
+ Soldaduras de buena calidad

Planchas fabricadas por Control Numérico

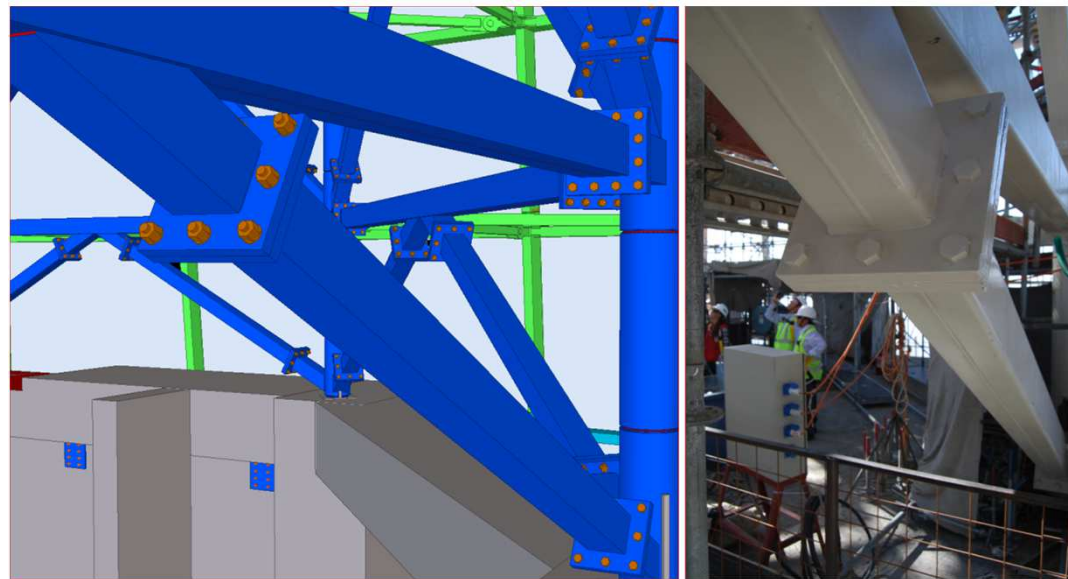
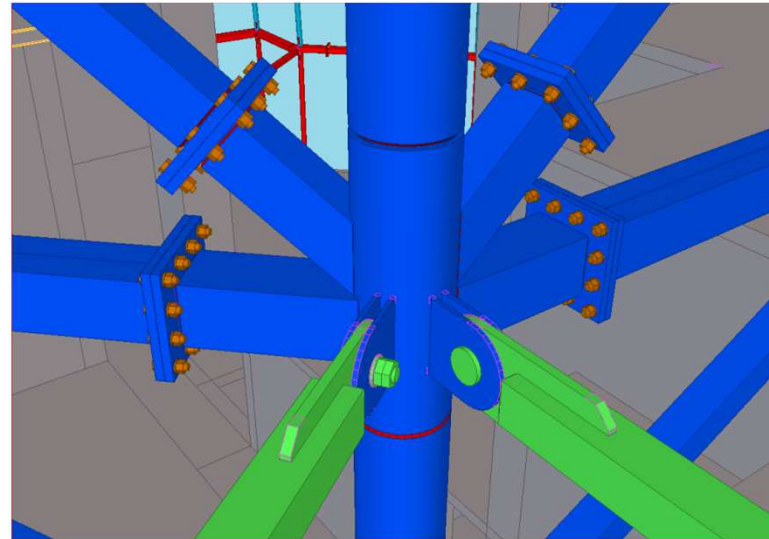
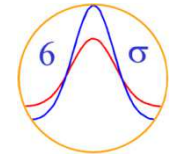
Fabricación con perfiles tubulares: Entregas secuenciadas



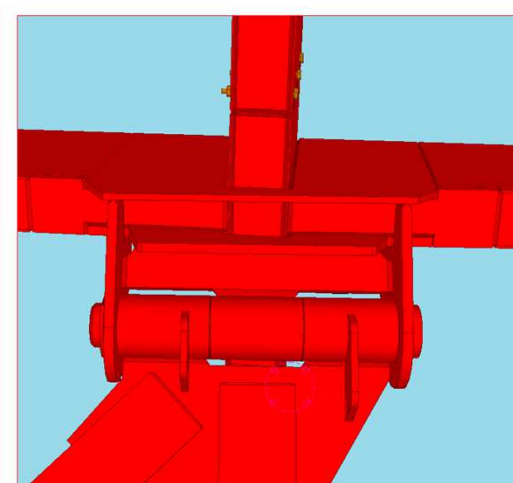
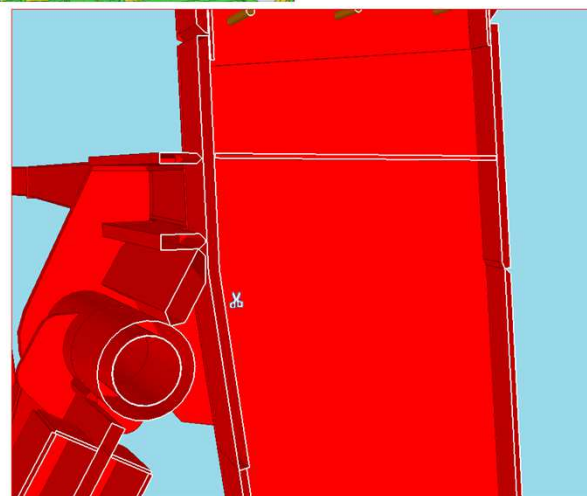
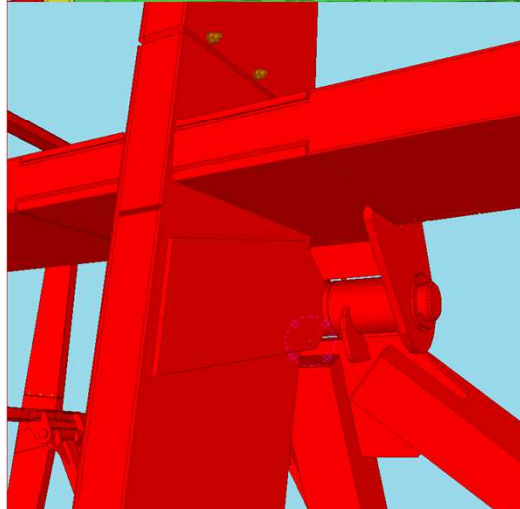
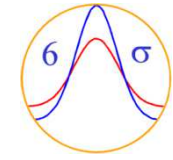
Fabricación con perfiles tubulares: Calce en estructuras con geometrías complejas



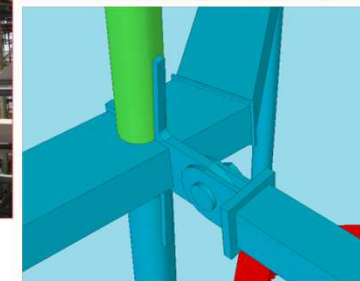
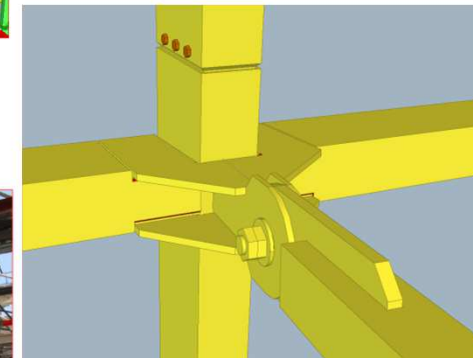
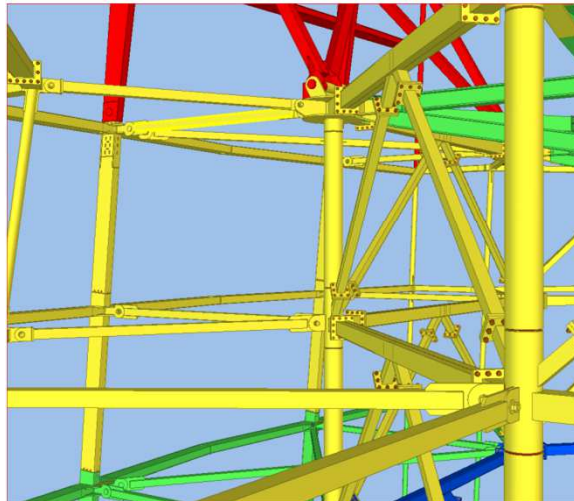
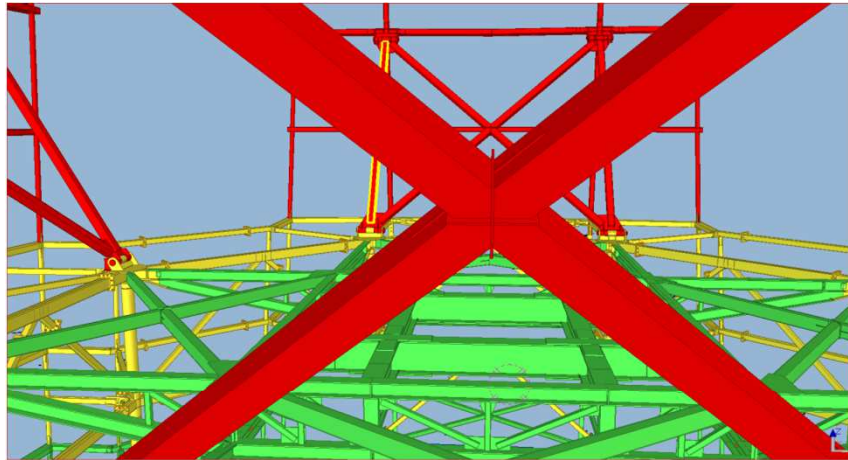
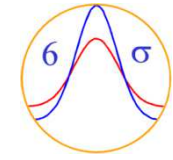
Fabricación con perfiles tubulares: Tolerancias: Montaje y funcionalidad estructural



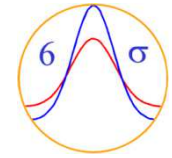
Fabricación con perfiles tubulares: Conexiones con rótulas (geometría variable).



Fabricación con perfiles tubulares: Soluciones de maestranza y de terreno

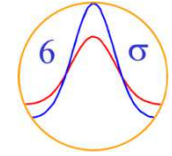


Conclusiones:



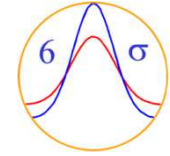
- A nivel de fabricación, la conexión se reduce a planchas fabricadas por CN y soldaduras de buena calidad.
- Según lo anterior, Chile cuenta con tecnología para procesar perfiles laminados HSS y existe probada experiencia de diseño sísmico de conexiones.
- Para las planchas de conexión sísmicas de deben usar aceros similares al acero del perfil. Para conectar los perfiles HSS se recomiendan planchas de acero A572 Gr.50 que en Chile se encuentran en stock, dado que utiliza para la fabricación de puentes.
- Privilegiar el traspaso de cargas sísmicas con elementos continuos “a través” del perfil HSS y no directamente por el manto.
- La solución alternativa no es atractiva: Perfil tubulares soldado??, planchas soldadas en sus esquinas, soldaduras de alta complejidad, alto costo y procesos de calidad fuertemente controlados.

Conclusiones:



- En cualquier caso debe privilegiarse el uso de las conexiones precalificadas, AISC 358.
- Para situaciones especiales (la mayoría en megaproyectos), se recomienda “modificar y adaptar las conexiones precalificadas”, en lugar de proyectar conexiones sin sustento experimental.
- Cualquiera sea el caso, deben preferirse Modelos de Cálculo de Conexiones racionales e intuitivos, en donde el traspaso de carga sea claro y fácilmente predecible por métodos simplificados.
- En diseño de conexiones la AISC 341 es un buen orientador, sin embargo debiera potenciarse la NCh.2369 que se apega a nuestra realidad. Notar que el origen de la AWS D1.8 se funda en problemas de soldaduras de terreno, lo que no obedece a la realidad chilena.

Fabricación: Innovaciones futuras?



Qué podría esperarse a futuro?

- Integración del Diseño Estructural y Detallamiento.
- Diseño automático de conexiones.
- Maqueta de trabajo única, multidisciplinaria.
- Incorporación masiva de la Robótica.
- Innovación en los procesos de soldadura.
- Nuevos materiales, mayores resistencias.
- ??

GRACIAS

