

INSTITUTO CHILENO DEL ACERO



# PERFILES DE ACERO CONFORMADOS EN FRIO

Sergio Córdova Aldana  
Ingeniero Civil UCh.

Noviembre 2018

INSTITUTO CHILENO DEL ACERO



# PERFILES DE ACERO CONFORMADOS EN FRIO

Sergio Córdova Aldana  
Ingeniero Civil UCh.

Noviembre 2018

## **TEMARIO:**

### **Sesión 4**

- Protección galvánica
- Procesos de fabricación
- Tolerancias
- Usos típicos en construcción
- Caso especial: Diseño de pared delgada en estructuras de grandes luces. Justificación normativa internacional y nacional
- Cierre seminario

## PROTECCION Y CORROSION GALVANICA:

- Escala galvánica: material de sacrificio para “proteger”
- Contacto entre materiales diferentes genera corrosión!!

- Aluminio
- Zinc
- Hierro
- Acero dulce
- Acero inoxidable
- Cobre
- Plata
- Oro
- Platino

Metales anódicos



Susceptibilidad  
a la corrosión

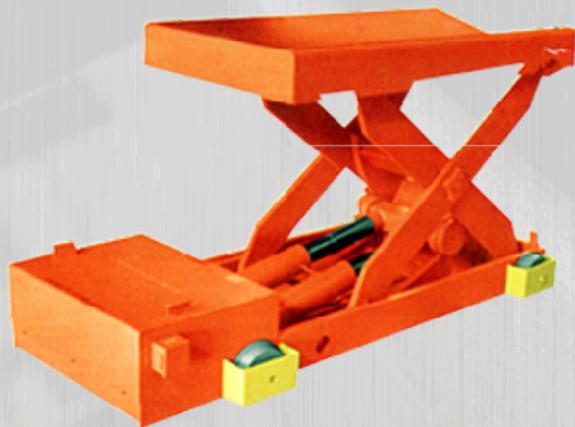
Metales catódicos



## PROCESO DE FABRICACION: MANIPULACION DE BOBINAS

El trabajo con bobinas de acero requiere ciertos equipos para su manipulación:

Coil car: Permite posicionar la bobina en una altura y ubicación determinada



Bajo tonelaje



Alto tonelaje



Incluye “volteador de rollos”

## PROCESO DE FABRICACION: MANIPULACION DE BOBINAS

Desenrollador (uncoiler): Permite “alimentar” el proceso productivo de forma continua. Mantienen la tensión en la lámina mediante un “freno” de reacción y usualmente incluyen una rueda para medición de largo.



Manual



Automático



Múltiple: Alta productividad

## PROCESO DE FABRICACION: DIMENSIONAMIENTO

El dimensionamiento del elemento a partir de una bobina requiere el uso de máquinas de corte en ambos sentidos: corte al largo y corte a lo ancho.

Corte al ancho: Slitter, corte simultáneo de múltiples anchos por cizalle



## **PROCESO DE FABRICACION: PERFILES PLEGADOS**

La geometría se logra en base a dobleces “en frío” mediante un proceso de doblado discreto con radios de curvatura típicamente similares al espesor.

Cada dobles se realiza en un solo paso mediante una “plegadora”, utilizando una plancha de acero previamente dimensionada en largo y ancho (fleje).

Proceso de baja productividad no obstante permite lograr geometrías complejas.

El largo del elemento queda limitado por la fuerza y longitud de la plegadora.

## PROCESO DE FABRICACION: PERFILES PLEGADOS

- Plegadoras portátiles de terreno: Típicamente de 3 m de largo, de operación manual donde la fuerza se hace con la ayuda de un contrapeso, permiten procesar hasta 1.2 mm de espesor y se usan para fabricar hojalaterías.



PLEGADORA MANUAL CON SLITTER



HOJALATERIA

## PROCESO DE FABRICACION: PERFILES PLEGADOS

- Plegadoras industriales: Típicamente de 6 m de largo, procesan hasta 3 mm y se usan para fabricar perfiles especiales (C, L, otros). Algunas permiten CN.

Para trabajo pesado, típicamente de 6 m de largo, procesan hasta 8 mm de espesor y hasta 12 mm en largos de 4 m. Se usan para piezas especiales.



## PROCESO DE FABRICACION: PERFILES CONFORMADOS

- Proceso continuo: Mediante deformaciones progresivas con múltiples rodillos (pasos) se logra la geometría deseada. Roll Former, se alimentan de bobinas y consiste en un proceso industrializado de alta productividad.



**LINEA DE COSTANERAS**



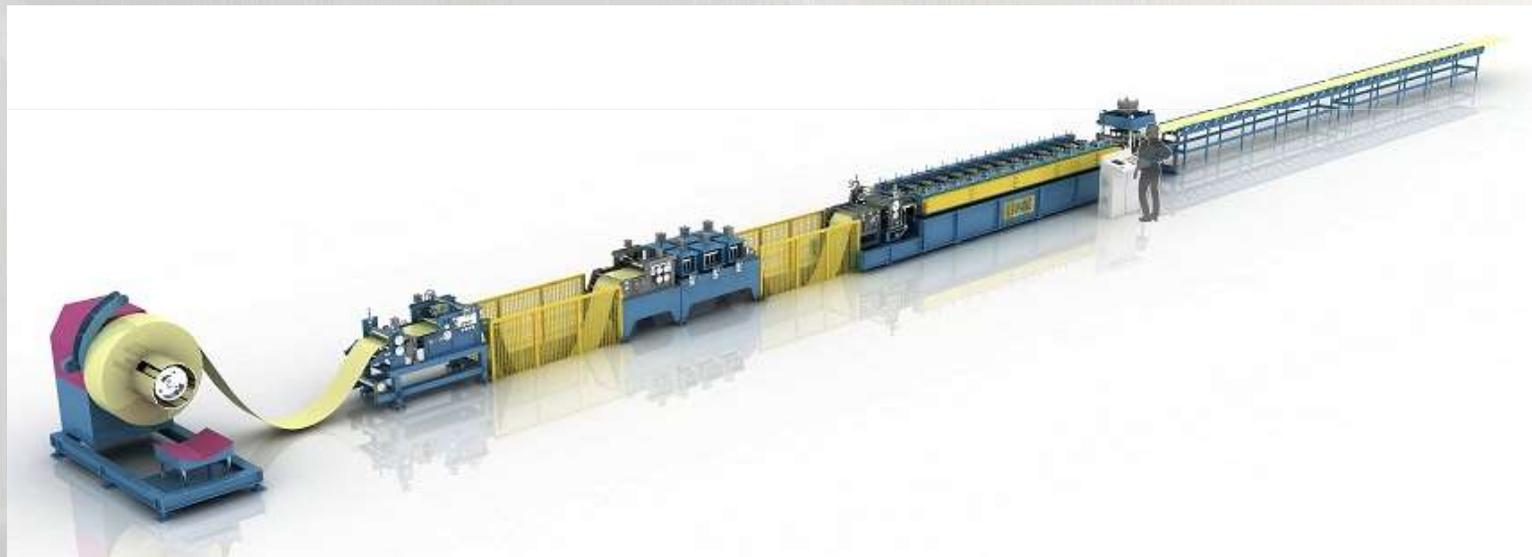
**LINEA DE PLACA COLABORANTE**

## PROCESO DE FABRICACION: PERFILES CONFORMADOS

- La capacidad y robustez de una roll former dependerá del espesor máximo a procesar, la velocidad de operación y la complejidad de la geometría deseada.
- Típicamente permiten procesar espesores estándares “bajos”, hasta 3 mm y algunos productos “a pedido” hasta 6 mm.
- A mayor complejidad geométrica mayor será la cantidad de rodillos (número de de pasos) y el largo de la máquina. Cada paso desangula 15° aproximadamente
- Cambiando los rodillos (utilaje) pueden procesar diferentes tipos de perfiles. Algunas tienen sistemas de “cambio rápido” (rafter) o rodillo por rodillo, lo que reduce o aumenta los tiempos de setup afectando la productividad.

## PROCESO DE FABRICACION: PERFILES CONFORMADOS

- Una línea completa puede incorporar coil car, desenrollador, perforadora, roll former, guillotina (feed to stop o flying), apilador (stacker) y embalaje.
- En Chile se usan típicamente para fabricar cubiertas y revestimientos, canales, costaneras CA, Z hasta 3 mm y en casos muy especiales hasta 6 mm, así como también tubos (Tuberías) soldados con o sin aporte de material.

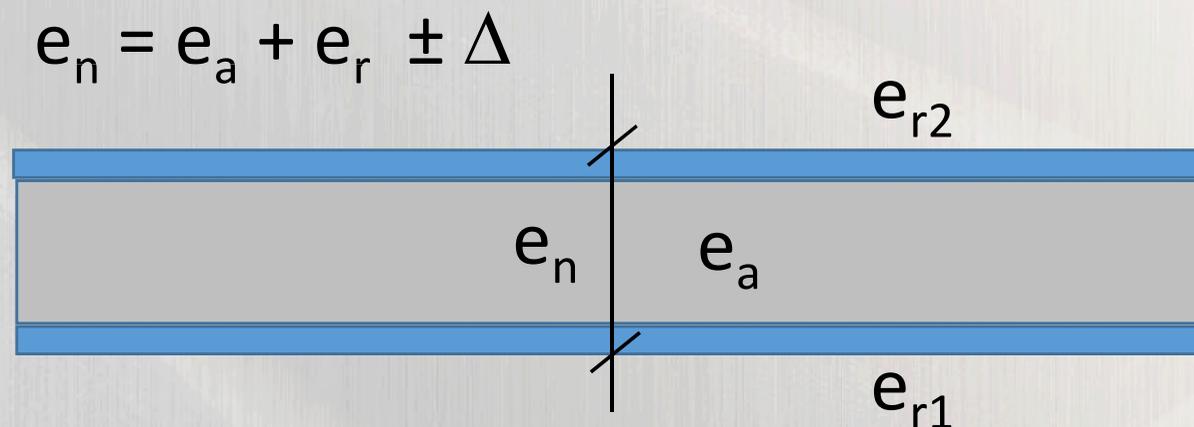


## PROCESO DE FABRICACION: PARA DEBATIR EN CLASE

- Qué geometría es mejor, plegada o en roll former?
- Por qué no se fabrican todos los perfiles plegados en roll former?
- Son todos los aceros plegables?
- Para dimensionar el largo de un producto en roll former, lo cortaría antes (precorte) o después (postcorte) de conformar?
- Qué diferencia genera en la calidad del producto el precorte versus el postcorte estático o en movimiento?? Qué es el spring back?? (efecto humita).
- Si el perfil tiene perforaciones, las haría antes o después de conformar?
- Cómo se fabrica un perfil cerrado en una “máquina tubera”?
- Cómo fabricaría un perfil C de 10 m de largo en 8 mm y 25 mm de espesor?

## TOLERANCIAS

- Las tolerancias geométricas del producto dependen básicamente de su uso y los casos más típicos están normados en la ASTM A6
- Para el caso de Chile se reconoce el uso de la ASTM A6 como complemento a las normas de productos específico
- **Tratamiento de la tolerancia del espesor:**



## TOLERANCIAS

- Espesor acero (ASTM):  $\pm 10\%$  afecta el producto
- Espesor de Diseño (AISI):  $\pm 5\%$  afecta el cálculo

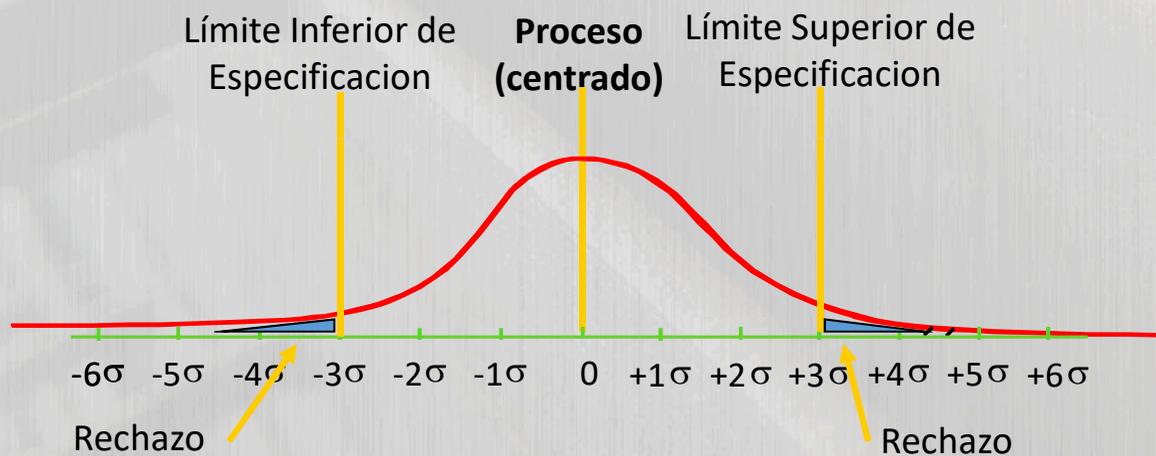
Ambas tolerancias respecto del espesor no se refieren a lo mismo:

- Tolerancia de 10% en la materia prima se refiere a la variabilidad del proceso de laminación. Límites de control
- Desviación de 5% respecto al valor de diseño se refiere a la confiabilidad del modelo de cálculo. Correlación experimental

**¿Cómo compatibilizar ambos conceptos?**

## Fabricación $\pm 10\%$

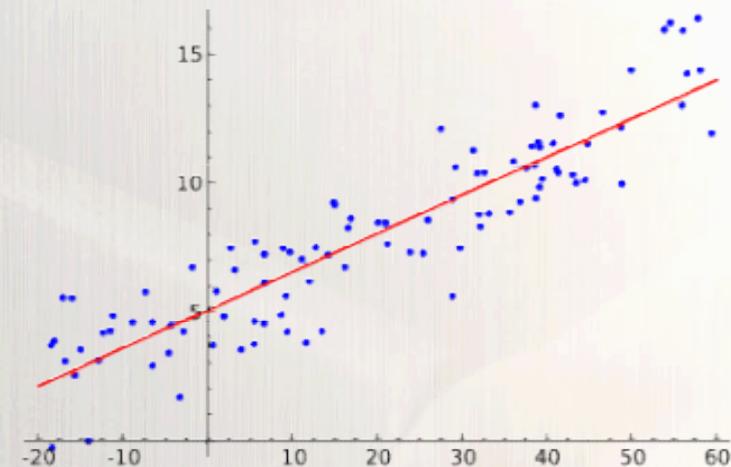
- Tecnología disponible
- Capacidad de procesos: nivel  $\sigma$
- Límites de control
- Control estadístico de procesos



**TOLERANCIA**

## Diseño $-5\%$

- Validez modelo de cálculo
- Ajuste experimental
- Correlación de variables
- Regresiones R



**CONFIABILIDAD**

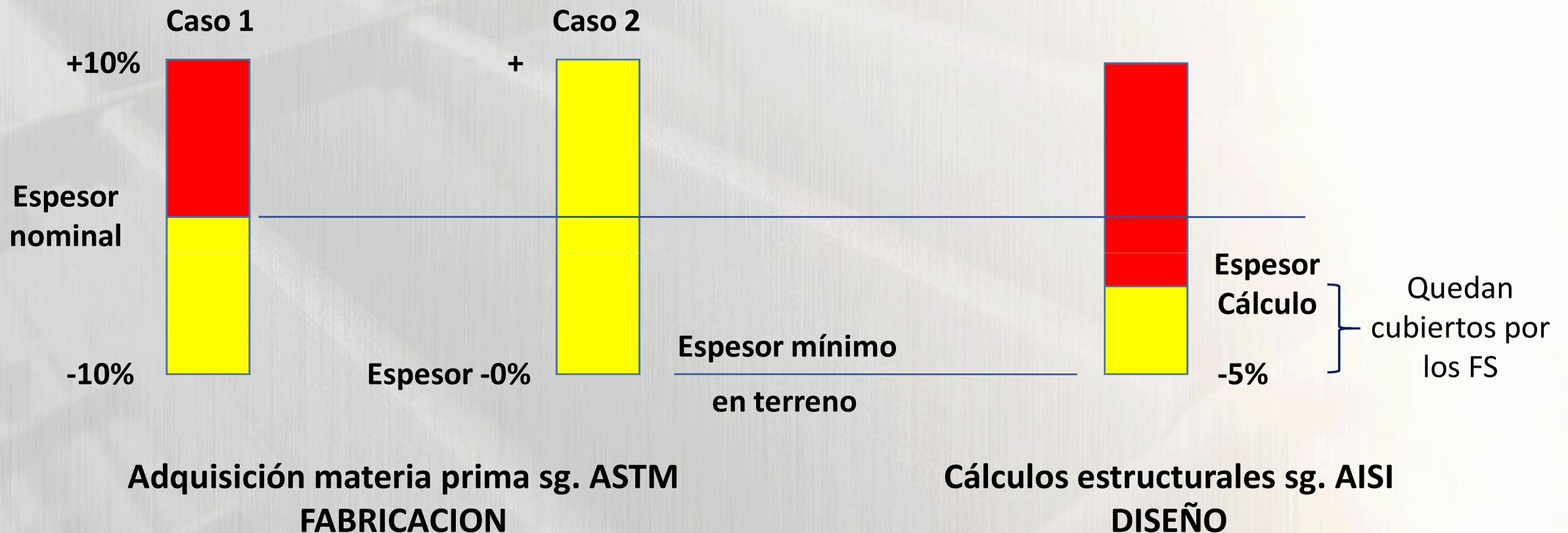
## TOLERANCIAS

Los requerimientos de fabricación ASTM apuntan a la tolerancia del espesor en base a la capacidad de los procesos siderúrgicos, lo que están relacionados con el tipo de mercado al cual se dirige el material y determina los costos de la materia prima: en este caso “productos para la construcción”: rejas, cubiertas, revestimientos, tabiques, barandas, costaneras, perfiles entre otros.

Los requerimientos de diseño AISI apuntan a resguardar el rango de validez de los modelos de cálculo y deben ser utilizados por el Ingeniero para hacerse cargo de las limitaciones del producto que en este caso se aplican a los elementos para uso estructural.

## Consultada la AISI sobre el tema, ratificó lo indicado en el código:

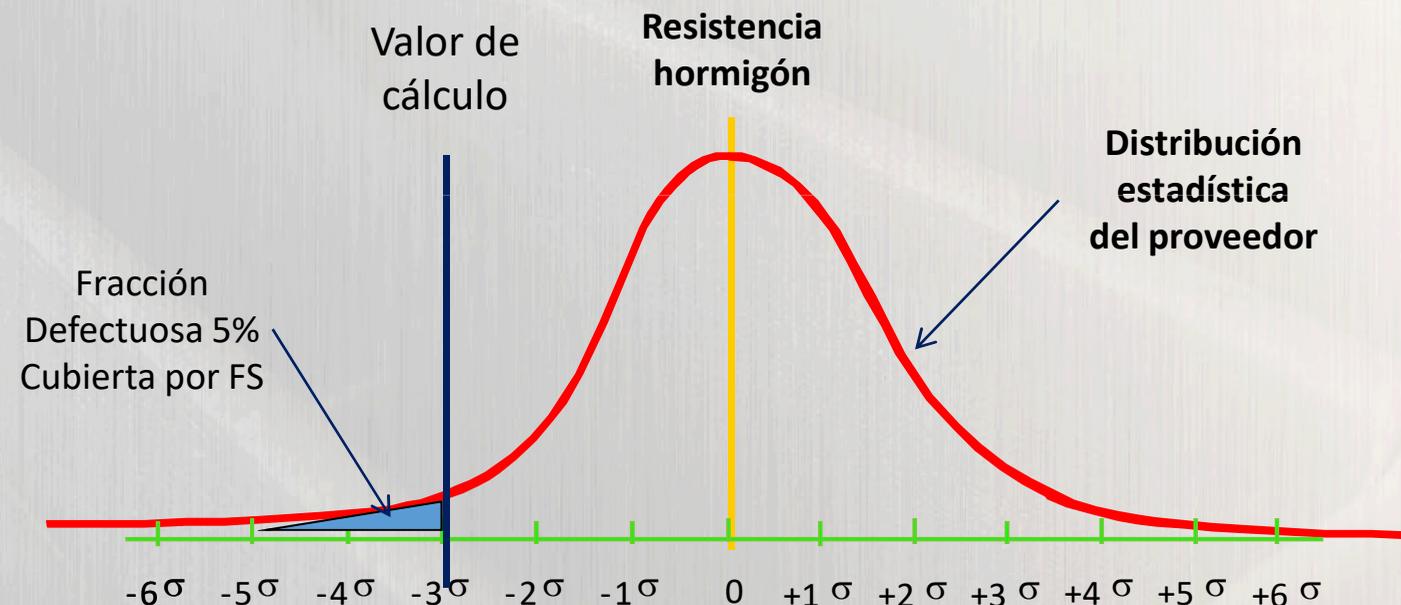
Sheet and strip steels, both coated and uncoated, may be ordered to nominal or minimum *thickness*. If the steel is ordered to minimum *thickness*, all *thickness* tolerances are over (+) and nothing under (-). If the steel is ordered to nominal *thickness*, the *thickness* tolerances are divided equally between over and under. Therefore, in order to provide a similar material *thickness* applicable to both methods of ordering sheet and strip steel, it was decided to require that the delivered *thickness* of a cold-formed product be at least 95 percent of the design *thickness*. Thus, it is apparent that a portion of the *safety factor* or *resistance factor* may be considered to cover minor negative *thickness* tolerances.



## TOLERANCIAS

La solución anterior no es nueva en la Ingeniería pues se aplica también a materiales cuya variabilidad sobrepasa la capacidad de los modelos de cálculo.

El caso más extremo se aprecia en los elementos de hormigón, en que el diseño exige una desviación de 5% bajo el valor de cálculo no obstante el material presenta desviaciones 5 a 7 veces superiores dependiendo del fabricante del hormigón:



## TOLERANCIAS: ESPESORES

ESPEORES DE ACERO RECUBIERTO Y TOLERANCIAS

ESPEOR NOMINAL <sup>(1)</sup>	TOLERANCIAS ESPEOR <sup>(2)</sup>		ESPEOR RECUBRIMIENTO <sup>(3)</sup>		ESPEOR DE CALCULO <sup>(4)</sup>
	ASTM A924M	NCh 222	ASTM A653-G90	ASTM 792 AZ50	
e	$\Delta e$		$e_R$		$e_a$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
0.30	0.08	0.04	0.0389	0.0406	0.22
0.35	0.08	0.04	0.0389	0.0406	0.27
0.40	0.08	0.04	0.0389	0.0406	0.32
0.50	0.10	0.05	0.0389	0.0406	0.41
0.60	0.10	0.05	0.0389	0.0406	0.51
0.80	0.10	0.05	0.0389	0.0406	0.71
1.00	0.10	0.05	0.0389	0.0406	0.91
1.20	0.13	0.07	0.0389	0.0406	1.09
1.50	0.13	0.07	0.0389	0.0406	1.39

(1): Espesor nominal total que incluye el acero base y el recubrimiento de protección.

(2): Tolerancias normativas para el espesor nominal. La norma chilena adopta el 50% del valor estipulado en la ASTM.

(3): Espesor del recubrimiento de protección, incluyendo ambas caras:

ASTM A653-G90: Recubrimiento galvanizado de 0.9 oz/ft<sup>2</sup> (sist. imperial) ó Z275 g/m<sup>2</sup> (sist. métrico)

Equivalencia de espesores de recubrimiento: Considerar 0.9 oz/ft<sup>2</sup> ~ 1.53 mils ~ 0.0389 mm

ASTM A792-AZ50: Recubrimiento de zinc y aluminio de 0.5 oz/ft<sup>2</sup> (sist. imperial) ó AZM150 g/m<sup>2</sup> (sist. métrico)

Equivalencia de espesores de recubrimiento: Considerar 0.5 oz/ft<sup>2</sup> ~ 1.60 mils ~ 0.0406 mm

(4): Espesor nominal del acero base, recomendado para cálculos estructurales  $e_a = e - \Delta e - e_R$

En Chile la solución propuesta es compatible con las tolerancias de compra de materias primas, dado que se utiliza la mitad de la tolerancia ASTM, reconociendo que los procesos de laminación han mejorado su desempeño.

Por ende, el Calculista debe descontar el espesor del recubrimiento y la mitad de la tolerancia de la materia prima para obtener el espesor a considerar en el diseño.

## USOS ESTRUCTURALES: NAVES LIVIANAS



**MARCOS RETICULADOS**



**STEEL JOIST (Costaneras)**



**PERFILES SECCION VARIABLE**



**PERFILES ALBEOLARES**



**TUBES – M y SIMILARES**

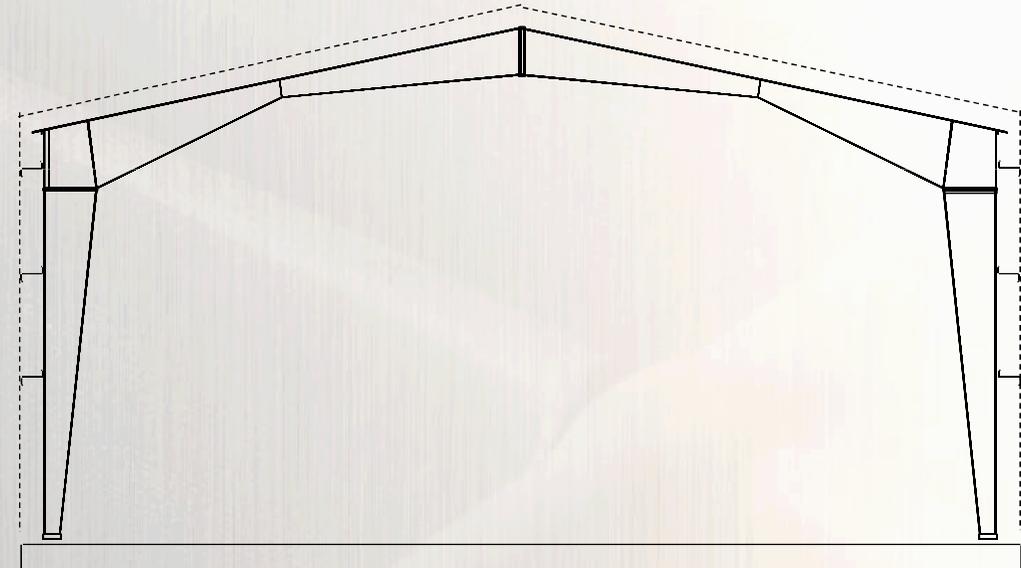
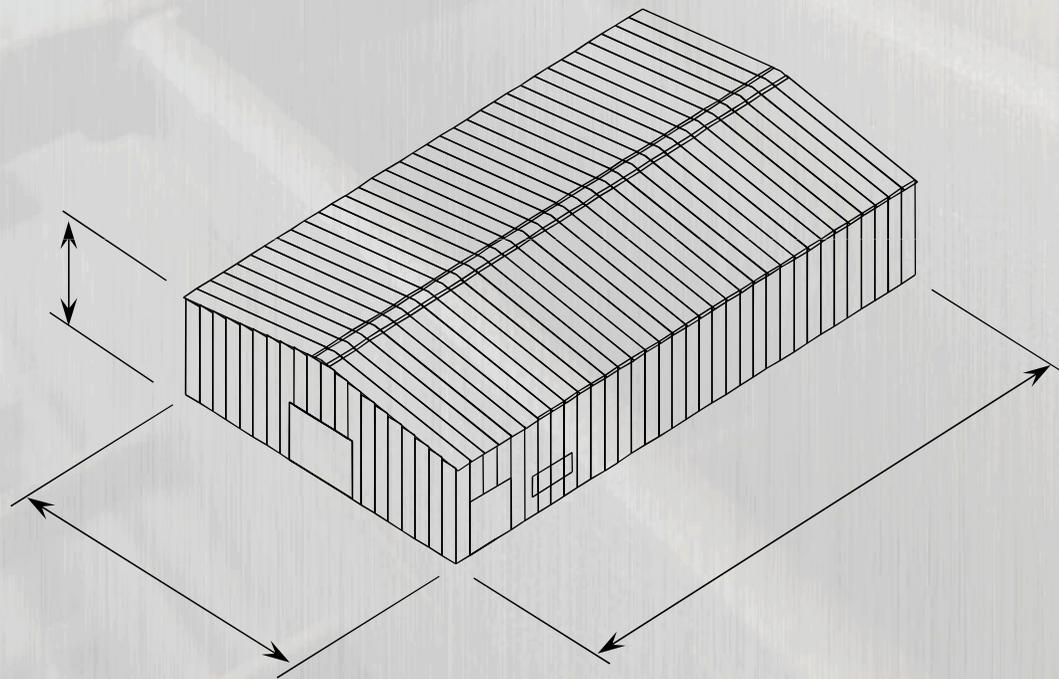


**PERFIL CURVO DE ALMA LLENA**

## CASO ESPECIAL: PRE-ENGINEERED BUILDINGS

Tipología estructural estandarizada (EEUU) para naves de acero livianas de grandes luces. Proveedores Butler, Varco Pruden, American Building, Steel Building,...etc.

Consiste en un sistema estructural donde los elementos secundarios colaboran para evitar las inestabilidades globales de los elementos principales.



## CASO ESPECIAL: PRE-ENGINEERED BUILDINGS

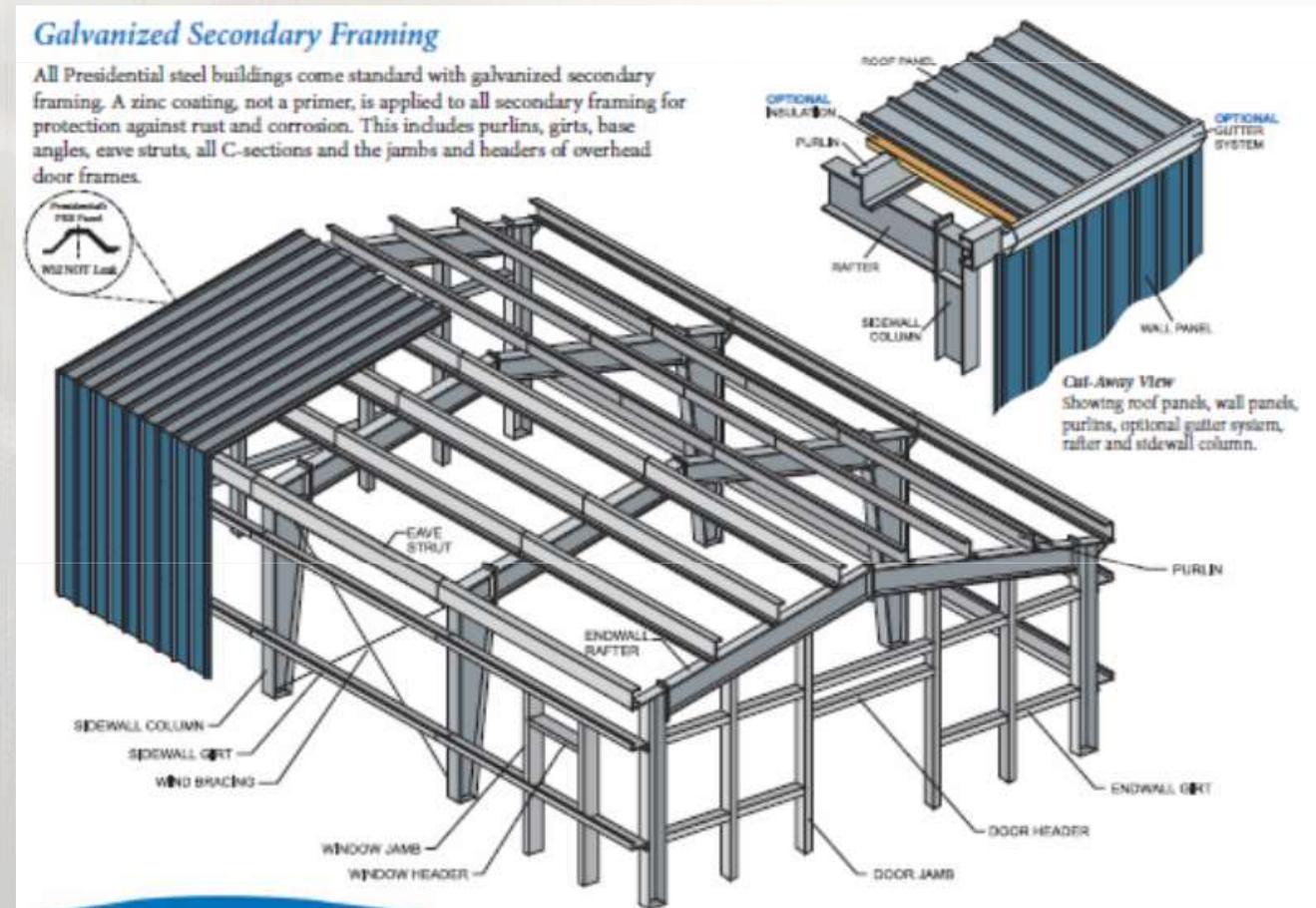
Descripción de los atributos más relevantes:

- Perfiles esbeltos, soldados de alma llena y sección variable
- Aceros de alta resistencia: Grados 50, 60, 65 y superiores
- Conexiones empernadas del tipo “end-plate” (no precalificadas)
- Costaneras Z traslapadas en los apoyos
- Uso de la estructura secundaria para evitar volcamiento de la estructura principal
- Uso de las cubiertas y revestimientos como arriostramientos y colgadores.
- Gran permisividad de deformaciones sísmicas y por viento.
- Suministro estandarizado, incluye estructura, revestimientos y terminaciones.
- El diseño estándar EEUU no admite modificaciones posteriores
- Estándares de calidad y tolerancias según MBMA
- Diseño AISI

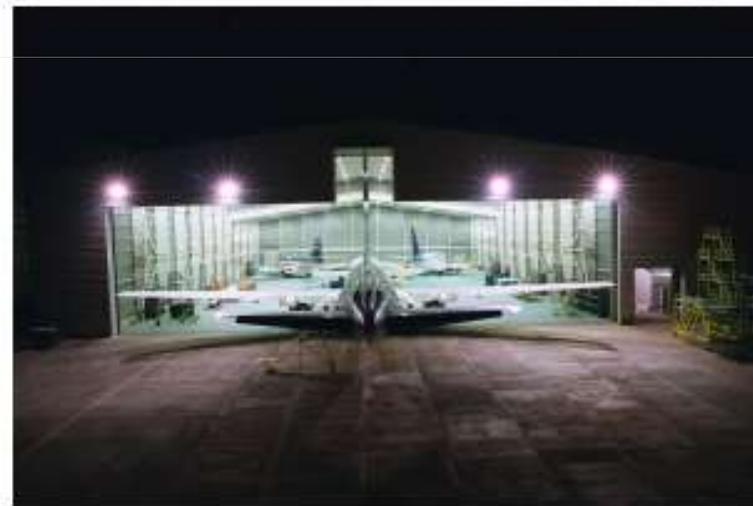
## CASO ESPECIAL: PRE-ENGINEERED BUILDINGS

Se permiten en Chile??

- El sistema 100% original no satisface la normas y prácticas chilenas
- La solución es conceptualmente muy sólida y eficiente, pero necesita una **homologación experta** para su uso en Chile. Ciertos criterios deben modificarse para cumplir las NCh
- En Chile hay estructuras de este tipo y han tenido excelente desempeño en los grandes eventos sísmicos utilizando la NCh2369 capítulo 11 de Naves Livianas y los conceptos básicos de Pre-Engineered Buildings



## CASO ESPECIAL: PRE-ENGINEERED BUILDINGS



## CASO ESPECIAL: PRE-ENGINEERED BUILDINGS



## CASO ESPECIAL: PRE-ENGINEERED BUILDINGS



## CASO ESPECIAL: PRE-ENGINEERED BUILDINGS





**... PALABRAS AL CIERRE ...**

Contacto: Sergio Córdova A.  
[scordova@leanside.cl](mailto:scordova@leanside.cl)

# TEMARIO:

## Sesión 2

- Antecedentes normativos
- Materiales
- Espesores
- Recubrimientos
- Tipos de productos

## DEFINICION: PRODUCTOS DE ACERO CONFORMADOS EN FRIO

- Productos: Diferentes geometrías comerciales y/o especiales
- Material: Acero negro o recubierto
- Proceso de fabricación: Conformado en frío
- Característica: Elementos de pared delgada (bajo espesor)
- Nombre internacional: **Cold-formed steel** (CFS)

## ANTECEDENTES NORMATIVOS

<b>Tema</b>	<b>Norma asociada</b>
Diseño estático:	NCh427-2 Construcción - Estructuras de acero – Parte 2: Diseño de miembros estructurales de acero conformados en frío En consulta pública
Diseño sísmico:	Pendiente
Perfiles abiertos:	NCh3576:2018 Acero - Perfil abierto estructural de acero al carbono conformado en frío
Perfiles cerrados:	NCh3518:2017 Acero - Tubular estructural de acero al carbono conformado en frío soldado con una costura – Requisitos
Perfiles galvanizados:	NCh3378 en elaboración
Aceros:	NCh203:2006 Acero para uso estructural – Requisitos NCh222 en actualización

## MATERIAL: ACERO

“Pared delgada”

vs.

“Pared gruesa”

0.3-0.4-0.5-0.6-0.8-1.0-1.2-1.5-2-3-4-6-8-10-12-16-18-22-25-32-50-75-100-120...



- Pandeo local “permitido”
- Secciones esbeltas
- Propiedades efectivas
- Elementos atiesados
- Fabricación por plegado

- Pandeo global
- Secciones compactas (semi)
- Propiedades brutas
- Elementos planos
- Soldados ó laminados caliente

**Diseño AISI**



**Diseño AISC**



## MATERIAL: ACERO

- Acero de “bajo espesor” en diferentes formatos
- Espesores (típ): 0.3 / 0.4 / 0.5 / 0.6 / 0.8 / 1.0 / 1.2 / 1.5 ... / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 mm
- Formato: Bobinas (rollos) de anchos estándares y “a pedido”. Ej. 4' = 1220 mm
- Peso bobinas entre valor mínimo y máximo transportable: Ej. 5 ton a 25 ton



Embalaje



Manipulación



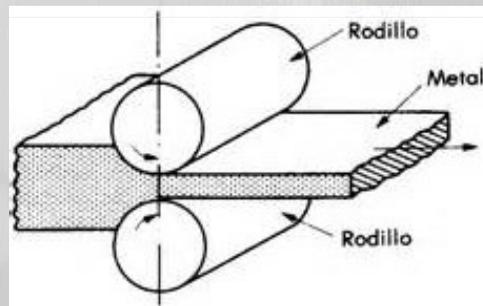
Almacenaje: Stock

## **MATERIAL: ACERO**

- Acero Calidad Comercial (hojalata): No interesa cifra de resistencia mecánica sino composición química o alguna propiedad especial (Ej. alta deformación).
- Acero Calidad Estructural (lámina): Cifra mecánica garantizada, fluencia, rotura, % elongación, composición química y tratamientos térmicos.
- Por su bajo espesor requiere un recubrimiento metálico estándar aplicado en continuo para evitar la oxidación (rara vez se suministra “acero negro” salvo que sea para aplicar un recubrimiento especial en un proceso posterior).
- Ejemplo calidad estructural:
  - ASTM A792: Protección Zincalum, Grado estructural 33 ksi hasta 80 ksi
  - ASTM A653: Protección Galvanizado, Grado estructural 33 ksi hasta 80 ksi

## MATERIAL: ACERO

- A partir de un “desbaste plano” (plancha gruesa obtenida por laminación en caliente ) se aplica un proceso de “laminación en frío” alternado con “tratamientos térmicos”.
- Laminación en frío: Proceso continuo de reducción de espesor a partir de un “desbaste plano” mediante alta presión por rodillos sucesivos, combinado con tensión longitudinal y un proceso de enfriamiento (bajo  $T^{\circ}$  cristalización).



Proceso de laminación



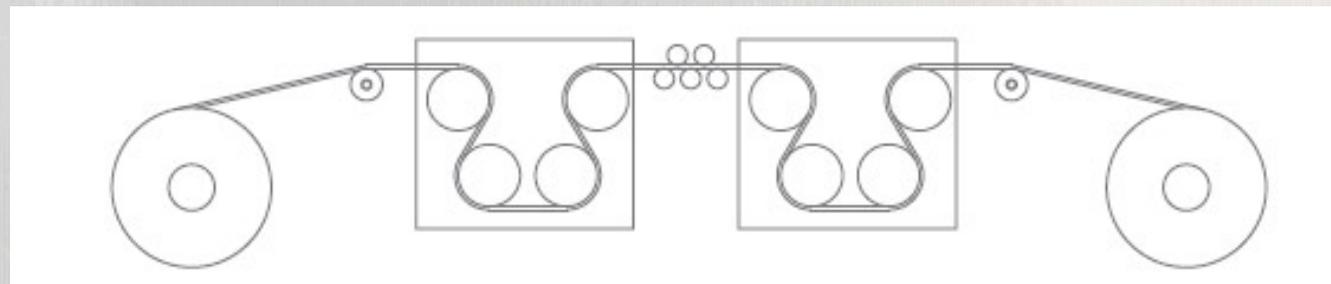
Caja de laminación



Línea de laminación en frío

## MATERIAL: ACERO

- El proceso deforma la estructura interna del acero (grano esférico) alargando los “granos” en una dirección a medida que se reduce el espesor. Ello genera un endurecimiento del material hasta que la laminación deja de ser efectiva.
- Tratamiento térmico (recocido): Mediante la aplicación de calor la estructura interna vuelve a ser esférica, recupera su ductilidad y puede volver a laminarse.
- El proceso se repite hasta el espesor requerido y se termina con un tratamiento térmico y un proceso de alivio de tensiones mediante el estiramiento de 1% a 2% para lograr total planitud superficial (tenso-nivelado a pedido).

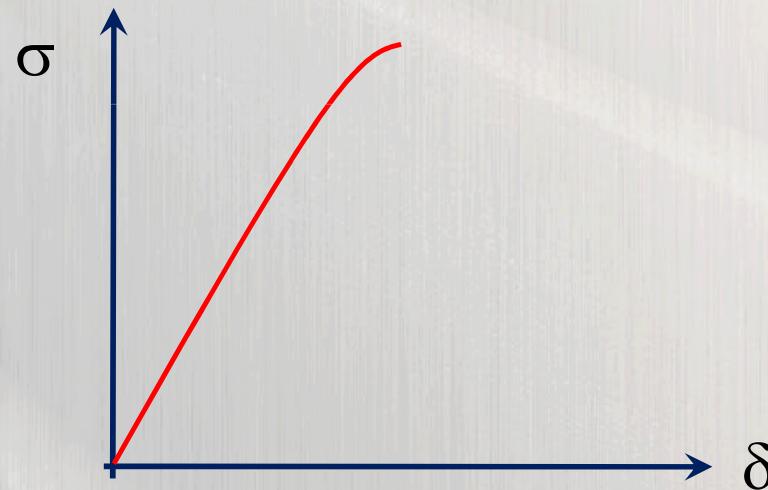


## MATERIAL: ACERO

- Caso especial: Si no se realiza el último tratamiento térmico se obtiene un acero denominado comercialmente como Full Hard.

Tiene un límite de fluencia muy alto ( $\sim 80$  ksi), que se acerca al límite de rotura pero carece de rango plástico.

Pregunta: Qué pasa si se pliega en ángulos??

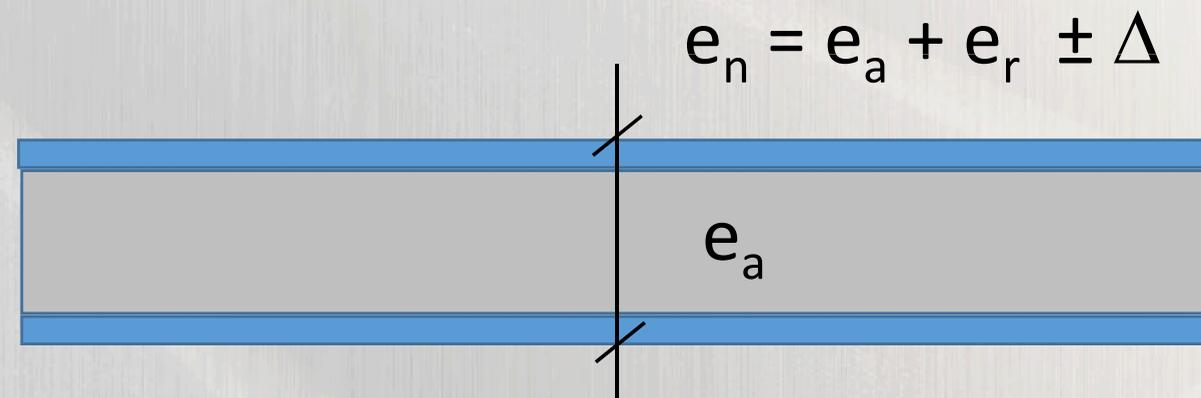


## RECUBRIMIENTOS: ESPESORES

- El recubrimiento es esencial para la protección del acero en bajo espesor para evitar los efectos de la corrosión.
- Recubrimientos aplicados en procesos continuos: Coil coating
  - Metálicos: Zincalum, galvanizado, cromado,...aportan protección
  - Orgánicos: Pinturas aportan protección y estética
- Típicos para uso estructural: Protección es parte del material
  - ASTM A792: Protección Zincalum, aleación de zinc con aluminio (Az50)
  - ASTM A653: Protección Galvanizado, en base a zinc (G40, G60, G90)
  - Típicamente se encuentran hasta 2 mm de espesor
  - Sobre 2 mm se encuentra en acero negro para ser protegido por procesos posteriores, continuos o discontinuos, metálicos u orgánicos.

## RECUBRIMIENTOS: ESPESORES

- En pared delgada los espesores de recubrimiento son bajos, por ende se miden por una densidad superficial, oz/ft<sup>2</sup>, que se puede homologar a un “espesor equivalente”
- **WARNING:** El espesor nominal incluye el recubrimiento





# RECUBRIMIENTOS: ESPESORES

## ASTM A792

Minimum Requirements		
	Triple-Spot Test	Single-Spot Test
Inch-Pound Units		
Coating Designation	Total Both Sides, oz/ft <sup>2</sup>	Total Both Sides, oz/ft <sup>2</sup>
AZ30	0.30	0.26
AZ35	0.35	0.30
AZ40	0.40	0.35
AZ50	0.50	0.43
AZ55	0.55	0.50
AZ60	0.60	0.52
AZ70	0.70	0.60

Minimum Requirements		
	Triple-Spot Test	Single-Spot Test
SI Units		
Coating Designation	Total Both Sides, g/m <sup>2</sup>	Total Both Sides, g/m <sup>2</sup>
AZM100	100	85
AZM110	110	95
AZM120	120	105
AZM150	150	130
AZM165	165	150
AZM180	180	155
AZM210	210	180

## ASTM A653

		Minimum Requirement <sup>D</sup>		
		Triple-Spot Test	Single-Spot Test	
Inch-Pound Units				
Type	Coating Designation	Total Both Sides, oz/ft <sup>2</sup>	One Side, oz/ft <sup>2</sup>	Total Both Sides, oz/ft <sup>2</sup>
Zinc	G01	no minimum	no minimum	no minimum
	G30	0.30	0.10	0.25
	G40	0.40	0.12	0.30
	G60	0.60	0.20	0.50
	G90	0.90	0.32	0.80
	G100	1.00	0.36	0.90
	G115	1.15	0.40	1.00
	G140	1.40	0.48	1.20
	G165	1.65	0.56	1.40
	G185	1.85	0.64	1.60
	G210	2.10	0.72	1.80
	G235	2.35	0.80	2.00
	G300	3.00	1.04	2.60
	G360	3.60	1.28	3.20
Zinc-iron alloy	A01	no minimum	no minimum	no minimum
	A25	0.25	0.08	0.20
	A40	0.40	0.12	0.30
	A60	0.60	0.20	0.50

## RECUBRIMIENTOS: ESPESORES

ESPEORES DE ACERO RECUBIERTO Y TOLERANCIAS

ESPEOR NOMINAL <sup>(1)</sup>	TOLERANCIAS ESPEOR <sup>(2)</sup>		ESPEOR RECUBRIMIENTO <sup>(3)</sup>		ESPEOR DE CALCULO <sup>(4)</sup>
	ASTM A924M	NCh 222	ASTM A653-G90	ASTM 792 AZ50	
e	$\Delta e$		$e_R$		$e_a$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
0.30	0.08	0.04	0.0389	0.0406	0.22
0.35	0.08	0.04	0.0389	0.0406	0.27
0.40	0.08	0.04	0.0389	0.0406	0.32
0.50	0.10	0.05	0.0389	0.0406	0.41
0.60	0.10	0.05	0.0389	0.0406	0.51
0.80	0.10	0.05	0.0389	0.0406	0.71
1.00	0.10	0.05	0.0389	0.0406	0.91
1.20	0.13	0.07	0.0389	0.0406	1.09
1.50	0.13	0.07	0.0389	0.0406	1.39

(1): Espesor nominal total que incluye el acero base y el recubrimiento de protección.

(2): Tolerancias normativas para el espesor nominal. La norma chilena adopta el 50% del valor estipulado en la ASTM.

(3): Espesor del recubrimiento de protección, incluyendo ambas caras:

ASTM A653-G90: Recubrimiento galvanizado de 0.9 oz/ft<sup>2</sup> (sist. imperial) ó 2275 g/m<sup>2</sup> (sist. métrico)

Equivalencia de espesores de recubrimiento: Considerar 0.9 oz/ft<sup>2</sup> ~ 1.53 mils ~ 0.0389 mm

ASTM A792-AZ50: Recubrimiento de zinc y aluminio de 0.5 oz/ft<sup>2</sup> (sist. imperial) ó AZM150 g/m<sup>2</sup> (sist. métrico)

Equivalencia de espesores de recubrimiento: Considerar 0.5 oz/ft<sup>2</sup> ~ 1.60 mils ~ 0.0406 mm

(4): Espesor nominal del acero base, recomendado para cálculos estructurales  $e_a = e - \Delta e - e_R$

## RECUBRIMIENTOS: ESPESORES

Tolerancias:

- Acero (materia prima):  $\pm 10\%$  afecta el producto
- Diseño AISI:  $\pm 5\%$  afecta el cálculo

Para reflexionar:

¿Ambas tolerancias se refieren a lo mismo?

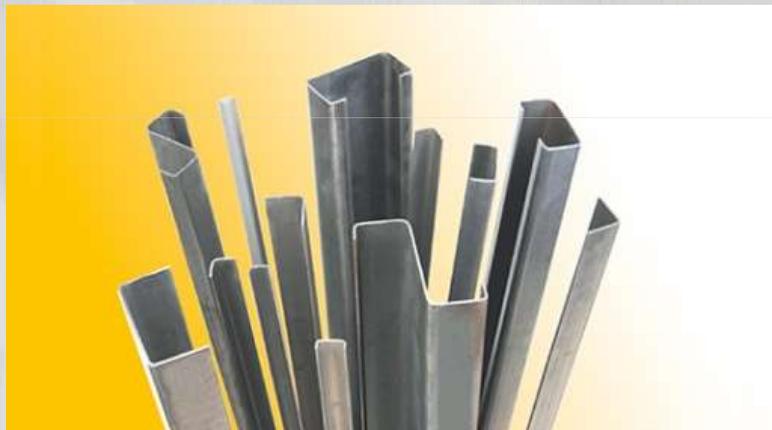
¿Cómo resolver la discrepancia?

- Comprar aceros con espesores mayores, especiales??
- Realizar los cálculos descontando la tolerancia o un % de ella??

## TIPOS DE PRODUCTOS DE ACERO CONFORMADOS EN FRIO

- El tipo de producto depende del tipo de proceso de fabricación
- Plegar ~ Doblado discreto
- Conformar ~ Plegar en continuo
- Productos de pared delgada:
  - Cubiertas y revestimientos
  - Placas colaborantes (steel deck)
  - Hojalatería
  - Costaneras
  - Perfiles livianos recubiertos, carpintería metálica (Ej. Metalcon)
  - Perfiles cerrados (tubos) y abiertos
  - Perfiles soldados esbeltos!!! Se pueden usar??

## TIPOS DE PRODUCTOS DE ACERO CONFORMADOS EN FRIO



Perfiles livianos cerrados y abiertos



Perfiles estructurales



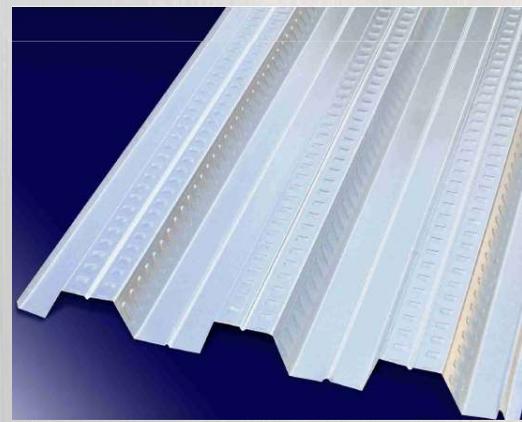
Cubiertas y revestimientos



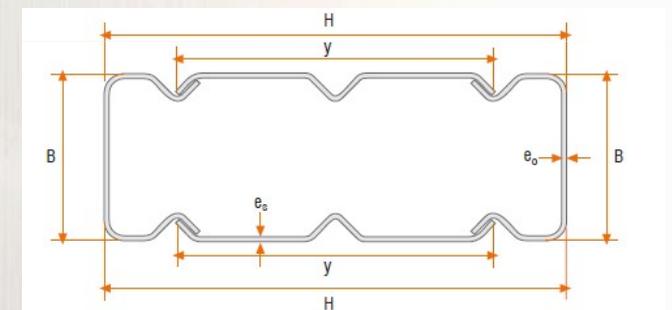
Hojalatería



Perfiles especiales



Placa colaborante



Perfiles "propietarios"  
(Tubest, M, otros)