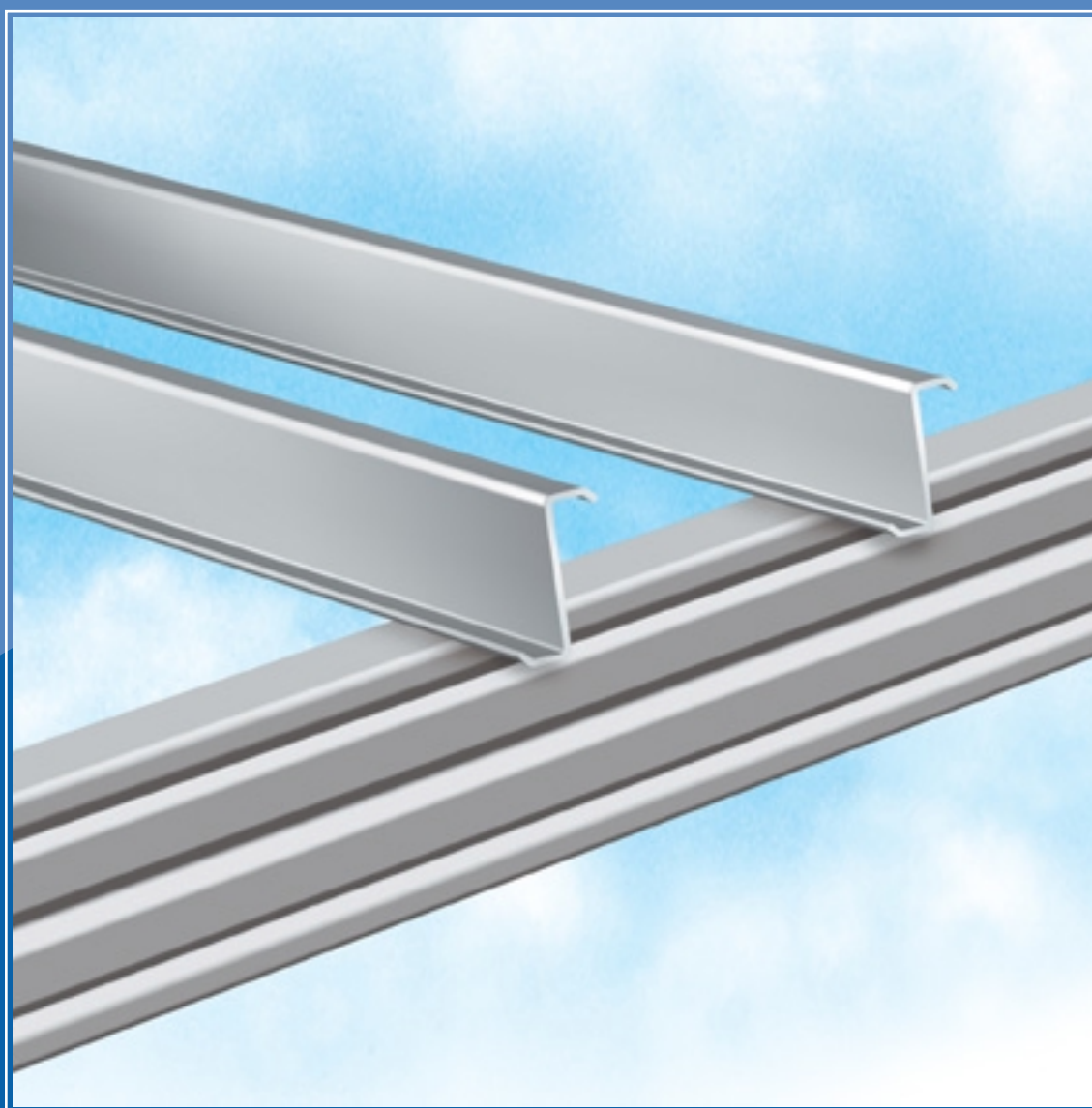


MANUAL DE DISEÑO ESTRUCTURAL

Perfil Z-Tubest



CINTAC[®]
simplificamos tu mundo

PERFIL Z-TUBEST

PERFILES ESTRUCTURALES PARA COSTANERAS DE TECHOS Y CIERROS LATERALES

La información contenida en este manual fue desarrollada por las oficinas de Ingeniería: RCP Ingeniería Estructural, bajo la dirección del Ingeniero Civil Rodrigo Concha P. Bascuñan, Maccioni e Ingenieros Asociados, bajo la dirección del Ingeniero Civil Alberto Maccioni Q.

CINTAC S.A. ha preparado cuidadosamente la información Técnica que se brinda en este manual, pero no asume ninguna responsabilidad que pueda derivarse de su incorrecta aplicación.

CINTAC S.A. se reserva el derecho de cambiar las dimensiones y/o discontinuar sus productos.

Todos los catálogos se encuentran actualizados en www.cintac.cl

PERFIL Z-TUBEST

CINTAC S.A., la experiencia de un líder.

CINTAC S.A. es la empresa más importante del mercado de productos de acero conformados en frío de Chile, principalmente en tubos estructurales, perfiles abiertos y cañerías.

CINTAC es también la empresa líder en innovación tecnológica del mercado, lo que se aprecia mediante el permanente lanzamiento de nuevos productos y el establecimiento de los estándares de calidad para los nuevos perfiles que requiere la construcción y la industria de nuestro país.

Presentamos ahora un nuevo sistema de costaneras de techo y cierro lateral, basado en el uso del **Perfil Z-TuBest**, el cual satisface la necesidad de cubrir distancias entre pórticos mayores a 6 metros.

Se incorpora el concepto de viga continua, lo cual se logra mediante una cualidad del **Perfil Z-TuBest**, que es la de ser anidable, esto permite traslapar los perfiles en los puntos de apoyo, aumentando de esta forma la capacidad resistente en este punto.

Además permite el uso de parejas de perfiles de distinto espesor, mayor en los tramos extremos y menor en todos los tramos interiores.

Esta Serie de perfiles presenta grandes ventajas y ahorros importantes en relación a los diseños tradicionales. El almacenamiento y transporte de estos Perfiles se logra fácilmente por su condición de anidabilidad, lo que facilita un óptimo aprovechamiento del espacio y un fácil apilamiento.

El **Perfil Z-TuBest**, es un complemento del Sistema Constructivo **TuBest** lo que permite contar con una solución de estructuración de naves industriales y comerciales muy eficiente y económica. También puede ser utilizado como solución de costaneras en otro tipo de estructuración de naves.

INDICE

Ficha técnica perfil Z-TuBest®	1
Especificaciones técnicas, perfil Z-TuBest®	2
Serie de perfiles Z-TuBest®	3
Tablas para cálculo y diseño estructural	4
Propiedades geométricas para el diseño, perfiles Z-TuBest®	
Capacidades admisibles perfiles Z-TuBest®	5
Cargas axiales admisibles	
Momentos admisibles	
Tablas de selección rápida para diseño	6
Detalles de encuentro	7
Esquema de traslapo	
Detalles típicos	
Ejemplo de diseño	8
Anexo	9

Perfil Z-Tubest

FICHA TECNICA PERFILES Z-TUBEST

La Serie de Perfiles **Z-TuBest** posee las características y especificaciones que se detallan a continuación:

ACERO	: A42-27 ES. Tensión de Fluencia 2700 Kgf/cm ² Tensión de Ruptura 4200 Kgf/cm ² Alargamiento 20 %
DISEÑO	: Según Manual AISI: " SPECIFICATION FOR THE DESIGN OF COLD FORMED STEEL STRUCTURAL MEMBERS" , Edición 1996.
PERFIL Z	
Espesor	: 1,6*-2-2,5-3 mm.
Largo	: Ref. capítulo 6.
Tolerancia en el largo	: -0,+15 mm.

(*) Galvanizado G60. Acero ASTM A653 $F_y \geq 2700 \text{ Kgf/cm}^2$

Perfil Z-Tubest

Para el dimensionamiento de costaneras **Z-TuBest** se utilizan las especificaciones del American Iron and Steel Institute (AISI) "Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members" en su última versión de 1996, y que corresponde a la parte 5 del "Cold Formed Steel Design Manual". En este documento se han incorporado también algunas modificaciones y complementos contenidos en el Suplemento No1 de la especificación, publicado por el AISI en 1999.

El AISI ha incorporado en sus especificaciones tanto el método tradicional de diseño conocido como "Diseño por Tensiones Admisibles" (Allowable Stress Design, ASD), o bien el nuevo método conocido como "Diseño por Factores de Carga y Resistencia" (Load and Resistance Factor Design, LRFD). En este caso se ha considerado usar el método ASD, ya que en la actualidad continúa siendo el método más utilizado.

Las costaneras son piezas sometidas fundamentalmente a flexión, y como sabemos, en estas circunstancias una pieza puede alcanzar su falla ya sea por que se produjo pandeo lateral (o volcamiento), o bien la pieza estaba impedida al vuelco o arriostrada, y por tanto se alcanza el límite de su resistencia mecánica. En un diseño tradicional elástico, el criterio utilizado para el límite de resistencia de la pieza corresponde al inicio de fluencia, que será el criterio utilizado en este caso, sin embargo, se puede mencionar que el AISI entrega un criterio alternativo basado en la reserva inelástica de capacidad de la sección.

Como las secciones son de espesores reducidos, en algunos casos, dependiendo de las relaciones ancho espesor y los esfuerzos solicitantes, la sección debe ser reducida a sus propiedades efectivas según se indica más adelante.

A continuación se entregan las especificaciones de diseño de las costaneras **Z-TuBest** de acuerdo a la Especificación AISI en su última versión.

VIGAS ARRIOSTRADAS

Si la pieza está arriostrada, el momento nominal corresponde a:

$$M_n = S_e F_y$$

En que:

F_y = Tensión de fluencia del acero, 2.700 kgf/cm²

S_e = Módulo elástico efectivo de la sección calculado con la fibra extrema en compresión o tracción a una tensión igual a F_y .

El factor de seguridad que se aplica al momento nominal, corresponde en este caso a $\Omega_b=1,67$

VIGAS NO ARRIOSTRADAS

Si la pieza está afecta a pandeo lateral, el momento nominal corresponde a:

$$M_n = S_c M_C / S_f \quad \text{con} \quad \Omega_b=1,67$$

Donde:

S_c = Módulo elástico de la sección total calculada para una tensión de M_C/S_f en la fibra extrema comprimida.

S_f = Módulo elástico de la sección total calculada para la fibra extrema en compresión.

M_C = Momento crítico que se determina de la siguiente forma:

Para $M_e \geq 2,78M_y$

$$M_C = M_y$$

Para $2,78M_y > M_e > 0,56M_y$

$$M_C = \frac{10}{9} M_y (1 - 10M_y/36M_e)$$

Para $M_e \leq 0,56M_y$

$$M_C = M_e$$

ESPECIFICACIONES TECNICAS | Z-TUBEST

$$M_y = S_f F_y$$

M_e = Momento elástico crítico, que para el perfil **Z-TuBest** tiene el siguiente valor:

$$M_e = \frac{(\pi^2 E C_b d I_{yc})}{2L^2}$$

d = Altura del perfil **Z-TuBest**

E = Módulo de elasticidad

L = Longitud no arriostrada del elemento

I_{yc} = Momento de inercia de la porción en compresión de la sección, calculado en torno al eje paralelo al alma y considerando la sección total no reducida.

C_b = Coeficiente que se debe determinar a partir de la forma del diagrama de momento en el tramo no arriostrado en consideración.

$$C_b = \frac{12,5 M_{\max}}{2,5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}$$

M_{\max} = Valor absoluto del momento máximo en el tramo.

M_A = Valor absoluto del momento a un cuarto de la longitud del tramo.

M_B = Valor absoluto del momento al centro de la longitud del tramo.

M_C = Valor absoluto del momento a tres cuartos de la longitud del tramo.

CALCULO DEL MODULO ELASTICO EFECTIVO

Las secciones **Z-TuBest** se forman a partir de tres tipos de elementos, que son el alma, las alas y los atiesadores de alas o atiesadores de borde.

Los elementos o partes de una sección cuando son sometidos a compresión podrán sufrir un pandeo de placa para ciertas relaciones de esbeltez o ancho-espesor. El criterio adoptado por el AISI es eliminar de la sección total aquellas porciones que pueden presentar un pandeo de placa, transformándose en una sección efectiva.

Las almas son elementos atiesados, ya que las alas y sus atiesadores de borde entregan una rigidez adecuada a este elemento en sus extremos. Cuando la pieza se somete a flexión, el alma presenta un gradiente de tensiones con una zona en compresión y otra en tracción. Si el alma es muy esbelta podrá ser necesario reducir su sección eliminando una porción en compresión afecta a pandeo, por lo que la posición del eje neutro de la pieza no es conocido y para su determinación se requerirá realizar tanteos sucesivos.

Las alas son elementos no totalmente atiesados, ya que el atiesador de borde no tiene la rigidez suficiente para empotrar el ala. Como el espesor de las alas es reducido en relación a su altura, la distribución de tensiones en éstas producto de la flexión se puede suponer uniforme, existiendo un ala uniformemente traccionada y otra uniformemente comprimida. El ala comprimida queda sujeta a reducción por esbeltez, sin embargo, la porción afecta a pandeo se determina sin iteraciones a partir de las expresiones de pandeo de placas del AISI.

Los atiesadores de borde son elementos no atiesados sometidos a gradiente de tensiones, pero en el caso de secciones **Z-TuBest** no se encuentran afectos a reducción de su sección.

Se indican a continuación las expresiones del AISI aplicadas a las secciones **Z-TuBest** para determinar las propiedades efectivas.

ALMA DE SECCION Z-TuBest en flexión (Gradiente de tensiones)

Los anchos efectivos b_1 y b_2 como se muestran en la figura se determinan de las siguientes ecuaciones:

$$b_1 = b_e / (3 - \Psi)$$

Para $\Psi \leq -0,236$

$$b_2 = b_e / 2$$

$b_1 + b_2$ no debe exceder la porción en compresión del alma calculada en base a la sección efectiva.

Para $\Psi > -0,236$

$$b_2 = b_e - b_1$$

donde:

b_e = Ancho efectivo determinado de acuerdo a las expresiones posteriores con:

$$k = 4 + 2(1 - \Psi)^3 + 2(1 - \Psi)$$

$$\Psi = f_2 / f_1$$

ESPECIFICACIONES TECNICAS | Z-TUBEST

f_1 , f_2 = Tensiones mostradas en la figura calculadas en base a la sección efectiva.

f_1 corresponde a compresión (+) y f_2 puede ser tracción (-) o compresión (+).
En caso que ambos sean compresión, $f_1 \geq f_2$.

Ancho efectivo:

El ancho efectivo b_e se determina de la siguiente forma:

$$b = w \text{ cuando } \lambda \leq 0,673$$

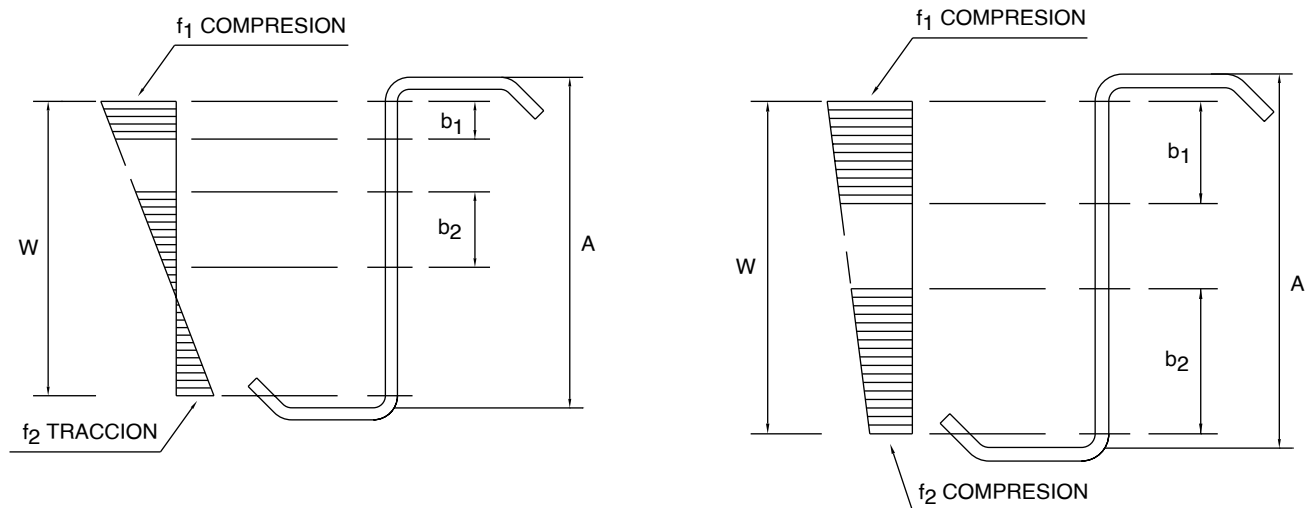
$$b = \rho w \text{ cuando } \lambda > 0,673$$

En que w = ancho plano del alma = $w = A - e - 2R$

$$\rho = (1 - 0,22 / \lambda) / \lambda$$

λ : Factor de esbeltez determinado de la siguiente forma:

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \frac{w}{e} \sqrt{\frac{f}{E}}$$



Elementos atiesados bajo gradientes de tensiones

ESPECIFICACIONES TECNICAS | Z-TUBEST

ALAS DE SECCION Z-TuBest

Las alas corresponden a elementos sometidos a compresión uniforme con un atiesador extremo. Se debe determinar el ancho efectivo mediante las siguientes expresiones:

$$S = 1,28 \sqrt{E / f}$$

Caso I

$$\begin{aligned} w/e &\leq S/3 \\ l_a &= 0 \\ b &= w \\ d_s &= d'_s \\ A_s &= A'_s \end{aligned}$$

Caso II $S/3 < w/e < S$

$$\begin{aligned} I_s &= 0,0417d^3e \\ l_a/e^4 &= 399 [(w/e) / S - \sqrt{k_u / 4}]^3 \\ n &= 1/2 \\ C_2 &= I_s / I_a \leq 1 \\ C_1 &= 2 - C_2 \end{aligned}$$

El ancho efectivo b se determina con las mismas ecuaciones de la página anterior, pero con el siguiente valor de k :

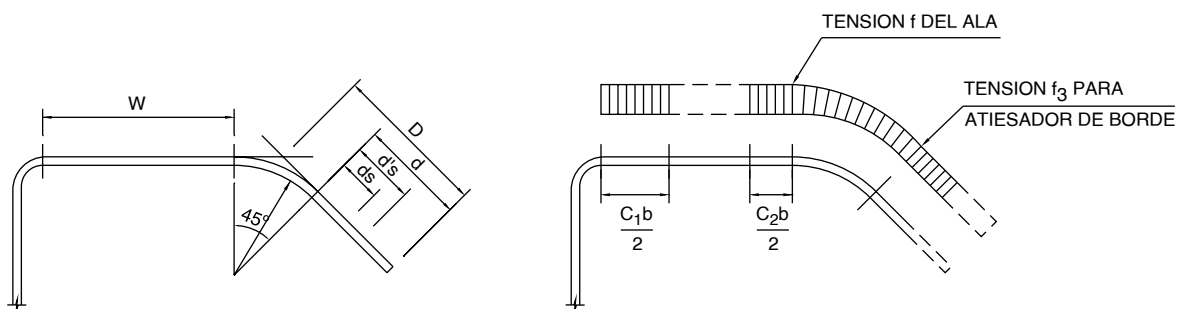
$$\begin{aligned} k &= C_2^n (k_a - k_u) + k_u \\ k_u &= 0,43 \end{aligned}$$

Si $D/w \leq 0,8$ entonces

$$\begin{aligned} k_a &= 5,25 - 5 (D/w) \leq 4,0 \\ d_s &= C_2 d'_s \end{aligned}$$

Caso III $w/e \geq S$

$$\begin{aligned} l_a / e^4 &= [115 (w/e) / S] + 5 \\ C_1, C_2, b, k, d_s, A_s &\text{ se determinan para caso II con } n = 1/3 \end{aligned}$$



CAPACIDAD DE CORTE Y PANDEO DEL ALMA

Las costaneras son elementos que trabajan fundamentalmente a flexión, y por lo tanto el diseño queda controlado en general por resistencia a flexión o estabilidad lateral. Las tablas generales de capacidades entregan los valores admisibles para corte y pandeo del alma. Adicionalmente se entrega a continuación las expresiones del AISI para corte y pandeo del alma aplicables a las secciones **Z-TuBest**.

Corte

- (a) Para $h/e \leq 0,96 \sqrt{E k_v / F_y}$
 $V_n = 0,60 F_y h e$
 $\Omega_v = 1,50$ Factor de seguridad
- (b) Para $0,96 \sqrt{E k_v / F_y} < h/e \leq 1,415 \sqrt{E k_v / F_y}$
 $V_n = 0,64 e^2 \sqrt{E k_v F_y}$
 $\Omega_v = 1,67$ Factor de seguridad
- (c) Para $h/e > 1,415 \sqrt{E k_v / F_y}$
 $V_n = 0,905 E k_v e^3 / h$
 $\Omega_v = 1,67$ Factor de seguridad

En que:

- V_n = Valor nominal de corte de la viga.
 e = Espesor del alma.
 h = Altura plana de la sección.
 k_v = Coeficiente de placa, que en este caso corresponde a 5,34.

Combinación de Flexión y Corte

Para secciones **Z-TuBest** las capacidades requeridas de corte V , y de flexión M , deberán satisfacer la siguiente expresión :

$$\left(\frac{\Omega_b M}{M_{nxo}} \right)^2 + \left(\frac{\Omega_v V}{V_n} \right)^2 \leq 1,0$$

Donde:

- Ω_b = Factor de seguridad por flexión.
- Ω_v = Factor de seguridad por corte.
- M_n = Capacidad nominal de flexión cuando sólo existe flexión.
- M_{nx0} = Capacidad nominal de flexión en torno al eje centroidal x, para sección completamente arriostrada.
- V_n = Capacidad nominal de corte cuando sólo existe corte.

Pandeo del Alma

En el caso de existir cargas puntuales en las costaneras Z-TuBest, y en las reacciones de apoyo será necesario verificar el pandeo del alma por compresión. La capacidad resistente por pandeo del alma se podrá verificar según el capítulo C3.4 de la especificación de diseño del AISI.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA COSTANERAS Z-TuBest

A continuación se entregan algunos criterios de diseño de costaneras para naves industriales que corresponden a los propios criterios aceptados por el AISI en su manual de diseño "Cold Formed Steel Design Manual", en su última versión de 1996, complementados con criterios aceptados por la práctica profesional chilena.

En primer lugar habrá que decir que las costaneras cumplen la función de soportar la cubierta, ya sea de techo o lateral, y las cargas que pueden existir sobre ésta. Las normas utilizadas para definir las cargas en las cubiertas son la norma NCh 1537of86 "Diseño estructural de edificios, cargas permanentes y sobrecargas de uso", la norma NCh 432of72 "Cálculo de la acción del viento en las Construcciones", y la norma NCh 431of77 "Construcción – Sobrecargas de Nieve".

Las costaneras entregan apoyo a la cubierta, que se conecta al ala superior mediante algún sistema de anclaje. La cubierta bajo ciertas condiciones puede evitar el vuelco del ala superior comprimida transformando la sección en arriostrada, y al mismo tiempo colaborar a la estabilidad de la sección cuando la compresión se produce en el ala inferior por efecto de la succión de viento. En este caso, no es necesario utilizar arriostramientos intermedios.

Cuando no es posible contar con la cubierta como elemento que evite el pandeo lateral del ala comprimida, se deberá considerar como longitud no arriostrada el largo total entre apoyos, es decir, la distancia total entre marcos de apoyo, o bien la distancia entre colgadores interiores.

Las costaneras se pueden conectar de tal forma que trasmitan momento negativo sobre el apoyo, y en tal caso se forma una viga continua, o bien no materializar traslapos y apoyar sin transmisión de momentos sobre los marcos, generándose una viga simplemente apoyada. Desde el punto de vista de diseño, la viga continua es más eficiente ya que los esfuerzos y deformaciones se ven notoriamente disminuidos, permitiéndose el uso de secciones más livianas. Las costaneras simplemente apoyadas presentan esfuerzos y deformaciones mayores, y por lo tanto resultarán secciones de mayor peso.

Se entregan a continuación los criterios de diseño de costaneras **Z-TuBest**, siendo conveniente aclarar que éstos corresponden a los criterios considerados parte de una "buena práctica", no intentándose por ello imponerlos como obligatorios, ni menos prohibir otros criterios o aproximaciones que son de responsabilidad del profesional.

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DE COSTANERAS Z-TuBest

1. Las costaneras se deben conectar a los apoyos de tal forma que se evite el desplazamiento lateral del ala comprimida. Para efectos prácticos, bastará con usar pernos colocados en el alma próximos a ambas alas.
2. Las cargas producto de viento, nieve y otro tipo de sobrecargas se supone actúan en forma uniforme.
3. El modelo estructural a utilizar puede ser de vigas continuas o simplemente apoyadas que considere el material homogéneo y de comportamiento elástico lineal.
4. Los colgadores intermedios deben poder soportar las cargas que transmiten, y se deben colocar próximos al ala comprimida a modo de ser considerados como puntos de fijación lateral.
5. Se puede considerar que la cubierta provee un apoyo continuo al ala comprimida cuando cumple ciertas condiciones específicas que se indican en el tema de DIAFRAGMAS RIGIDOS y además se pueda probar que impide el desplazamiento y rotación del ala superior comprimida.
6. Para esfuerzos de succión, se podrá considerar que la cubierta colabora con la estabilidad del ala inferior comprimida si cumple las condiciones expuestas en el tema de DIAFRAGMAS RIGIDOS. En este caso se puede llegar hasta el 70% de la capacidad de la sección arriostrada.
7. Cuando se deba considerar puntos discretos de arriostramiento y exista succiones de viento, se deberá disponer un colgador que pueda evitar el desplazamiento lateral de ambas alas.

CRITERIOS DE DISEÑO DE COSTANERAS Z-TuBest CONTINUAS

1. Las costaneras **Z-TuBest** se conectan mediante zonas traslapadas en los apoyos de tal forma que entregan una continuidad completa de momentos entre los elementos.
2. El análisis de la viga continua puede realizarse considerando que todos los elementos tienen las mismas propiedades de inercia, o bien considerar que las zonas de traslapo son elementos con propiedades equivalentes a la suma de las propiedades de los elementos traslapados.
3. Se considera que las capacidades resistentes de las porciones de traslapo corresponden a la suma de las capacidades resistentes de las piezas individuales.
4. Cuando la cubierta pueda ser considerada un diafragma rígido, para cargas de gravedad, el ala inferior comprimida en y/o próxima a los apoyos, se asume completamente arriostrada entre el apoyo y el extremo del traslapo. La zona de momento negativo entre el extremo del traslapo y el punto de inflexión del diagrama de momentos se considera un cantilever con un extremo libre.
5. Cuando se deba considerar puntos discretos de arriostramiento, el sistema de colgadores deberá dar apoyo lateral al ala comprimida, según corresponda, tanto al ala superior como al ala inferior.
6. Como condición necesaria, las costaneras extremas deberán tener la misma altura de las costaneras interiores, y existir a lo menos 4 tramos de continuidad.

DIAFRAGMAS RIGIDOS

Como ya se ha mencionado, bajo ciertas condiciones, es posible considerar que la cubierta de techo colabora a evitar el volcamiento del ala inferior de las costaneras **Z-TuBest**, que es la situación que se produce en el tramo, producto de succión de viento.

Se puede considerar que el momento nominal de la sección en las condiciones anteriores es :

$$M_n = R S_e F_y$$

en que el valor de R corresponde a :

- R= 0,50 para costaneras **Z-TuBest** simplemente apoyadas Z 250.
- R= 0,65 para costaneras **Z-TuBest** simplemente apoyadas Z 175 y Z 200.
- R= 0,70 para costaneras **Z-TuBest** simplemente apoyadas Z 100 a Z 150.
- R= 0,70 para costaneras **Z-TuBest** continuas.

El sistema de costaneras **Z-TuBest** y cubierta deben cumplir los siguientes requisitos :

- (1) Para costaneras continuas, la longitud del traslape a cada uno de los lados del apoyo (distancia del centro del apoyo al extremo del traslape) no debe ser inferior a 1,5 veces la altura total de la sección.
- (2) La máxima longitud entre apoyos de la costanera **Z-TuBest** debe ser 10 metros.
- (3) Para sistemas de costaneras continuas, el tramo mayor no puede tener una longitud de más de un 20% que el tramo menor.
- (4) Ambas alas deben estar impedidas de desplazarse lateralmente en los apoyos.
- (5) La cubierta o revestimientos laterales deben ser paneles de acero de un espesor mínimo de metal base de 0,46 mm, con nervios de una altura mínima de 32 mm que se deben espaciar como máximo 300 mm.
- (6) Los anclajes serán tornillos autoperforantes No 12, o remaches de 3/16" con golillas de 1/2" de diámetro.
- (7) Los conectores indicados se espaciarán centro a centro una distancia no mayor a 300 mm, y se deben colocar próximos al centro del ala de las secciones **Z-TuBest**.

Si se puede asegurar que la cubierta y sus fijaciones, además de las condiciones (1) a (7) anteriores impiden cualquier desplazamiento o giro del ala superior de las costaneras **Z-TuBest**, se puede prescindir de arriostramientos intermedios y utilizar toda la capacidad de flexión de la sección en el caso del ala superior en compresión.

Esto se podrá probar ya sea mediante ensayos según se especifica en el capítulo VIII del "Cold Formed Steel Design Manual" del AISI de 1996, o bien mediante un método analítico basado en principios aceptados de la mecánica estructural que considere la resistencia y estabilidad del sistema costanera-fijaciones-cubierta.

ARRIOSTRAMIENTOS INTERMEDIOS

Si no es posible probar que la cubierta impide cualquier desplazamiento o giro del ala superior comprimida de la costanera **Z-TuBest**, se deberá considerar que la longitud no arriostrada del tramo corresponde a la distancia entre fijaciones laterales, es decir la distancia entre apoyos, o bien la distancia entre apoyos y fijaciones intermedias o la distancia entre fijaciones intermedias.

Las fijaciones intermedias se deben diseñar de acuerdo a la sección D3.2 de la especificación del AISI "Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members", edición de 1996.

ESQUEMAS DE LARGOS Y PERFORACIONES

Se ha elaborado una línea de productos **Z-TuBest** para satisfacer un rango amplio de requerimientos del mercado. En el caso de las costaneras continuas, los largos definidos para las costaneras **Z-TuBest** se han determinado de tal forma de satisfacer los requerimientos de traslapo, resistencia y deformación para obtener un aprovechamiento óptimo.

Se adjuntan Esquemas para vigas continuas, con longitudes de apoyo de 5,6,7,8,9, y 10 metros.

TABLAS DE DISEÑO

A modo de facilitar el trabajo de cálculo de las costaneras **Z-TuBest**, que puede ser bastante laborioso, en especial en cuanto a la determinación de las propiedades efectivas y por consiguiente las capacidades, se ha desarrollado una serie de tablas que se presentan a continuación.

La primera de éstas corresponde a las propiedades de las secciones de la serie **Z-TuBest** y las tablas de capacidades de flexión y compresión, determinadas para distintas longitudes y con un coeficiente para flexión de $C_b=1,0$. Se incorpora las capacidades de corte y pandeo del alma.

A modo de facilitar al máximo la labor de los diseñadores, se ha elaborado tablas de selección rápida que permite obtener en forma directa las cargas admisibles para las secciones **Z-TuBest** para distintas distancias entre apoyos y longitudes no arriostradas que se han desarrollado en base a los Criterios de Diseño.

Finalmente se incluye un anexo útil para el cálculo de costaneras **Z-TuBest** donde se han incorporado valores del coeficiente C_b para distintas formas del diagrama de momentos, tablas de vigas continuas y una tabla con los módulos elásticos efectivos para los momentos máximos admisibles (momento nominal dividido por el factor de seguridad $\Omega_b=1,67$).

USO DE TABLAS DE SELECCION RAPIDA

Estas tablas se han desarrollado para longitudes de apoyo entre 5 y 10 metros. Se ha considerado en el desarrollo de las tablas la capacidad resistente de las piezas, la capacidad por pandeo lateral del ala comprimida en el caso de sistema sin diafragma rígido, y las deformaciones máximas en el tramo de $L/200$.

Para el caso de costaneras **Z-TuBest** no arriostradas por la cubierta, se ha considerado el uso de fijaciones intermedias en puntos tercios para longitudes de apoyo de 5, 6 y 7 metros. Para longitudes de 8, 9 y 10 metros se ha considerado apoyo en los puntos cuartos de la longitud.

Para la utilización de las tablas, bastará con determinar la carga uniformemente distribuida requerida para el caso en estudio, y obtener la sección más liviana que presenta una carga admisible igual o superior a la requerida. Cuando se diseña costaneras continuas, las piezas extremas quedan sometidas a esfuerzos y requerimientos por deformaciones mayores que las costaneras interiores, por lo que es usual disponer de secciones distintas de tal forma de obtener la máxima economía. Por lo tanto, se deberá analizar cuál es la combinación de secciones para el tramo extremo e interior que significa el menor peso, teniéndose como único requerimiento que ambas costaneras deben tener igual altura.

En el caso de considerar diafragma rígido en costaneras simplemente apoyadas, para succiones de viento se deberá multiplicar los valores de la tabla por un factor igual a 0,7 si las secciones tienen una altura igual o menor a 150 mm, por 0,5 para secciones de una altura igual o mayor a 250 mm y por 0,65 para costaneras **Z-TuBest** de 175mm y 200mm de altura. Para el caso de costaneras continuas, independientemente de la altura de la sección, los valores de la tabla, en el caso de succión de viento y diafragma rígido se deben multiplicar por 0,7.

Observación:

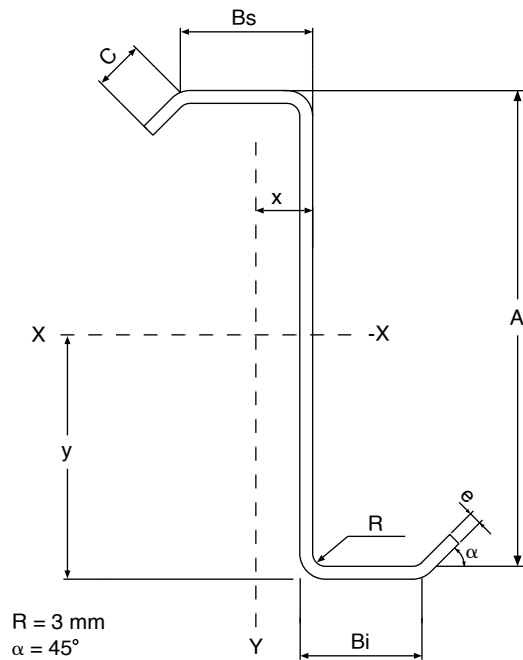
Las expresiones para determinar las capacidades de compresión se pueden encontrar en el manual AISI. En el presente manual se entregan sólo las tablas de capacidades.

serie de perfiles

Perfil Z-Tubest

SERIE DE PERFILES Z-TUBEST

○ TABLA N° 1
 Dimensiones perfiles Z-TuBest
 A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$
 FICHA ZTUB2000 / 0020a-0



DESCRIPCION								DIMENSIONES					
								Peso	A	Bs	Bi	C	e
Z	A	x	Bs	x	C	x	e	Kgf/m	mm	mm	mm	mm	mm
Z	100	x	50	x	15	x	1,6*	2,74	100	50	45	15	1,6*
							2	3,42	100	50	45	15	2
							2,5	4,22	100	50	45	15	2,5
							3	5,04	100	50	45	15	3
Z	125	x	50	x	15	x	1,6*	3,06	125	50	45	15	1,6*
							2	3,81	125	50	45	15	2
							2,5	4,71	125	50	45	15	2,5
							3	5,62	125	50	45	15	3
Z	150	x	50	x	15	x	1,6*	3,37	150	50	45	15	1,6*
							2	4,20	150	50	45	15	2
							2,5	5,20	150	50	45	15	2,5
							3	6,21	150	50	45	15	3
Z	175	x	75	x	20	x	1,6*	4,44	175	75	70	20	1,6*
							2	5,54	175	75	70	20	2
							2,5	6,87	175	75	70	20	2,5
							3	8,22	175	75	70	20	3
Z	200	x	75	x	20	x	1,6*	4,75	200	75	70	20	1,6*
							2	5,93	200	75	70	20	2
							2,5	7,36	200	75	70	20	2,5
							3	8,80	200	75	70	20	3
Z	250	x	75	x	20	x	1,6*	5,38	250	75	70	20	1,6*
							2	6,71	250	75	70	20	2
							2,5	8,34	250	75	70	20	2,5
							3	9,98	250	75	70	20	3

(*) Ver referencia ficha técnica, sólo a pedido.

Tabla de Códigos

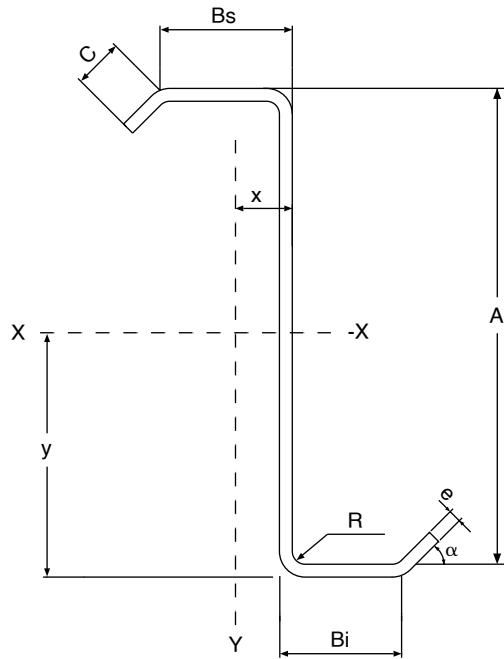
DESIGNACION	Peso	DIMENSIONES					CODIGOS						
		H	Bs	Bi	C	espesor	Largos (mm)						
	Kgf/m	mm	mm	mm	mm	mm	6000	5800	6900	8000	9100	10200	11300
Z 100 x 50 x 15 x 1,6*	2,74	100	50	45	15	1,6	9219	9219-5800	9219-6900	9219-8000	9219-9100		
Z 100 x 50 x 15 x 2,0	3,42	100	50	45	15	2,0	9220	9220-5800	9220-6900	9220-8000	9220-9100		
Z 100 x 50 x 15 x 2,5	4,22	100	50	45	15	2,5	9221	9221-5800	9221-6900	9221-8000	9221-9100		
Z 100 x 50 x 15 x 3,0	5,04	100	50	45	15	3,0	9222	9222-5800	9222-6900	9222-8000	9222-9100		
Z 125 x 50 x 15 x 1,6*	3,06	125	50	45	15	1,6	9223	9223-5800	9223-6900	9223-8000	9223-9100		
Z 125 x 50 x 15 x 2,0	3,81	125	50	45	15	2,0	9224	9224-5800	9224-6900	9224-8000	9224-9100		
Z 125 x 50 x 15 x 2,5	4,71	125	50	45	15	2,5	9225	9225-5800	9225-6900	9225-8000	9225-9100		
Z 125 x 50 x 15 x 3,0	5,62	125	50	45	15	3,0	9226	9226-5800	9226-6900	9226-8000	9226-9100		
Z 150 x 50 x 15 x 1,6*	3,37	150	50	45	15	1,6	9227	9227-5800	9227-6900	9227-8000	9227-9100	9227-10200	
Z 150 x 50 x 15 x 2,0	4,20	150	50	45	15	2,0	9228	9228-5800	9228-6900	9228-8000	9228-9100	9228-10200	9228-11300
Z 150 x 50 x 15 x 2,5	5,20	150	50	45	15	2,5	9229	9229-5800	9229-6900	9229-8000	9229-9100	9229-10200	9229-11300
Z 150 x 50 x 15 x 3,0	6,21	150	50	45	15	3,0	9230	9230-5800	9230-6900	9230-8000	9230-9100	9230-10200	9230-11300
Z 175 x 75 x 20 x 1,6*	4,44	175	75	70	20	1,6	9231	9231-5800	9231-6900	9231-8000	9231-9100	9231-10200	9231-11300
Z 175 x 75 x 20 x 2,0	5,54	175	75	70	20	2,0	9232	9232-5800	9232-6900	9232-8000	9232-9100	9232-10200	9232-11300
Z 175 x 75 x 20 x 2,5	6,87	175	75	70	20	2,5	9233	9233-5800	9233-6900	9233-8000	9233-9100	9233-10200	9233-11300
Z 175 x 75 x 20 x 3,0	8,22	175	75	70	20	3,0	9234	9234-5800	9234-6900	9234-8000	9234-9100	9234-10200	9234-11300
Z 200 x 75 x 20 x 1,6*	4,75	200	75	70	20	1,6	9235	9235-5800	9235-6900	9235-8000	9235-9100	9235-10200	9235-11300
Z 200 x 75 x 20 x 2,0	5,93	200	75	70	20	2,0	9236	9236-5800	9236-6900	9236-8000	9236-9100	9236-10200	9236-11300
Z 200 x 75 x 20 x 2,5	7,36	200	75	70	20	2,5	9237	9237-5800	9237-6900	9237-8000	9237-9100	9237-10200	9237-11300
Z 200 x 75 x 20 x 3,0	8,80	200	75	70	20	3,0	9238	9238-5800	9238-6900	9238-8000	9238-9100	9238-10200	9238-11300
Z 250 x 75 x 20 x 1,6*	5,38	250	75	70	20	1,6	9239	9239-5800	9239-6900	9239-8000	9239-9100	9239-10200	9239-11300
Z 250 x 75 x 20 x 2,0	6,71	250	75	70	20	2,0	9240	9240-5800	9240-6900	9240-8000	9240-9100	9240-10200	9240-11300
Z 250 x 75 x 20 x 2,5	8,34	250	75	70	20	2,5	9241	9241-5800	9241-6900	9241-8000	9241-9100	9241-10200	9241-11300
Z 250 x 75 x 20 x 3,0	9,98	250	75	70	20	3,0	9242	9242-5800	9242-6900	9242-8000	9242-9100	9242-10200	9242-11300

tablas para cálculo y diseño estructural

Perfil Z-Tubest

PROPIEDADES PARA EL DISEÑO PERFIL Z-TUBEST

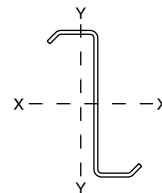
○ TABLA N° 2
 Propiedades geométricas Z-TuBest
 A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$
 FICHA ZTUB2000 / 0025-0



DESIGNACION	DIMENSIONES					Peso	Area	PROPIEDADES												Pandeo torsional						
								EJE X-X				EJE Y-Y														
								Z	A	x	B	x	C	x	e	A	B _s	B _i	C	e	I	W	i	x	I	W
mm	x	mm	x	mm	x	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kgf/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ⁶
Z 100	x	50	x	15	x	1,6	100	50	45	15	1,6	2,74	3,50	58,4	11,2	4,09	5,84	23,0	3,95	2,57	5,19	-0,05	4,83	29,8	371	
Z 100	x	50	x	15	x	2,0	100	50	45	15	2,0	3,42	4,35	72,5	13,9	4,08	5,82	28,3	4,86	2,55	5,21	-0,05	4,81	58,0	456	
Z 100	x	50	x	15	x	2,5	100	50	45	15	2,5	4,22	5,37	89,0	17,0	4,07	5,79	34,4	5,93	2,53	5,24	-0,05	4,79	112	550	
Z 100	x	50	x	15	x	3,0	100	50	45	15	3,0	5,04	6,42	106	20,1	4,07	5,77	40,3	6,98	2,51	5,27	-0,05	4,78	192	645	
Z 125	x	50	x	15	x	1,6	125	50	45	15	1,6	3,06	3,90	97,1	15,0	4,99	5,85	23,1	3,94	2,43	6,46	-0,05	5,55	33,2	607	
Z 125	x	50	x	15	x	2,0	125	50	45	15	2,0	3,81	4,85	121	18,6	4,99	5,83	28,3	4,85	2,41	6,48	-0,05	5,54	64,7	745	
Z 125	x	50	x	15	x	2,5	125	50	45	15	2,5	4,71	6,00	148	22,8	4,97	5,81	34,4	5,92	2,39	6,51	-0,05	5,52	125	902	
Z 125	x	50	x	15	x	3,0	125	50	45	15	3,0	5,62	7,17	177	27,1	4,97	5,78	40,3	6,97	2,37	6,53	-0,05	5,50	215	1060	
Z 150	x	50	x	15	x	1,6	150	50	45	15	1,6	3,37	4,30	148	19,2	5,87	5,87	23,1	3,93	2,32	7,72	-0,04	6,31	36,7	908	
Z 150	x	50	x	15	x	2,0	150	50	45	15	2,0	4,20	5,35	184	23,8	5,86	5,85	28,3	4,84	2,30	7,74	-0,04	6,30	71,4	1110	
Z 150	x	50	x	15	x	2,5	150	50	45	15	2,5	5,20	6,62	226	29,2	5,85	5,82	34,4	5,91	2,28	7,77	-0,05	6,27	138	1350	
Z 150	x	50	x	15	x	3,0	150	50	45	15	3,0	6,21	7,92	270	34,6	5,84	5,79	40,3	6,95	2,26	7,79	-0,05	6,26	237	1580	
Z 175	x	75	x	20	x	1,6	175	75	70	20	1,6	4,44	5,66	283	31,6	7,07	8,70	77,2	8,87	3,70	8,95	-0,04	7,98	48,3	3920	
Z 175	x	75	x	20	x	2,0	175	75	70	20	2,0	5,54	7,05	352	39,2	7,07	8,68	95,4	11,0	3,68	8,97	-0,04	7,97	94,0	4840	
Z 175	x	75	x	20	x	2,5	175	75	70	20	2,5	6,87	8,75	435	48,3	7,05	8,66	117	13,5	3,66	9,00	-0,05	7,94	182	5920	
Z 175	x	75	x	20	x	3,0	175	75	70	20	3,0	8,22	10,5	520	57,6	7,05	8,63	138	16,0	3,63	9,03	-0,05	7,93	314	7000	
Z 200	x	75	x	20	x	1,6	200	75	70	20	1,6	4,75	6,06	384	37,6	7,96	8,71	77,2	8,86	3,57	10,2	-0,04	8,72	51,7	5270	
Z 200	x	75	x	20	x	2,0	200	75	70	20	2,0	5,93	7,55	478	46,7	7,96	8,69	95,4	11,0	3,55	10,2	-0,04	8,71	101	6510	
Z 200	x	75	x	20	x	2,5	200	75	70	20	2,5	7,36	9,37	591	57,6	7,94	8,67	117	13,5	3,53	10,3	-0,04	8,69	195	7970	
Z 200	x	75	x	20	x	3,0	200	75	70	20	3,0	8,80	11,2	706	68,6	7,93	8,64	138	16,0	3,51	10,3	-0,05	8,68	336	9420	
Z 250	x	75	x	20	x	1,6	250	75	70	20	1,6	5,38	6,86	644	50,6	9,69	8,73	77,2	8,85	3,36	12,7	-0,04	10,3	58,5	8640	
Z 250	x	75	x	20	x	2,0	250	75	70	20	2,0	6,71	8,55	802	62,9	9,68	8,71	95,4	11,0	3,34	12,7	-0,04	10,2	114	10700	
Z 250	x	75	x	20	x	2,5	250	75	70	20	2,5	8,34	10,6	992	77,7	9,66	8,68	117	13,5	3,32	12,8	-0,04	10,2	221	13100	
Z 250	x	75	x	20	x	3,0	250	75	70	20	3,0	9,98	12,7	1190	92,6	9,66	8,66	138	16,0	3,30	12,8	-0,04	10,2	381	15500	

capacidades admisibles

Perfil Z-Tubest



Momentos Admisibles $\frac{M_n}{\Omega_b}$ (tf-m)

Z -Altura	mm	Z 100				
Bs ala	mm	50				
Bi ala	mm	45				
C atiesador	mm	15				
e espesor	mm	1,6	2,0	2,5	3,0	
R	mm	3,0	3,0	4,5	4,5	
Peso	Kgf/ml	2,74	3,42	4,22	5,04	
Mmáx	tf-m	0,181	0,225	0,275	0,325	
LONGITUD, KL (m)	0,50	0,181	0,225	0,275	0,325	
	0,75	0,181	0,225	0,275	0,325	
	1,00	0,181	0,225	0,275	0,325	
	1,25	0,181	0,224	0,274	0,324	
	1,50	0,172	0,213	0,260	0,308	
	1,75	0,161	0,199	0,244	0,289	
	2,00	0,149	0,184	0,225	0,266	
	2,25	0,135	0,167	0,204	0,241	
	2,50	0,119	0,147	0,180	0,212	
	2,75	0,102	0,125	0,154	0,181	
	3,00	0,086	0,105	0,129	0,152	
	3,25	0,073	0,090	0,110	0,130	
	3,50	0,063	0,077	0,095	0,112	
	3,75	0,055		0,083		
	L200		3,24	3,25	3,27	3,28
	PROPIEDADES					
Wx	cm ³	11,2	13,9	17,0	20,1	
V	tf	1,60	1,99	2,39	2,85	
R10	tf	0,450	0,698	0,989	1,44	
Rh	tf	0,431	0,680	0,957	1,40	
P10	tf	0,730	1,12	1,65	2,35	
Ph	tf	0,713	1,09	1,61	2,30	

- NOTAS:
1. Para flexión y compresión, la resistencia efectiva se ha calculado sin considerar el incremento por el trabajo de formado en frío.
 2. Se omiten los valores de $\frac{M_n}{\Omega_b}$ inferiores a 0,3 M_{máx}.
 3. L200 en metros (obtenido para vigas simplemente apoyadas).
 4. $\Omega_b = 1,67$.
 5. $C_b = 1,0$.

SERIE DE PERFILES Z-TUBEST

o TABLA N° 3

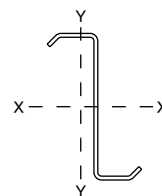
Cargas axiales admisibles Z-TUBEST
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$

FICHA ZTUB2000 / 0030b-0

Cargas Axiales Admisibles P_x^T y P_y^F (tf)

Z -Altura	mm	Z 100							
Bs ala	mm	50							
Bi ala	mm	45							
C atiesador	mm	15							
e espesor	mm	1,6		2,0		2,5		3,0	
R	mm	3,0		3,0		3,0		3,0	
Peso	Kgf/ml	2,74		3,42		4,22		5,04	
Cargas	tf	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F
LONGITUD, KL (m)	0,50	4,46	4,49	5,98	6,03	7,82	7,89	9,34	9,42
	0,75	4,34	4,41	5,80	5,89	7,55	7,69	9,02	9,17
	1,00	4,19	4,29	5,56	5,71	7,20	7,41	8,62	8,83
	1,25	3,98	4,16	5,27	5,48	6,81	7,06	8,18	8,41
	1,50	3,74	3,96	4,96	5,21	6,39	6,66	7,73	7,92
	1,75	3,48	3,73	4,64	4,91	5,98	6,22	7,30	7,39
	2,00	3,22	3,49	4,32	4,58	5,58	5,74	6,89	6,81
	2,25	2,96	3,23	4,01	4,23	5,21	5,25	6,52	6,21
	2,50	2,71	2,97	3,69	3,87	4,87	4,74	6,19	5,61
	2,75	2,47	2,70	3,38	3,47	4,56	4,24	5,90	5,01
	3,00	2,25	2,43	3,11	3,07	4,28	3,76	5,64	4,42
	3,25	2,04	2,17	2,86	2,70	4,04	3,29	5,42	3,86
	3,50	1,84	1,90	2,64	2,34	3,82	2,85	5,22	3,34
	3,75	1,67	1,66	2,44	2,04	3,63	2,48	5,05	2,91
	4,00	1,53	1,46	2,26	1,79	3,46	2,18	4,90	2,56
	4,25	1,41	1,29	2,12	1,58	3,32	1,93	4,77	2,26
	4,50	1,32	1,15	2,00	1,41	3,19	1,72	4,65	2,02
	4,75	1,24	1,03	1,90	1,27	3,06	1,55	4,55	1,81
	5,00	1,17	0,933	1,82	1,14	2,96	1,40	4,46	1,64
	5,25	1,11		1,74		2,87		4,38	
	5,50	1,06		1,68		2,79		4,30	
	5,75	1,01		1,62		2,72		4,24	
	6,00	0,971		1,58		2,66		4,18	
	6,25	0,936		1,53		2,61		4,13	
	6,50	0,905		1,49		2,57		4,09	
	6,75	0,877		1,46		2,52		4,04	
	7,00	0,852		1,43		2,49		4,01	
	7,25	0,830		1,40		2,45		3,97	
	7,50	0,810		1,38		2,42		3,94	
	7,75	0,792		1,35		2,40		3,91	
8,00	0,775		1,33		2,37		3,88		
PROPIEDADES									
A	cm ²	3,50		4,35		5,37		6,42	
$I_x/100$	cm ⁴	0,584		0,725		0,890		1,06	
$I_y/100$	cm ⁴	0,231		0,283		0,345		0,405	
i_x/i_y		1,59		1,60		1,61		1,62	
i_y	cm	2,57		2,55		2,54		2,51	
x_o	cm	-0,047		-0,047		-0,051		-0,051	
i_o	cm	4,83		4,82		4,80		4,78	

- NOTAS:
1. Las líneas horizontales indican $\lambda_c = 1,50$
 2. Se omiten los valores para $KL/i > 200$
 3. L_x : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje X-X.
 L_y : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje Y-Y.
 L_t : Longitud no arriostrada para torsión.



Momentos Admisibles $\frac{M_n}{\Omega_b}$ (tf-m)

Z -Altura	mm	Z 125				
Bs ala	mm	50				
Bi ala	mm	45				
C atiesador	mm	15				
e espesor	mm	1,6	2,0	2,5	3,0	
R	mm	3,0	3,0	3,0	3,0	
Peso	Kgf/ml	3,06	3,81	4,71	5,62	
Mmáx	tf-m	0,242	0,301	0,369	0,437	
LONGITUD, KL (m)	0,50	0,242	0,301	0,369	0,437	
	0,75	0,242	0,301	0,369	0,437	
	1,00	0,242	0,301	0,369	0,437	
	1,25	0,240	0,298	0,365	0,432	
	1,50	0,228	0,282	0,345	0,409	
	1,75	0,212	0,263	0,321	0,381	
	2,00	0,195	0,241	0,294	0,348	
	2,25	0,174	0,216	0,264	0,312	
	2,50	0,152	0,188	0,230	0,271	
	2,75	0,128	0,157	0,193	0,227	
	3,00	0,107	0,132	0,162	0,191	
	3,25	0,091	0,113	0,138	0,162	
	3,50	0,079	0,097	0,119	0,140	
	L200		4,04	4,04	4,06	4,07
	PROPIEDADES					
Wx	cm ³	15,0	18,6	22,8	27,1	
V	tf	1,71	2,53	3,06	3,66	
R10	tf	0,436	0,681	0,970	1,42	
Rh	tf	0,479	0,719	1,01	1,47	
P10	tf	0,713	1,09	1,62	2,32	
Ph	tf	0,772	1,14	1,67	2,38	

- NOTAS:
1. Para flexión y compresión, la resistencia efectiva se ha calculado sin considerar el incremento por el trabajo de formado en frío.
 2. Se omiten los valores de $\frac{M_n}{\Omega_b}$ inferiores a 0,3 M_{máx}.
 3. L200 en metros (obtenido para vigas simplemente apoyadas).
 4. $\Omega_b = 1,67$.
 5. $C_b = 1,0$.

SERIE DE PERFILES Z-TUBEST

TABLA N° 4

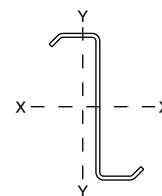
Cargas axiales admisibles Z-TUBEST
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$

FICHA ZTUB2000 / 0035b-0

Cargas Axiales Admisibles P_x^T y P_y^F (tf)

Z - Altura	mm	Z 125							
Bs ala	mm	50							
Bi ala	mm	45							
C atiesador	mm	15							
e espesor	mm	1,6	2,0	2,5	3,0				
R	mm	3,0	3,0	4,5	4,5				
Peso	Kgf/ml	3,06	3,81	4,71	5,62				
Cargas	tf	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F
LONGITUD, KL (m)	0,50	4,56	4,57	6,17	6,19	8,24	8,27	10,4	10,4
	0,75	4,45	4,48	6,00	6,04	8,01	8,06	10,1	10,1
	1,00	4,31	4,35	5,77	5,83	7,71	7,78	9,69	9,75
	1,25	4,12	4,19	5,50	5,58	7,36	7,43	9,20	9,24
	1,50	3,89	3,97	5,21	5,28	6,98	7,02	8,69	8,65
	1,75	3,64	3,73	4,89	4,95	6,58	6,57	8,17	8,00
	2,00	3,38	3,46	4,56	4,60	6,18	6,08	7,67	7,31
	2,25	3,12	3,19	4,24	4,23	5,79	5,57	7,20	6,60
	2,50	2,86	2,91	3,93	3,84	5,40	4,98	6,77	5,88
	2,75	2,62	2,62	3,63	3,46	5,00	4,40	6,38	5,18
	3,00	2,38	2,34	3,34	3,08	4,65	3,84	6,02	4,51
	3,25	2,16	2,07	3,08	2,71	4,32	3,30	5,71	3,87
	3,50	1,95	1,82	2,84	2,34	4,03	2,85	5,43	3,34
	3,75	1,78	1,62	2,60	2,04	3,78	2,48	5,18	2,91
	4,00	1,64	1,45	2,39	1,79	3,54	2,18	4,96	2,56
	4,25	1,52	1,29	2,22	1,58	3,33	1,93	4,77	2,27
	4,50	1,42	1,15	2,07	1,41	3,15	1,72	4,59	2,02
	4,75	1,32	1,03	1,95	1,27	3,00	1,55	4,44	1,81
	5,00	1,24		1,84		2,87		4,30	
	5,25	1,16		1,75		2,76		4,18	
	5,50	1,10		1,67		2,67		4,07	
	5,75	1,04		1,60		2,58		3,97	
	6,00	0,993		1,54		2,51		3,88	
	6,25	0,949		1,49		2,44		3,80	
	6,50	0,911		1,44		2,39		3,74	
	6,75	0,877		1,40		2,33		3,67	
	7,00	0,846		1,36		2,29		3,62	
	7,25	0,819		1,33		2,25		3,57	
7,50	0,794		1,30		2,21		3,53		
7,75	0,772		1,27		2,18		3,49		
8,00	0,751		1,24		2,14		3,45		
8,25	0,733		1,22		2,12		3,42		
8,50	0,716		1,20		2,09		3,39		
PROPIEDADES									
A	cm ²	3,90	4,85	6,00	7,17				
$I_x/100$	cm ⁴	0,971	1,21	1,48	1,77				
$I_y/100$	cm ⁴	0,231	0,283	0,346	0,405				
i_x/i_y		2,05	2,06	2,07	2,09				
i_y	cm	2,43	2,42	2,40	2,38				
x_o	cm	-0,045	-0,045	-0,048	-0,049				
l_o	cm	5,55	5,54	5,52	5,51				

- NOTAS:
1. Las líneas horizontales indican $\lambda_C = 1,50$
 2. Se omiten los valores para $KL/i > 200$
 3. L_x : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje X-X.
 L_y : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje Y-Y.
 L_T : Longitud no arriostrada para torsión.



Momentos Admisibles $\frac{M_n}{\Omega_b}$ (tf-m)

Z -Altura	mm	Z 150			
Bs ala	mm	50			
Bi ala	mm	45			
C atiesador	mm	15			
e espesor	mm	1,6	2,0	2,5	3,0
R	mm	3,0	3,0	3,0	3,0
Peso	Kgf/ml	3,37	4,20	5,20	6,21
Mmáx	tf-m	0,309	0,384	0,471	0,560
LONGITUD, KL (m)	0,50	0,309	0,384	0,471	0,560
	0,75	0,309	0,384	0,471	0,560
	1,00	0,309	0,384	0,471	0,560
	1,25	0,304	0,377	0,462	0,549
	1,50	0,287	0,355	0,436	0,516
	1,75	0,266	0,330	0,404	0,478
	2,00	0,242	0,300	0,367	0,434
	2,25	0,215	0,266	0,326	0,385
	2,50	0,185	0,228	0,279	0,329
	2,75	0,154	0,189	0,232	0,273
	3,00	0,129	0,159	0,195	0,229
	3,25	0,110	0,136	0,166	0,195
	3,50	0,095	0,117	0,143	0,168
	L200		4,83	4,83	4,84
PROPIEDADES					
Wx	cm ³	19,2	23,8	29,1	34,6
V	tf	1,71	2,67	3,74	4,47
R10	tf	0,421	0,663	0,950	1,40
Rh	tf	0,523	0,785	1,05	1,53
P10	tf	0,695	1,07	1,60	2,29
Ph	tf	0,837	1,22	1,73	2,46

- NOTAS:
1. Para flexión y compresión, la resistencia efectiva se ha calculado sin considerar el incremento por el trabajo de formado en frío.
 2. Se omiten los valores de $\frac{M_n}{\Omega_b}$ inferiores a $0,3 M_{máx}$.
 3. L200 en metros (obtenido para vigas simplemente apoyadas).
 4. $\Omega_b = 1,67$.
 5. $C_b = 1,0$.

SERIE DE PERFILES Z-TUBEST

TABLA N° 5

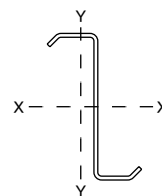
Cargas axiales admisibles Z-TUBEST
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$

FICHA ZTUB2000 / 0040b-0

Cargas Axiales Admisibles P_x^T y P_y^F (tf)

Z - Altura	mm	Z 150							
Bs ala	mm	50							
Bi ala	mm	45							
C atiesador	mm	15							
e espesor	mm	1,6	2,0		2,5		3,0		
R	mm	3,0	3,0		3,0		3,0		
Peso	Kgf/ml	3,37	4,20		5,20		6,21		
Cargas	tf	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F
LONGITUD, KL (m)	0,50	4,62	4,62	6,29	6,29	8,48	8,48	10,8	10,8
	0,75	4,52	4,52	6,12	6,12	8,26	8,25	10,5	10,5
	1,00	4,38	4,38	5,91	5,90	7,97	7,94	10,1	10,1
	1,25	4,20	4,20	5,64	5,62	7,62	7,56	9,68	9,57
	1,50	3,98	3,96	5,35	5,30	7,23	7,12	9,21	8,99
	1,75	3,73	3,69	5,03	4,94	6,82	6,63	8,72	8,35
	2,00	3,47	3,41	4,70	4,56	6,41	6,11	8,23	7,67
	2,25	3,21	3,12	4,36	4,17	5,99	5,56	7,75	6,92
	2,50	2,94	2,82	4,04	3,76	5,59	5,01	7,30	6,10
	2,75	2,69	2,53	3,72	3,36	5,21	4,45	6,83	5,31
	3,00	2,44	2,24	3,42	2,97	4,85	3,88	6,38	4,55
	3,25	2,21	1,96	3,14	2,60	4,52	3,30	5,97	3,87
	3,50	2,00	1,73	2,87	2,29	4,21	2,85	5,61	3,34
	3,75	1,82	1,55	2,63	2,04	3,90	2,48	5,28	2,91
	4,00	1,67	1,39	2,43	1,79	3,60	2,18	4,99	2,56
	4,25	1,54	1,25	2,26	1,59	3,35	1,93	4,73	2,27
	4,50	1,43	1,14	2,12	1,41	3,14	1,72	4,49	2,02
	4,75	1,34		1,99		2,97		4,29	
	5,00	1,26		1,87		2,82		4,11	
	5,25	1,18		1,76		2,69		3,96	
	5,50	1,12		1,67		2,58		3,83	
	5,75	1,07		1,59		2,48		3,71	
	6,00	1,02		1,52		2,40		3,61	
	6,25	0,966		1,46		2,32		3,52	
	6,50	0,921		1,41		2,25		3,44	
	6,75	0,882		1,36		2,19		3,37	
	7,00	0,846		1,31		2,14		3,31	
	7,25	0,814		1,28		2,09		3,26	
7,50	0,786		1,24		2,05		3,20		
7,75	0,760		1,21		2,01		3,16		
8,00	0,736		1,18		1,98		3,12		
8,25	0,715		1,15		1,94		3,08		
8,50	0,695		1,13		1,91		3,04		
PROPIEDADES									
A	cm ²	4,30		5,35		6,62		7,92	
$I_x/100$	cm ⁴	1,48		1,84		2,26		2,70	
$I_y/100$	cm ⁴	0,231		0,284		0,346		0,405	
i_x/i_y		2,53		2,55		2,56		2,58	
i_y	cm	2,32		2,30		2,28		2,26	
x_o	cm	-0,043		-0,043		-0,046		-0,046	
i_o	cm	6,31		6,30		6,28		6,26	

- NOTAS:
1. Las líneas horizontales indican $\lambda_C = 1,50$
 2. Se omiten los valores para $KL/i > 200$
 3. L_x : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje X-X.
 L_y : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje Y-Y.
 L_T : Longitud no arriostrada para torsión.



Momentos Admisibles $\frac{M_n}{\Omega_b}$ (tf-m)

Z -Altura	mm	Z 175			
Bs ala	mm	75			
Bi ala	mm	70			
C atiesador	mm	20			
e espesor	mm	1,6	2,0	2,5	3,0
R	mm	3,0	3,0	3,0	3,0
Peso	Kgf/ml	4,44	5,54	6,87	8,22
Mmáx	tf-m	0,444	0,571	0,776	0,931
LONGITUD, KL (m)	0,50	0,444	0,571	0,776	0,931
	0,75	0,444	0,571	0,776	0,931
	1,00	0,444	0,571	0,776	0,931
	1,25	0,444	0,571	0,776	0,931
	1,50	0,444	0,571	0,776	0,931
	1,75	0,444	0,571	0,776	0,931
	2,00	0,433	0,560	0,753	0,900
	2,25	0,420	0,548	0,724	0,865
	2,50	0,405	0,533	0,693	0,825
	2,75	0,388	0,517	0,657	0,781
	3,00	0,369	0,494	0,616	0,733
	3,25	0,343	0,463	0,573	0,680
	3,50	0,327	0,426	0,525	0,624
	3,75	0,309	0,385	0,475	0,563
	4,00	0,276	0,341	0,421	0,499
	4,25	0,244	0,302	0,373	0,442
	4,50	0,218	0,270	0,332	0,394
	4,75	0,196	0,242	0,298	0,354
	5,00	0,176	0,218	0,269	0,319
	5,25	0,160	0,198	0,244	0,290
5,50	0,146	0,181			
5,75	0,133				
L200		6,41	6,21	5,65	5,63
PROPIEDADES					
Wx	cm ³	31,6	39,2	48,3	57,6
V	tf	1,49	2,67	4,17	5,28
R10	tf	0,407	0,646	0,931	1,37
Rh	tf	0,562	0,845	1,12	1,59
P10	tf	0,678	1,05	1,58	2,26
Ph	tf	0,897	1,30	1,81	2,53

- NOTAS:
1. Para flexión y compresión, la resistencia efectiva se ha calculado sin considerar el incremento por el trabajo de formado en frío.
 2. Se omiten los valores de $\frac{M_n}{\Omega_b}$ inferiores a $0,3 M_{máx}$.
 3. L200 en metros (obtenido para vigas simplemente apoyadas).
 4. $\Omega_b = 1,67$.
 5. $C_b = 1,0$.

SERIE DE PERFILES Z-TUBEST

TABLA N° 6

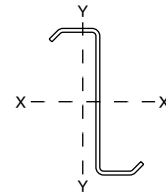
Cargas axiales admisibles Z-TUBEST
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$

FICHA ZTUB2000 / 0045b-0

Cargas Axiales Admisibles P_x^T y P_y^F (tf)

Z - Altura	mm	Z 175							
Bs ala	mm	75							
Bi ala	mm	70							
C atiesador	mm	20							
e espesor	mm	1,6		2,0		2,5		3,0	
R	mm	3,0		3,0		3,0		3,0	
Peso	Kgf/ml	4,44		5,54		6,87		8,22	
Cargas	tf	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F
LONGITUD, KL (m)	0,50	5,22	5,23	7,25	7,25	10,6	10,6	13,8	13,8
	0,75	5,17	5,19	7,20	7,22	10,5	10,5	13,6	13,7
	1,00	5,10	5,13	7,13	7,16	10,3	10,4	13,4	13,5
	1,25	5,01	5,06	7,05	7,10	10,2	10,2	13,1	13,2
	1,50	4,91	4,97	6,94	7,02	9,90	10,0	12,7	12,9
	1,75	4,79	4,87	6,79	6,89	9,63	9,81	12,3	12,6
	2,00	4,65	4,76	6,64	6,76	9,33	9,54	11,9	12,1
	2,25	4,49	4,63	6,46	6,61	9,01	9,25	11,4	11,7
	2,50	4,36	4,48	6,25	6,43	8,61	8,92	10,9	11,2
	2,75	4,20	4,37	6,00	6,23	8,21	8,52	10,4	10,7
	3,00	4,08	4,24	5,73	5,99	7,80	8,10	9,96	10,2
	3,25	3,95	4,10	5,45	5,72	7,39	7,68	9,48	9,64
	3,50	3,76	3,97	5,13	5,44	6,98	7,24	9,00	9,08
	3,75	3,55	3,81	4,81	5,11	6,59	6,80	8,55	8,51
	4,00	3,30	3,60	4,50	4,78	6,20	6,35	8,10	7,94
	4,25	3,06	3,37	4,20	4,46	5,84	5,91	7,68	7,38
	4,50	2,83	3,12	3,91	4,13	5,48	5,48	7,28	6,82
	4,75	2,61	2,89	3,63	3,82	5,15	5,05	6,90	6,20
	5,00	2,41	2,65	3,37	3,51	4,82	4,63	6,50	5,60
	5,25	2,24	2,44	3,15	3,23	4,52	4,25	6,12	5,08
	5,50	2,09	2,25	2,95	2,98	4,26	3,92	5,76	4,63
	5,75	1,96	2,09	2,78	2,76	4,03	3,58	5,44	4,23
	6,00	1,84	1,94	2,62	2,57	3,81	3,29	5,17	3,89
	6,25	1,74	1,81	2,48	2,39	3,61	3,03	4,92	3,58
	6,50	1,64	1,70	2,36	2,23	3,42	2,80	4,70	3,31
	6,75	1,56	1,59	2,25	2,09	3,26	2,60	4,51	3,07
	7,00	1,48	1,49	2,15	1,96	3,12	2,42	4,34	2,86
	7,25	1,41	1,41	2,05	1,83	2,98	2,25	4,18	2,66
7,50	1,35		1,97		2,87		4,04		
7,75	1,29		1,89		2,76		3,91		
8,00	1,24		1,81		2,66		3,80		
8,25	1,19		1,74		2,57		3,69		
8,50	1,15		1,67		2,49		3,60		
PROPIEDADES									
A	cm ²	5,66		7,05		8,75		10,5	
$I_x/100$	cm ⁴	2,83		3,52		4,35		5,20	
$I_y/100$	cm ⁴	0,773		0,955		1,17		1,39	
i_x/i_y		1,91		1,92		1,93		1,94	
i_y	cm	3,70		3,68		3,66		3,64	
x_o	cm	-0,044		-0,044		-0,046		-0,046	
l_o	cm	7,98		7,97		7,95		7,93	

- NOTAS:
- Las líneas horizontales indican $\lambda_C = 1,50$
 - Se omiten los valores para $KL/i > 200$
 - L_x : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje X-X.
 L_y : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje Y-Y.
 L_T : Longitud no arriostrada para torsión.



Momentos Admisibles $\frac{M_n}{\Omega_b}$ (tf-m)

Z -Altura	mm	Z 200			
Bs ala	mm	75			
Bi ala	mm	70			
C atiesador	mm	20			
e espesor	mm	1,6	2,0	2,5	3,0
R	mm	3,0	3,0	3,0	3,0
Peso	Kgf/ml	4,75	5,93	7,36	8,80
Mmáx	tf-m	0,531	0,680	0,921	1,110
LONGITUD, KL (m)	0,50	0,531	0,680	0,921	1,11
	0,75	0,531	0,680	0,921	1,11
	1,00	0,531	0,680	0,921	1,11
	1,25	0,531	0,680	0,921	1,11
	1,50	0,531	0,680	0,921	1,11
	1,75	0,530	0,679	0,919	1,11
	2,00	0,515	0,665	0,890	1,07
	2,25	0,499	0,649	0,855	1,02
	2,50	0,480	0,630	0,816	0,973
	2,75	0,458	0,610	0,772	0,918
	3,00	0,435	0,579	0,722	0,858
	3,25	0,403	0,539	0,668	0,793
	3,50	0,383	0,494	0,609	0,723
	3,75	0,356	0,443	0,546	0,647
	4,00	0,316	0,391	0,481	0,570
	4,25	0,280	0,346	0,426	0,505
	4,50	0,249	0,309	0,380	0,451
	4,75	0,224	0,277	0,341	0,404
	5,00	0,202	0,250	0,308	0,365
	5,25	0,183	0,227	0,279	
5,50	0,167	0,207			
L200		7,28	7,08	6,46	6,41
PROPIEDADES					
Wx	cm ³	37,6	46,7	57,6	68,6
V	tf	1,29	2,53	4,17	6,00
R10	tf	0,392	0,628	0,911	1,35
Rh	tf	0,598	0,900	1,20	1,67
P10	tf	0,661	1,03	1,55	2,24
Ph	tf	0,954	1,38	1,91	2,61

- NOTAS:
1. Para flexión y compresión, la resistencia efectiva se ha calculado sin considerar el incremento por el trabajo de formado en frío.
 2. Se omiten los valores de $\frac{M_n}{\Omega_b}$ inferiores a 0,3 M_{máx}.
 3. L₂₀₀ en metros (obtenido para vigas simplemente apoyadas).
 4. $\Omega_b = 1,67$.
 5. C_b = 1,0.

SERIE DE PERFILES Z-TUBEST

TABLA N° 7

Cargas axiales admisibles Z-TUBEST
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$

FICHA ZTUB2000 / 0050b-0

Cargas Axiales Admisibles P_x^T y P_y^F (tf)

Z - Altura	mm	Z 200							
Bs ala	mm	75							
Bi ala	mm	70							
C atiesador	mm	20							
e espesor	mm	1,6		2,0		2,5		3,0	
R	mm	3,0		3,0		3,0		3,0	
Peso	Kgf/ml	4,75		5,93		7,36		8,80	
Cargas	tf	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F
LONGITUD, KL (m)	0,50	5,25	5,26	7,31	7,31	10,7	10,7	14,0	14,0
	0,75	5,20	5,21	7,26	7,27	10,6	10,6	13,9	13,9
	1,00	5,14	5,15	7,20	7,21	10,5	10,5	13,6	13,7
	1,25	5,05	5,08	7,12	7,14	10,3	10,3	13,3	13,4
	1,50	4,95	4,98	7,01	7,05	10,1	10,1	13,0	13,1
	1,75	4,84	4,88	6,88	6,92	9,79	9,86	12,6	12,7
	2,00	4,71	4,76	6,72	6,78	9,50	9,58	12,1	12,2
	2,25	4,54	4,59	6,56	6,62	9,19	9,28	11,7	11,8
	2,50	4,42	4,47	6,35	6,42	8,80	8,90	11,2	11,3
	2,75	4,29	4,35	6,11	6,21	8,40	8,48	10,7	10,7
	3,00	4,15	4,20	5,85	5,93	7,99	8,04	10,2	10,2
	3,25	4,01	4,07	5,58	5,66	7,58	7,59	9,74	9,59
	3,50	3,85	3,93	5,26	5,34	7,17	7,14	9,25	9,00
	3,75	3,63	3,73	4,94	5,00	6,76	6,68	8,77	8,41
	4,00	3,40	3,50	4,63	4,66	6,37	6,22	8,31	7,83
	4,25	3,16	3,25	4,32	4,32	5,99	5,77	7,87	7,24
	4,50	2,93	3,00	4,03	3,99	5,63	5,32	7,44	6,67
	4,75	2,70	2,76	3,74	3,67	5,28	4,88	7,04	6,10
	5,00	2,50	2,53	3,47	3,36	4,94	4,47	6,65	5,58
	5,25	2,32	2,33	3,24	3,10	4,62	4,12	6,28	5,08
	5,50	2,16	2,16	3,03	2,87	4,35	3,80	5,93	4,63
	5,75	2,02	2,00	2,85	2,66	4,10	3,52	5,63	4,23
	6,00	1,90	1,86	2,68	2,48	3,89	3,27	5,34	3,89
	6,25	1,79	1,74	2,54	2,31	3,69	3,03	5,06	3,58
	6,50	1,69	1,63	2,41	2,16	3,52	2,80	4,82	3,31
	6,75	1,60	1,53	2,29	2,03	3,36	2,60	4,60	3,07
	7,00	1,52	1,44	2,18	1,91	3,22	2,42	4,41	2,86
	7,25	1,45		2,09		3,09		4,23	
7,50	1,38		2,00		2,95		4,08		
7,75	1,32		1,92		2,83		3,93		
8,00	1,27		1,85		2,72		3,80		
8,25	1,22		1,78		2,62		3,69		
8,50	1,17		1,72		2,53		3,58		
PROPIEDADES									
A	cm ²	6,06		7,55		9,37		11,2	
$I_x/100$	cm ⁴	3,84		4,78		5,91		7,06	
$I_y/100$	cm ⁴	0,773		0,955		1,17		1,39	
i_x/i_y		2,23		2,24		2,24		2,26	
i_y	cm	3,57		3,56		3,54		3,52	
x_o	cm	-0,043		-0,043		-0,044		-0,045	
i_o	cm	8,73		8,71		8,69		8,68	

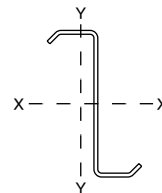
- NOTAS:
1. Las líneas horizontales indican $\lambda_C = 1,50$
 2. Se omiten los valores para $KL/i > 200$
 3. L_x : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje X-X.
 L_y : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje Y-Y.
 L_T : Longitud no arriostrada para torsión.

SERIE DE PERFILES Z-TUBEST

TABLA N° 8

Momentos Admisibles Z- TUBEST
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$

FICHA ZTUB2000 / 0055a-0



Momentos Admisibles $\frac{M_n}{\Omega_b}$ (tf-m)

Z -Altura	mm	Z 250			
Bs ala	mm	75			
Bi ala	mm	70			
C atiesador	mm	20			
e espesor	mm	1,6	2,0	2,5	3,0
R	mm	3,0	3,0	3,0	3,0
Peso	Kgf/ml	5,38	6,71	7,36	8,80
Mmáx	tf-m	0,721	0,920	0,921	1,110
LONGITUD, KL (m)	0,50	0,721	0,920	1,24	1,50
	0,75	0,721	0,920	1,24	1,50
	1,00	0,721	0,920	1,24	1,50
	1,25	0,721	0,920	1,24	1,50
	1,50	0,721	0,920	1,24	1,50
	1,75	0,715	0,913	1,23	1,48
	2,00	0,693	0,891	1,19	1,42
	2,25	0,668	0,866	1,14	1,36
	2,50	0,639	0,838	1,08	1,29
	2,75	0,608	0,805	1,01	1,21
	3,00	0,572	0,757	0,942	1,12
	3,25	0,531	0,697	0,863	1,02
	3,50	0,500	0,631	0,777	0,922
	3,75	0,450	0,557	0,686	0,813
	4,00	0,396	0,490	0,603	0,714
	4,25	0,351	0,434	0,534	0,633
	4,50	0,313	0,387	0,477	0,564
	4,75	0,281	0,347	0,428	0,507
	5,00	0,253	0,313	0,386	0,457
	5,25	0,230	0,284		
5,50					
L200		9,00	8,79	8,08	7,98
PROPIEDADES					
Wx	cm ³	50,6	62,9	77,7	92,6
V	tf	1,03	2,01	3,98	6,00
R10	tf	0,363	0,593	0,872	1,30
Rh	tf	0,657	0,998	1,33	1,86
P10	tf	0,627	0,992	1,50	2,18
Ph	tf	1,05	1,53	2,11	2,87

- NOTAS:
1. Para flexión y compresión, la resistencia efectiva se ha calculado sin considerar el incremento por el trabajo de formado en frío.
 2. Se omiten los valores de $\left(\frac{M_n}{\Omega_b}\right)$ inferiores a $0,3 M_{máx}$.
 3. L₂₀₀ en metros (obtenido para vigas simplemente apoyadas).
 4. $\Omega_b = 1,67$.
 5. $C_b = 1,0$.

SERIE DE PERFILES Z-TUBEST

TABLA N° 8

Cargas axiales admisibles Z-TUBEST
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$

FICHA ZTUB2000 / 0055b-0

Cargas Axiales Admisibles P_x^T y P_y^F (tf)

Z -Altura	mm	Z 250							
Bs ala	mm	75							
Bi ala	mm	70							
C atiesador	mm	20							
e espesor	mm	1,6	2,0	2,5	3,0				
R	mm	3,0	3,0	3,0	3,0				
Peso	Kgf/ml	5,38	6,71	8,34	9,98				
Cargas	tf	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F	P_x^T	P_y^F
LONGITUD, KL (m)	0,50	5,29	5,29	7,39	7,39	10,8	10,8	14,3	14,3
	0,75	5,25	5,24	7,35	7,34	10,8	10,7	14,2	14,1
	1,00	5,19	5,18	7,29	7,28	10,6	10,6	13,9	13,9
	1,25	5,10	5,09	7,21	7,20	10,5	10,4	13,6	13,6
	1,50	5,01	4,99	7,11	7,08	10,2	10,2	13,3	13,2
	1,75	4,90	4,87	6,98	6,94	9,98	9,90	12,9	12,8
	2,00	4,77	4,73	6,83	6,78	9,70	9,59	12,5	12,3
	2,25	4,60	4,56	6,67	6,59	9,40	9,23	12,0	11,7
	2,50	4,49	4,44	6,47	6,37	9,02	8,79	11,5	11,2
	2,75	4,36	4,27	6,24	6,10	8,62	8,33	11,0	10,6
	3,00	4,21	4,15	5,98	5,80	8,20	7,86	10,5	10,0
	3,25	4,08	4,00	5,71	5,47	7,79	7,37	10,0	9,38
	3,50	3,93	3,79	5,39	5,11	7,37	6,89	9,52	8,75
	3,75	3,72	3,56	5,07	4,75	6,95	6,40	9,02	8,12
	4,00	3,50	3,29	4,75	4,39	6,54	5,92	8,53	7,50
	4,25	3,26	3,02	4,44	4,04	6,15	5,44	8,05	6,89
	4,50	3,02	2,76	4,14	3,70	5,76	4,97	7,59	6,29
	4,75	2,79	2,53	3,85	3,38	5,39	4,55	7,15	5,75
	5,00	2,58	2,32	3,56	3,11	5,02	4,18	6,72	5,28
	5,25	2,39	2,14	3,32	2,87	4,70	3,86	6,31	4,87
	5,50	2,23	1,98	3,10	2,66	4,41	3,58	5,94	4,50
	5,75	2,08	1,84	2,91	2,48	4,15	3,32	5,62	4,18
	6,00	1,95	1,72	2,74	2,31	3,92	3,10	5,33	3,89
	6,25	1,84	1,61	2,58	2,16	3,72	2,89	5,08	3,58
	6,50	1,73	1,51	2,45	2,03	3,53	2,71	4,84	3,31
	6,75	1,64		2,32		3,37		4,64	
	7,00	1,56		2,21		3,22		4,45	
	7,25	1,48		2,11		3,08		4,28	
7,50	1,41		2,02		2,96		4,12		
7,75	1,35		1,93		2,84		3,98		
8,00	1,29		1,85		2,74		3,84		
8,25	1,23		1,78		2,64		3,70		
8,50	1,19		1,72		2,56		3,57		
PROPIEDADES									
A	cm ²	6,86	8,55	10,6	12,7				
$I_x/100$	cm ⁴	6,44	8,02	9,92	11,9				
$I_y/100$	cm ⁴	0,773	0,955	1,17	1,39				
i_x/i_y		2,89	2,90	2,91	2,92				
i_y	cm	3,36	3,34	3,32	3,30				
x_o	cm	-0,040	-0,040	-0,040	-0,040				
i_o	cm	10,3	10,2	10,2	10,2				

- NOTAS:
1. Las líneas horizontales indican $\lambda_C = 1,50$
 2. Se omiten los valores para $KL/i > 200$
 3. L_x : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje X-X.
 L_y : Longitud no arriostrada para flexión alrededor del eje Y-Y.
 L_T : Longitud no arriostrada para torsión.

- A : Área de la sección transversal del perfil
- I_x : Momento de inercia en torno al eje X
- I_y : Momento de inercia en torno al eje Y
- P_{10} : Carga admisible en el tramo, determinada por la capacidad resistente al aplastamiento y al pandeo vertical del alma, para una longitud de placa de 10 cm.
- P_h : Carga admisible en el tramo, determinada por la capacidad resistente al aplastamiento y al pandeo vertical del alma, para una longitud de placa h
- P_{xT} : Capacidad admisible en compresión pura por pandeo torsional o flexo-torsional en torno a x-x
- P_{yF} : Capacidad admisible en compresión pura por pandeo por flexión en torno al eje y-y
- R_{10} : Reacción en el apoyo, determinada por la capacidad resistente del alma al aplastamiento y al pandeo vertical, para una longitud de placa de 10 cm.
- R_h : Reacción en el apoyo, determinada por la capacidad resistente del alma al aplastamiento y al pandeo vertical, para una longitud de placa h
- V : Corte vertical máximo para cualquier condición de carga simétrica
- W_x : Módulo resistente en torno al eje X
- h : Altura plana de la sección
- i_o : Radio de giro polar de la sección en torno al centro de corte
- i_x : Radio de giro de la sección en torno al eje X
- i_y : Radio de giro de la sección en torno al eje Y
- x_o : Distancia desde el centro de corte al centroide según el eje X
- L_{200} : Longitud máxima admisible de una viga, para una deformación L_{200} , al estar solicitada a su capacidad máxima.

tablas de selección rápida para diseño

Perfil Z-Tubest

SISTEMA DE COSTANERAS Z-TUBEST

TABLA N° 9

Carga admisible simplemente apoyada
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$

FICHA ZTUB2000 / 0060-0

Condición de apoyo:
Costanera simplemente apoyada sin cubierta rígida
Carga Admisible q (kgf/ml)

Distancia entre apoyos (m)		5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00							
Distancia entre colgadores (m)		1,67	2,00	2,33	2,00	2,25	2,50							
SECCION Z-TUBEST	Peso	SIN CUBIERTA RIGIDA												
	kgf/ml	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	
Z 100x50x15x1,6	2,74	52	38	32	22	21	14	18	9	13	6	9	5	
	2	3,42	64	47	40	27	25	17	23	11	16	8	12	6
	2,5	4,22	77	57	48	33	31	21	28	14	20	10	14	7
	3	5,04	91	68	57	40	36	25	32	17	23	12	16	9
Z 125x50x15x1,6	3,06	68	63	42	36	26	23	24	15	17	11	12	8	
	2	3,81	84	78	52	45	32	28	30	19	21	13	15	10
	2,5	4,71	103	95	64	55	40	35	36	23	26	16	18	12
	3	5,62	121	114	74	66	47	42	42	28	30	20	21	14
Z 150x50x15x1,6	3,37	86	95	53	55	32	35	30	23	21	16	15	12	
	2	4,20	106	119	65	69	40	43	37	29	26	20	18	15
	2,5	5,20	130	146	79	84	49	53	45	36	32	25	22	18
	3	6,21	152	174	93	101	57	63	53	43	37	30	26	22
Z 175x75x20x1,6	4,44	140	183	94	106	67	67	53	45	41	31	32	23	
	2	5,54	189	227	128	131	90	83	72	55	56	39	44	28
	2,5	6,87	247	281	166	162	115	102	94	69	71	48	55	35
	3	8,22	293	335	196	194	136	122	111	82	84	58	65	42
Z 200x75x20x1,6	4,75	167	248	113	143	80	90	64	60	49	42	38	31	
	2	5,93	226	308	152	178	107	112	86	75	66	53	52	39
	2,5	7,36	295	381	197	221	136	139	111	93	84	65	65	48
	3	8,80	350	455	233	264	161	166	132	111	100	78	77	57
Z 250x75x20x1,6	5,38	220	415	149	240	107	151	84	101	65	71	51	52	
	2	6,71	306	517	204	299	143	189	115	126	88	89	69	65
	2,5	8,34	398	640	263	370	181	233	149	156	112	110	86	80
	3	9,98	472	765	311	443	215	279	176	187	133	131	102	96

NOTAS: 1. Q_t : Capacidad de carga por tensiones.
 Q_d : Capacidad de carga por deformación máxima L/200

2. Para cualquier pendiente de techo entre 0% y 35 %

SISTEMA DE COSTANERAS Z-TUBEST

TABLA N° 10

Carga admisible simplemente apoyada
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$

FICHA ZTUB2000 / 0065-0

Condición de apoyo:
Costanera simplemente apoyada con cubierta rígida
Carga Admisible q (kgf/ml)

Distancia entre apoyos (m)		5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00							
SECCION Z-TUBEST	Peso	CON CUBIERTA RIGIDA												
	kgf/ml	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	
Z 100x50x15x1,6	2,74	58	38	40	22	29	14	23	9	18	6	14	5	
	2	3,42	70	47	49	27	36	17	28	11	22	8	18	6
	2,5	4,22	86	57	60	33	44	21	34	14	27	10	22	7
	3	5,04	101	68	70	40	51	25	39	17	31	12	25	9
Z 125x50x15x1,6	3,06	77	63	54	36	39	23	30	15	24	11	19	8	
	2	3,81	95	78	66	45	48	28	37	19	29	13	24	10
	2,5	4,71	116	95	81	55	59	35	45	23	36	16	29	12
	3	5,62	137	114	95	66	70	42	53	28	42	20	34	14
Z 150x50x15x1,6	3,37	99	95	68	55	50	35	39	23	30	16	25	12	
	2	4,20	121	119	84	69	62	43	47	29	37	20	30	15
	2,5	5,20	149	146	104	84	76	53	58	36	46	25	37	18
	3	6,21	176	174	122	101	90	63	69	43	54	30	44	22
Z 175x75x20x1,6	4,44	140	183	97	106	71	67	55	45	43	31	35	23	
	2	5,54	189	227	131	131	96	83	74	55	58	39	47	28
	2,5	6,87	247	281	172	162	126	102	97	69	76	48	62	35
	3	8,22	293	335	203	194	149	122	114	82	90	58	73	42
Z 200x75x20x1,6	4,75	167	248	116	143	85	90	65	60	52	42	42	31	
	2	5,93	226	308	157	178	115	112	88	75	70	53	57	39
	2,5	7,36	295	381	205	221	151	139	115	93	91	65	74	48
	3	8,80	327	455	227	264	167	166	128	111	101	78	82	57
Z 250x75x20x1,6	5,38	220	415	153	240	112	151	86	101	68	71	55	52	
	2	6,71	307	517	213	299	156	189	120	126	95	89	77	65
	2,5	8,34	399	640	277	370	204	233	156	156	123	110	100	80
	3	9,98	474	765	329	443	242	279	185	187	146	131	118	96

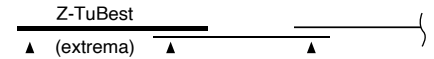
NOTAS: 1. Q_t : Capacidad de carga por tensiones.
 Q_d : Capacidad de carga por deformación máxima L/200

2. Para cualquier pendiente de techo entre 0% y 35 %

SISTEMA DE COSTANERAS Z-TUBEST

TABLA N° 11
Carga admisible continua extrema
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$
FICHA ZTUB2000 / 0070-0

Condición de apoyo:
Costanera continua sin cubierta rígida
Z-TuBest (extrema)
Carga Admisible q (kgf/ml)



Distancia entre apoyos (m)		5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00							
Distancia entre colgadores (m)		1,67	2,00	2,33	2,00	2,25	2,50							
SECCION Z-TUBEST	Peso	SIN CUBIERTA RIGIDA												
	kgf/ml	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	
Z 100x50x15x1,6	2,74	85	85	53	49	34	31	29	21	21	15	15	11	
	2	3,42	104	105	65	61	42	38	36	26	25	18	18	13
	2,5	4,22	127	129	80	75	52	47	44	31	31	22	22	16
	3	5,04	149	154	94	89	60	56	51	37	36	26	26	19
Z 125x50x15x1,6	3,06	112	141	70	81	44	51	38	34	27	24	19	18	
	2	3,81	138	175	86	101	54	64	47	43	33	30	23	22
	2,5	4,71	169	214	105	124	67	78	57	52	40	37	28	27
	3	5,62	198	256	123	148	78	93	67	63	47	44	33	32
Z 150x50x15x1,6	3,37	141	214	87	124	54	78	47	52	33	37	23	27	
	2	4,20	174	266	107	154	67	97	58	65	40	46	28	33
	2,5	5,20	213	327	131	189	82	119	71	80	49	56	34	41
	3	6,21	250	391	154	226	96	143	84	95	58	67	39	49
Z 175x75x20x1,6	4,44	226	410	154	237	109	149	86	100	66	70	52	51	
	2	5,54	306	510	209	295	148	186	116	124	89	87	70	64
	2,5	6,87	401	630	271	365	189	230	151	154	114	108	88	79
	3	8,22	474	753	320	436	223	274	178	184	135	129	104	94
Z 200x75x20x1,6	4,75	271	556	184	322	130	203	102	136	79	95	61	70	
	2	5,93	366	692	248	401	175	252	138	169	106	119	83	87
	2,5	7,36	478	856	321	495	223	312	179	209	135	147	104	107
	3	8,80	566	1022	380	592	265	373	212	250	160	175	123	128
Z 250x75x20x1,6	5,38	356	933	242	540	173	340	136	228	105	160	82	117	
	2	6,71	496	1162	333	672	234	423	186	284	142	199	110	145
	2,5	8,34	647	1437	429	831	297	524	238	351	179	246	137	180
	3	9,98	767	1718	509	994	352	626	283	419	213	295	163	215

NOTAS: 1. Q_t : Capacidad de carga por tensiones.
 Q_d : Capacidad de carga por deformación máxima L/200

2. Para cualquier pendiente de techo entre 0% y 35 %

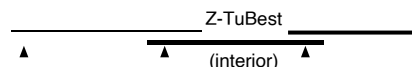
SISTEMA DE COSTANERAS Z-TUBEST

TABLA N° 12

Carga admisible continua interior
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$

FICHA ZTUB2000 / 0075-0

Condición de apoyo:
Costanera continua sin cubierta rígida
Z-TuBest (interior)
Carga Admisible q (kgf/ml)



Distancia entre apoyos (m)		5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00							
Distancia entre colgadores (m)		1,67	2,00	2,33	2,00	2,25	2,50							
SECCION Z-TUBEST	Peso	SIN CUBIERTA RIGIDA												
	kgf/ml	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	
Z 100x50x15x1,6	2,74	114	350	79	203	58	128	45	86	35	60	29	44	
	2	3,42	140	435	97	252	71	159	55	106	43	75	35	54
	2,5	4,22	171	534	119	309	87	195	67	130	53	92	43	67
	3	5,04	200	636	139	368	102	232	78	155	62	109	50	80
Z 125x50x15x1,6	3,06	153	583	106	337	78	212	60	142	47	100	38	73	
	2	3,81	188	726	131	420	96	265	73	177	58	124	47	91
	2,5	4,71	230	888	160	514	118	324	90	217	71	152	58	111
	3	5,62	271	1062	188	615	138	387	106	259	84	182	68	133
Z 150x50x15x1,6	3,37	196	888	136	514	100	324	76	217	60	152	49	111	
	2	4,20	241	1104	167	639	123	402	94	270	74	189	60	138
	2,5	5,20	296	1356	205	785	151	494	116	331	91	233	74	170
	3	6,21	349	1620	242	938	178	590	136	396	108	278	87	203
Z 175x75x20x1,6	4,44	277	1698	192	983	141	619	108	415	85	291	69	212	
	2	5,54	375	2112	261	1222	191	770	147	516	116	362	94	264
	2,5	6,87	491	2610	341	1510	250	951	192	637	151	448	123	326
	3	8,22	581	3120	403	1806	296	1137	227	762	179	535	145	390
Z 200x75x20x1,6	4,75	332	2304	231	1333	169	840	130	563	102	395	83	288	
	2	5,93	449	2868	312	1660	229	1045	175	700	139	492	112	359
	2,5	7,36	586	3546	407	2052	299	1292	229	866	181	608	147	443
	3	8,80	694	4236	482	2451	354	1544	271	1034	214	726	173	530
Z 250x75x20x1,6	5,38	436	3864	303	2236	223	1408	170	943	135	663	109	483	
	2	6,71	608	4812	422	2785	310	1754	238	1175	188	825	152	602
	2,5	8,34	792	5952	550	3444	404	2169	310	1453	245	1021	198	744
	3	9,98	940	7116	653	4118	480	2593	367	1737	290	1220	235	890

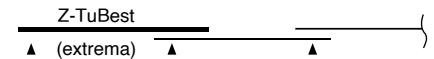
NOTAS: 1. Q_t : Capacidad de carga por tensiones.
 Q_d : Capacidad de carga por deformación máxima $L/200$

2. Para cualquier pendiente de techo entre 0% y 35 %

SISTEMA DE COSTANERAS Z-TUBEST

TABLA N° 13
Carga admisible continua extrema
A42-27 ES $F_y=2700 \text{ Kg/cm}^2$
FICHA ZTUB2000 / 0080-0

Condición de apoyo:
Costanera continua con cubierta rígida
Z-TuBest (extrema)
Carga Admisible q (kgf/ml)

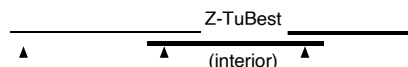


Distancia entre apoyos (m)		5,00		6,00		7,00		8,00		9,00		10,00		
SECCION Z-TUBEST	Peso	CON CUBIERTA RIGIDA												
	kgf/ml	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	
Z 100x50x15x1,6	2,74	93	85	65	49	48	31	36	21	27	15	21	11	
	2	3,42	114	105	79	61	58	38	44	26	33	18	26	13
	2,5	4,22	139	129	97	75	71	47	53	31	41	22	31	16
	3	5,04	163	154	113	89	83	56	63	37	47	26	37	19
Z 125x50x15x1,6	3,06	125	141	87	81	64	51	47	34	36	24	28	18	
	2	3,81	153	175	107	101	78	64	58	43	44	30	34	22
	2,5	4,71	188	214	131	124	96	78	71	52	54	37	42	27
	3	5,62	221	256	154	148	113	93	84	63	63	44	49	32
Z 150x50x15x1,6	3,37	160	214	111	124	81	78	60	52	45	37	35	27	
	2	4,20	196	266	136	154	100	97	74	65	56	46	43	33
	2,5	5,20	241	327	168	189	123	119	90	80	68	56	53	41
	3	6,21	284	391	198	226	145	143	106	95	80	67	62	49
Z 175x75x20x1,6	4,44	226	410	157	237	115	149	88	100	70	70	56	51	
	2	5,54	306	510	213	295	156	186	120	124	95	87	77	64
	2,5	6,87	401	630	278	365	204	230	156	154	124	108	100	79
	3	8,22	474	753	329	436	242	274	185	184	146	129	119	94
Z 200x75x20x1,6	4,75	271	556	188	322	138	203	106	136	84	95	68	70	
	2	5,93	366	692	254	401	187	252	143	169	113	119	92	87
	2,5	7,36	478	856	332	495	244	312	187	209	148	147	120	107
	3	8,80	566	1022	393	592	289	373	221	250	175	175	142	128
Z 250x75x20x1,6	5,38	356	933	247	540	182	340	139	228	110	160	89	117	
	2	6,71	496	1162	345	672	253	423	194	284	153	199	124	145
	2,5	8,34	647	1437	449	831	330	524	253	351	200	246	162	180
	3	9,98	767	1718	533	994	392	626	300	419	237	295	192	215

NOTAS: 1. Q_t : Capacidad de carga por tensiones.
 Q_d : Capacidad de carga por deformación máxima L/200

2. Para cualquier pendiente de techo entre 0% y 35 %

Condición de apoyo:
Costanera continua con cubierta rígida
Z-TuBest (interior)
Carga Admisible q (kgf/ml)



Distancia entre apoyos (m)		5,00		6,00		7,00		8,00		9,00		10,00		
SECCION Z-TUBEST	Peso	CON CUBIERTA RIGIDA												
	kgf/ml	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	Qt	Qd	
Z 100x50x15x1,6	2,74	134	350	93	203	69	128	52	86	39	60	31	44	
	2	3,42	164	435	114	252	84	159	64	106	48	75	38	54
	2,5	4,22	201	534	139	309	102	195	78	130	59	92	46	67
	3	5,04	235	636	163	368	120	232	92	155	69	109	54	80
Z 125x50x15x1,6	3,06	180	583	125	337	92	212	70	142	52	100	41	73	
	2	3,81	221	726	153	420	113	265	86	177	64	124	50	91
	2,5	4,71	271	888	188	514	138	324	106	217	79	152	62	111
	3	5,62	319	1062	221	615	163	387	124	259	92	182	72	133
Z 150x50x15x1,6	3,37	230	888	160	514	117	324	90	217	66	152	51	111	
	2	4,20	283	1104	196	639	144	402	110	270	81	189	63	138
	2,5	5,20	348	1356	242	785	177	494	136	331	100	233	78	170
	3	6,21	410	1620	285	938	209	590	160	396	117	278	91	203
Z 175x75x20x1,6	4,44	325	1698	226	983	166	619	127	415	100	291	81	212	
	2	5,54	441	2112	306	1222	225	770	172	516	136	362	110	264
	2,5	6,87	577	2610	401	1510	294	951	225	637	178	448	144	326
	3	8,22	683	3120	474	1806	348	1137	267	762	211	535	171	390
Z 200x75x20x1,6	4,75	390	2304	271	1333	199	840	152	563	120	395	98	288	
	2	5,93	528	2868	366	1660	269	1045	206	700	163	492	132	359
	2,5	7,36	689	3546	478	2052	351	1292	269	866	213	608	172	443
	3	8,80	816	4236	566	2451	416	1544	319	1034	252	726	204	530
Z 250x75x20x1,6	5,38	513	3864	356	2236	262	1408	200	943	158	663	128	483	
	2	6,71	715	4812	496	2785	365	1754	279	1175	221	825	179	602
	2,5	8,34	931	5952	647	3444	475	2169	364	1453	287	1021	233	744
	3	9,98	1105	7116	768	4118	564	2593	432	1737	341	1220	276	890

NOTAS: 1. Q_t : Capacidad de carga por tensiones.
 Q_d : Capacidad de carga por deformación máxima L/200

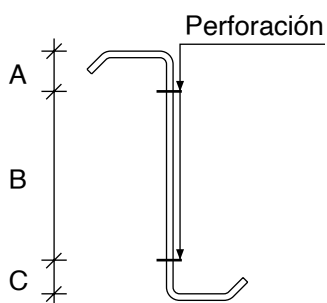
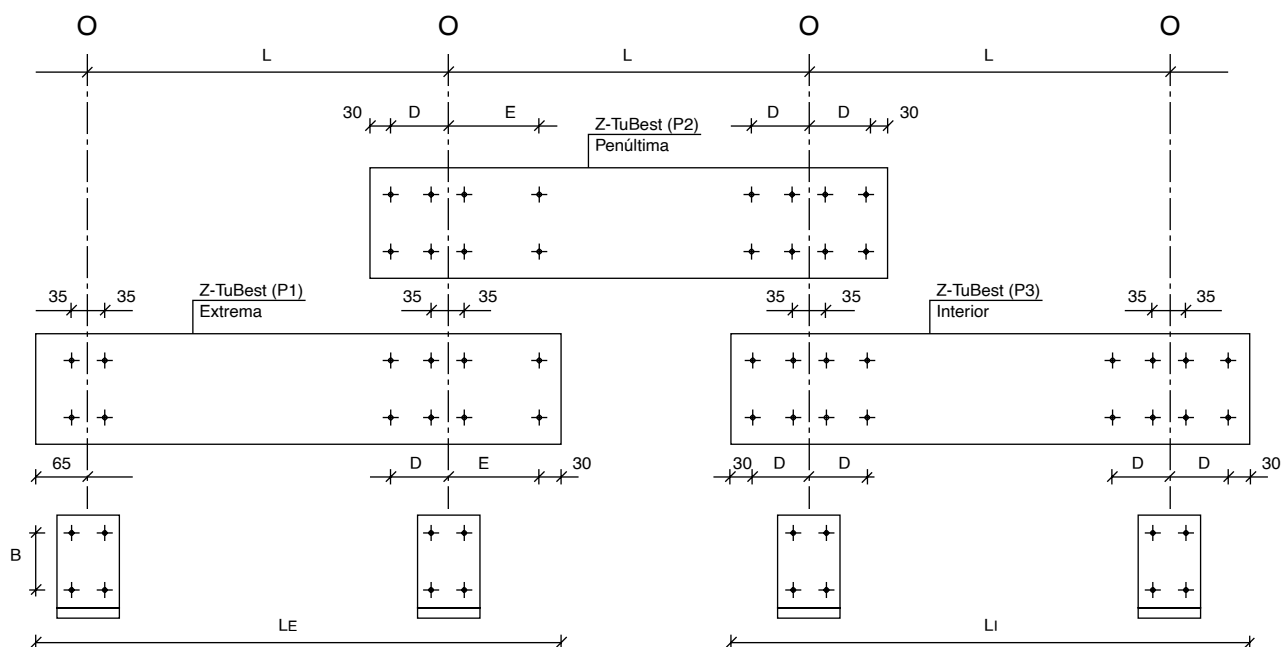
2. Para cualquier pendiente de techo entre 0% y 35 %

esquema de traslapo y conexiones

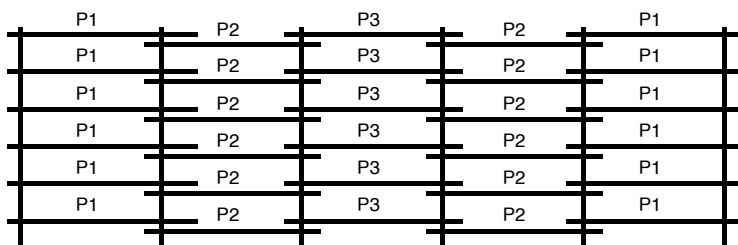
Perfil Z-Tubest

ESQUEMA DE TRASLAPO

Detalles de Encuentro



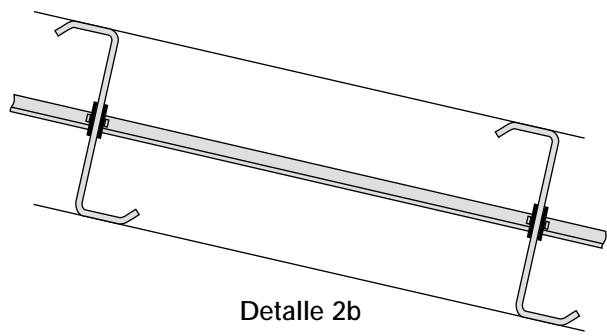
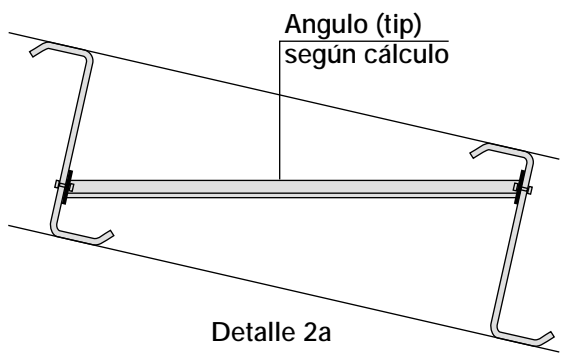
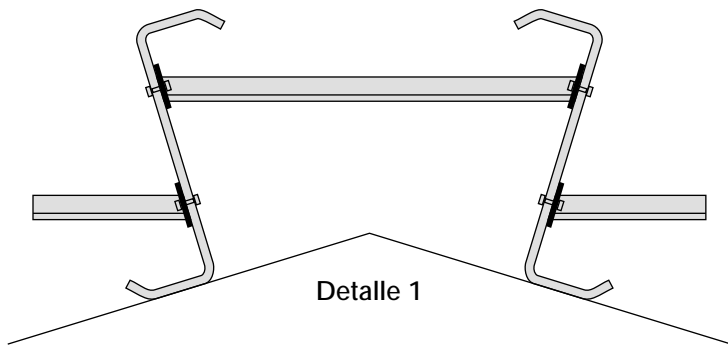
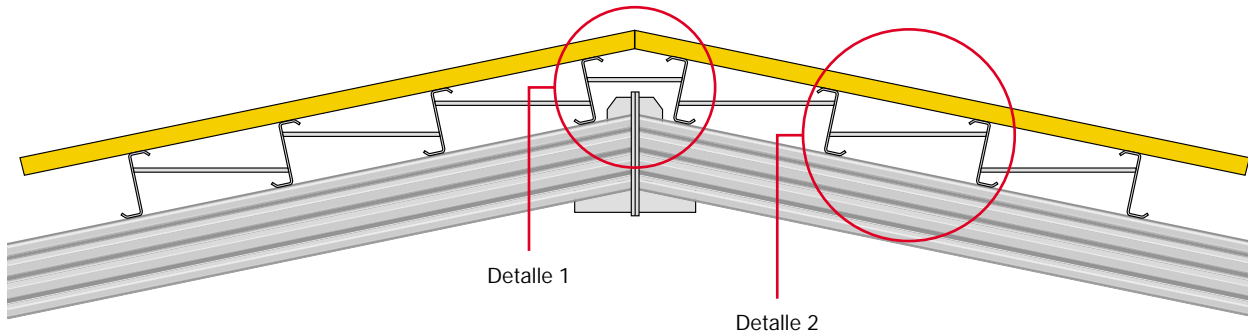
Posición en planta Perfil Z-TuBest

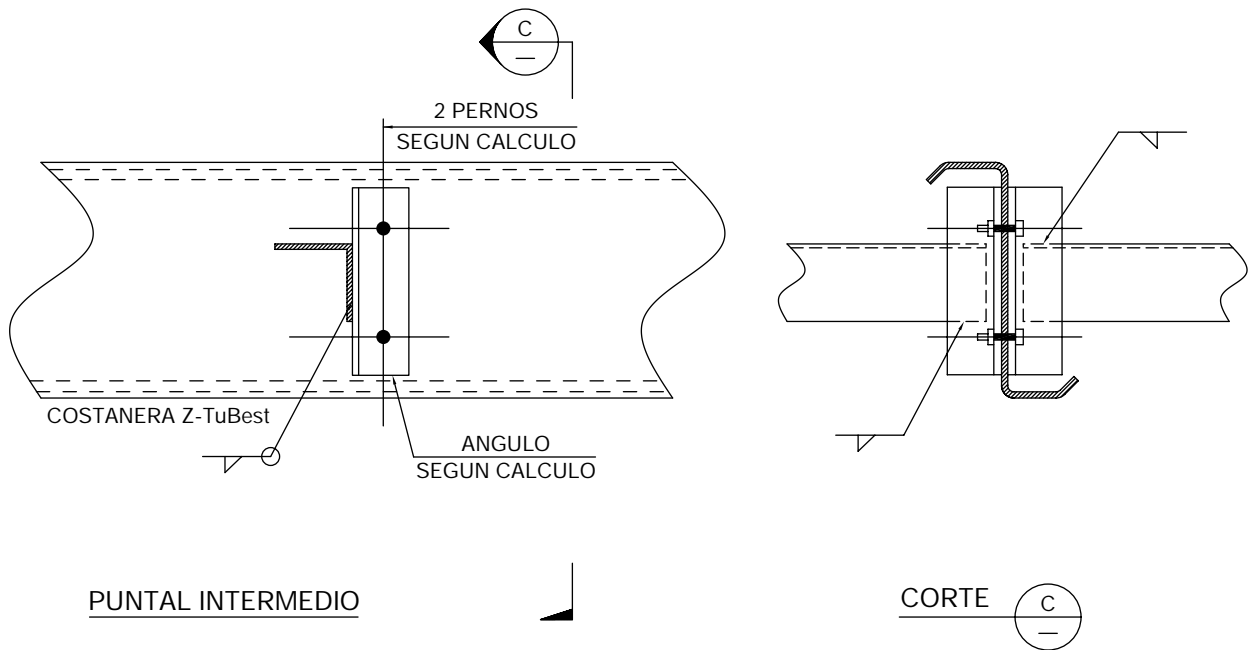


	Distancia entre perforación (mm)		
	A	B	C
Z 100	34	35	31
Z 125	34	60	31
Z 150	36	80	34
Z 175	36	105	34
Z 200	41	120	39
Z 250	41	170	39

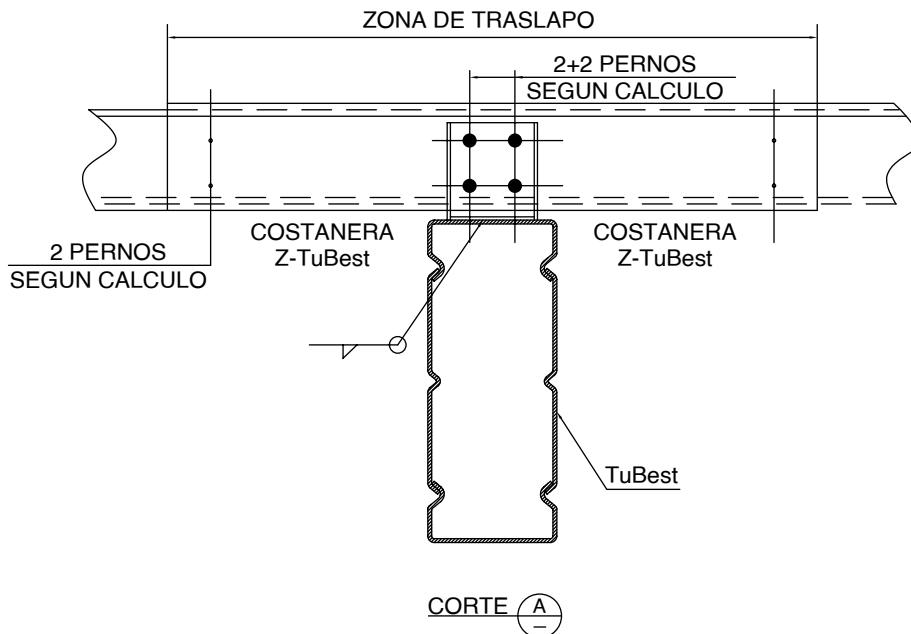
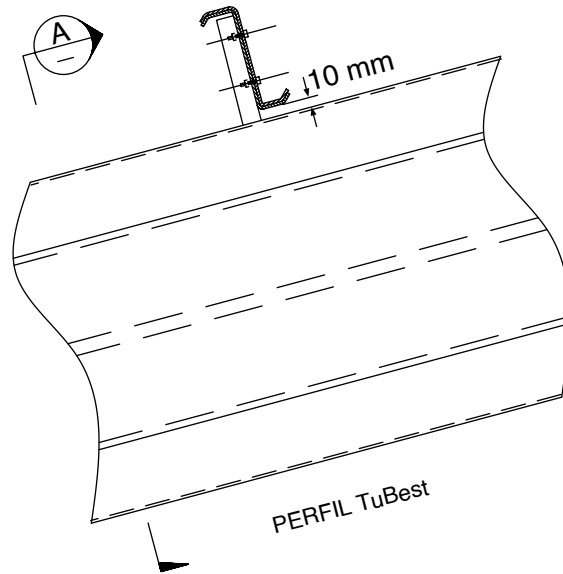
Distancia entre apoyos L (mm)	Dimensiones (mm)			
	D	E	L _I	L _E
5000	370	705	5800	5800
6000	420	805	6900	6900
7000	470	905	8000	8000
8000	520	1005	9100	9100
9000	570	1105	10200	10200
10000	620	1205	11300	11300

L_E, L_I, corresponden al largo real del Perfil Z-TuBest, para cada distancia entre apoyo indicada.

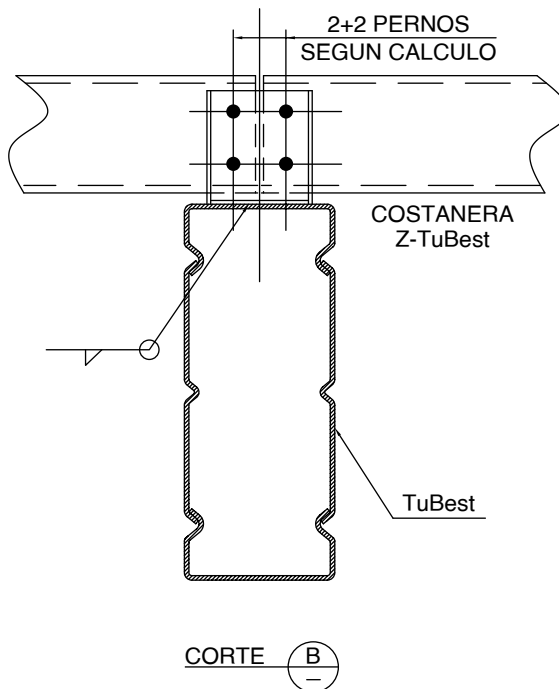
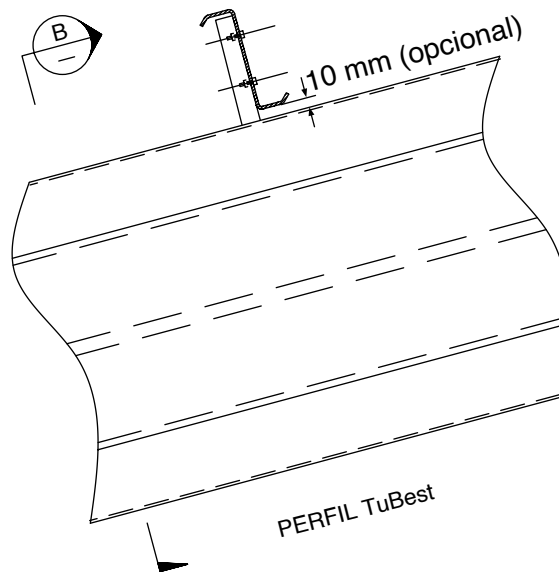




Z-TuBest continua



Z-TuBest simplemente apoyada



ejemplo de diseño

Perfil Z-Tubest

EJEMPLO N° 1

Diseñar el sistema de costaneras indicado mediante secciones **Z-Tubest** de Cintac. Considerando por bases de diseño acero A42-27ES y espesor mínimo de 2 mm.

Datos:

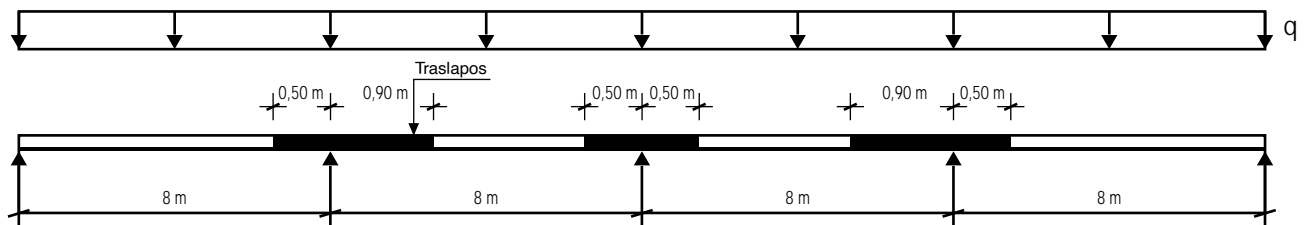
- 1.- Sistema de costaneras de 4 vanos con marcos modulados a 8 metros.
- 2.- Panel de techo anclado continuamente a las costaneras, que cumple con requerimientos de diafragma.
- 3.- Pendiente de la cubierta: 12%.
- 4.- Distancia entre costaneras: 1,60 metros.

Suposiciones:

- 1.- Se usará costaneras continuas **Z-TuBest** de Cintac, unidas de tal forma que exista continuidad total.
- 2.- Sistema y cargas son simétricos, por lo tanto sólo se verifican los dos primeros tramos de continuidad.
- 3.- Cargas según NCh1537 y NCh432.
- 4.- Son válidos los criterios de diseño indicados en el presente manual.

Solución:

Se tiene la siguiente viga continua con los traslapos de secciones **Z-TuBest**.



Combinaciones de carga:

- I Peso propio + sobrecarga (normal)
- II Peso propio + viento (eventual)

Estados de carga:

- Peso propio: costaneras: 5 kgf/m² (suposición)
cubierta: 5 kgf/m²
- Sobrecarga: según NCh1537: 72kgf/m²
- Viento: según NCh 432: 75kgf/m² (v=125 km/hr)
coef. forma c = 0,4 (máxima succión).

$$\Rightarrow q_{pp} = 10 \times 1,6 \times \cos \alpha = 15,9 \text{ kgf/m}$$

$$q_{SC} = 72 \times 1,6 \times \cos \alpha = 114,4 \text{ kgf/m}$$

$$q_v = 0,4 \times 75 \times 1,6 = 48,0 \text{ kgf/m}$$

En combinaciones de carga:

- I Peso Propio + Sobrecarga $q = 15,9 + 114,4 = 130 \text{ kgf/m}$
- II Peso Propio + Viento $q = 15,9 - 48,0 = -32 \text{ kgf/m}$ (succión).

Selección de Z-TuBest

De las tablas de selección rápida se obtienen los siguientes pares de secciones posibles:

- (a) Z175 x 75 x 20 x 2 interior Peso medio = 6,205 kgf/m
Z175 x 75 x 20 x 2,5 extrema
- (b) Z200 x 75 x 20 x 1,6 interior Peso medio = 5,340 kgf/m
Z200 x 75 x 20 x 2,0 extrema

La alternativa (b) es más conveniente en este caso, sin embargo por condiciones de espesor mínimo se considera:

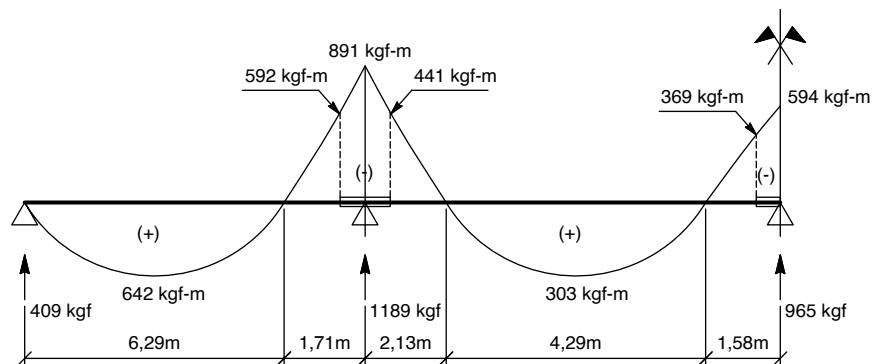
Usar Z200 x 75 x 20 x 2,0 extrema e interior

VERIFICACION PASO A PASO

Se verificará el diseño obtenido mediante las tablas, estudiando todas las disposiciones requeridas por la especificación del AISI :

Se verá la **combinación I Peso Propio + Sobrecarga** $q = 130 \text{ kgf/m}$

El diagrama de esfuerzos corresponde en este caso a:



Capacidad requerida (demanda)

Tramo Extremo

- Momento positivo máximo $M^+ = 642 \text{ kgf-m}$
- Momento negativo en apoyo $M^- = 891 \text{ kgf-m}$
- Momento negativo en extremo del traslato $M^- = 592 \text{ kgf-m}$

Tramo Interior

- Momento negativo en extremo traslato izq. $M^- = 441 \text{ kgf-m}$
- Momento positivo máximo $M^+ = 303 \text{ kgf-m}$
- Momento negativo en extremo traslato der. $M^+ = 369 \text{ kgf-m}$
- Momento negativo apoyo central $M^- = 594 \text{ kgf-m}$

Capacidad resistente tramo exterior

1.- En el tramo para momento positivo máximo, se asume sección 100% arriostrada.

Verificamos sección de tabla: Z 200 x 75 x 20 x 2

$M_n = S_e F_y$; se debe cumplir $M_n / \Omega_b \leq 642 \text{ kgf}\cdot\text{m}$

Con $\Omega_b = 1,67$

Cálculo módulo elástico efectivo, S_e :

Alas: $w/e = (75 - 4 \times 2) / 2 = 33,5$ $S = 1,28 \sqrt{E/f}$

E: módulo de elasticidad = $2.100.000 \text{ kgf}/\text{cm}^2$

f: tensión de trabajo = M/S_x

$$\Rightarrow f = 64.200 / 46,7 = 1375 \text{ kg}/\text{cm}^2 \quad \Rightarrow S = 1,28 \sqrt{2.100.000 / 1.375} = 50,0$$

\therefore Caso II $S/3 \leq w/e \leq S$ $n = 0,5$

$$(D/w) = 20 / (75 - 4 \times 2) = 0,299 < 0,80$$

$$\Rightarrow k_a = 5,25 - 5(D/w) = 5,25 - 5 \times 0,299 = 3,76 < 4,0$$

$$k_u = 0,43$$

$$I_a = 399 e^4 \{(w/e) / S - \sqrt{k_u / 4}\}^3 = 0,0256$$

$$I_s = 0,0417 e d^3 = 0,0486$$

$$\Rightarrow C_2 = I_s / I_a = 0,0486 / 0,0256 = 1,898 > 1,0 \quad \text{No}$$

$$\therefore C_2 = 1,00$$

$$\Rightarrow k = C_2^n (k_a - k_u) + k_u = 1,00^{0,5} (3,76 - 0,43) + 0,43 = 3,76$$

Ancho efectivo con $k = 3,76$
 $f = 1.375 \text{ kgf/cm}^2$

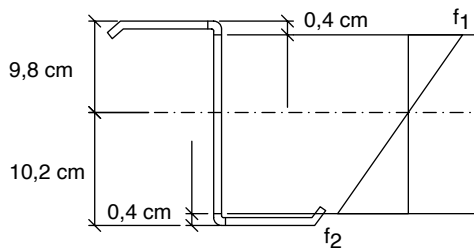
$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{3,76}} \times 33,5 \times \sqrt{\frac{1.375}{2.100.000}} = 0,465 < 0,673$$

\therefore No hay reducción en alas.

Alma: $\frac{w}{e} = \frac{200 - 3 \times 2}{2} = 97$

$$\Psi = f_2 / f_1$$

Como primera iteración se asume eje neutro de la sección sin reducciones, luego:



$$I_{xx} = 478 \text{ cm}^4$$

$$\Rightarrow f_1 = \frac{64.200 \times (98 - 0,4)}{478} = 1.262 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{compresión}$$

$$f_2 = \frac{64.200 \times (10,2 - 0,4)}{478} = 1.316 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{tracción}$$

$$\Psi = -1.316 / 1.262 = -1,043$$

$$k = 4 + 2(1 - \Psi)^3 + 2(1 - \Psi) = 4 + 2(1 + 1,043)^3 + 2(1 + 1,043) = 25,1$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{25,1}} \times 97 \times \sqrt{\frac{1.262}{2.100.000}} = 0,499 < 0,673$$

\therefore El alma es 100% efectiva, por lo tanto no hay necesidad de realizar una nueva iteración.

$$\therefore S_e = S_x = 46,7 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow \frac{M_n}{\Omega_b} = \frac{2.700 \times 46,7 \times 0,01}{1,67} = 755 \text{ kgf-m} > 642 \text{ kgf-m} \quad \text{OK!}$$

Conservadoramente se puede usar el módulo elástico efectivo para el caso de momento de inicio de fluencia o momento máximo que se entrega en la tabla correspondiente (pag. 56).

En ese caso $S_e = 42,1 \text{ cm}^3$

$$\Rightarrow \frac{M_n}{\Omega_b} = \frac{2.700 \times 42,1 \times 0,01}{1,67} = 681 \text{ kgf-m} > 642 \text{ kgf-m} \quad \text{OK!}$$

2.- En la zona de momento negativo entre el traslapeo y el punto de inflexión se asume cantilever con borde libre.

$$M_e = \frac{\pi^2 E C_b d l y_c}{2 L^2} ; \quad L = 1,71 \text{ m} - 0,5 \text{ m} = 1,21 \text{ m} \\ C_b = 1,0$$

$$\Rightarrow M_e = \frac{\pi^2 \times 2.100.000 \times 1,0 \times 20 \times 47,8}{2 \times 121^2 \times 100} = 6.767 \text{ kgf-m}$$

$$M_y = S_x F_y = 46,7 \times 2.700 \times 0,01 = 1.261 \text{ kgf-m}$$

$$\text{como } M_e > 2,78 M_y = 3.505 \text{ kgf-m} \Rightarrow M_c = M_y$$

$$M_n = \frac{42,1}{46,7} \times 1.261 = 1.137 \text{ kgf-m}$$

$$\frac{M_n}{\Omega_b} = \frac{1.137}{1,67} = 681 \text{ kgf-m} > 592 \text{ kgf-m} \quad \text{OK!}$$

3.- Momento negativo en el apoyo. En este punto la sección se asume completamente arriostrada, sumándose las capacidades de ambas secciones. Se toma conservadoramente el módulo elástico para momento máximo.

$$\text{Sección Extrema: } M_{n1} = \frac{42,1 \times 2.700}{100} = 1.137 \text{ kgf-m}$$

$$\text{Sección Interior: } Z 200 \times 75 \times 20 \times 2,0 \quad S_e = 42,1 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow M_{n2} = \frac{42,1 \times 2.700}{100} = 1.137 \text{ kgf-m}$$

$$\therefore \frac{M_{n1} + M_{n2}}{\Omega_b} = \frac{1.137 + 1.137}{1,67} = 1.362 \text{ kg m} > 891 \text{ kgf-m} \quad \text{OK!}$$

Capacidad resistente tramo interior (Z200x75x20x2)

4.- En el tramo se tendrá 100% de capacidad en flexión.

$$M_n = S_e F_y = \frac{42,1 \times 2.700}{100} = 1.137 \text{ kgf-m}$$

$$\frac{M_n}{\Omega_b} = \frac{1.137}{1,67} = 681 \text{ kgf-m} > 303 \text{ kgf-m} \quad \text{OK!}$$

5.- Momento negativo en extremo de traslazo izquierdo. Se trata de sección cantilever con borde libre.

$$L = 2,13 \text{ m} - 0,90 \text{ m} = 1,23 \text{ m}$$

$$M_e = \frac{\pi^2 \times 2.100.000 \times 1,0 \times 20 \times 47,8}{2 \times 123^2 \times 100} = 6.548 \text{ kgf-m}$$

$$M_y = \frac{46,7 \times 2.700}{100} = 1.261 \text{ kgf-m} \quad 2,78 M_y = 3.506 \text{ kgf-m}$$

como $M_e > 2,78 M_y \Rightarrow M_c = M_y$

$$M_n = \frac{42,1 \times 1.261}{46,7} = 1.137 \text{ kgf-m}$$

$$\frac{M_n}{\Omega_b} = \frac{1.137}{1,67} = 681 \text{ kgf-m} > 441 \text{ kgf-m} \quad \text{OK!}$$

6.- Momento negativo en extremo de traslazo derecho. Se asume iguales condiciones a caso anterior.

$$L = 1,58 \text{ m} - 0,50 \text{ m} = 1,08 \text{ m}$$

$$C_b = 1,0$$

$$M_n = 1.137 \text{ kgf-m}; \quad \frac{M_n}{\Omega_b} = \frac{1.137}{1,67} = 681 \text{ kgf-m} > 369 \text{ kgf-m} \quad \text{OK!}$$

7.- Momento negativo en apoyo central. Se suman las capacidades de ambas costaneras.
En este caso $M_{n1} = M_{n2} = 896 \text{ kgf-m}$

$$\Rightarrow \frac{M_{n1} + M_{n2}}{\Omega_b} = \frac{1.137 + 1.137}{1,67} = \frac{2.274}{1,67} = 1.362 \text{ kgf-m} > 594 \text{ kgf-m} \quad \text{OK!}$$

∴ La solución es adecuada por resistencia a la flexión.

8.- Verificación de corte

$$\text{Costanera Extrema } \frac{w}{e} = \frac{200 - 3 \times 2}{2} = 97$$

$$k_v = 5,34$$

$$E = 2.100.000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$F_y = 2.700 \text{ kgf/cm}^2 \Rightarrow \begin{aligned} 0,96 \sqrt{E k_v / F_y} &= 61,9 \\ 1,415 \sqrt{E k_v / F_y} &= 91,2 \end{aligned}$$

$$\text{Caso (c) } \frac{w}{e} > 1,415 \sqrt{E k_v / F_y}$$

$$\Rightarrow V_n = 0,905 \times E k_v e^3 / w = 4.185 \text{ kgf}$$

$$\frac{V_n}{\Omega_v} = \frac{4.185 \text{ kg}}{1,67} = 2.506 \text{ kgf} > 409 \text{ kgf} \quad \text{OK!}$$

Costanera Interior

Igual sección, por lo tanto:

$$\frac{V_n}{\Omega_v} = \frac{4.185}{1,67} = 2.506 \text{ kgf}$$

En apoyo interior se suman capacidades de ambas costaneras.

$$\frac{4.185 + 4.185}{1,67} = 5.012 \text{ kgf} > 631 \text{ kgf} \quad \text{OK!}$$

Fuera del traslape tampoco hay problemas por corte individual.

Interacción flexión y corte

$$\text{Tramo Extremo } \left(\frac{\Omega_D M}{M_{nXO}} \right)^2 + \left(\frac{\Omega_V V}{V_n} \right)^2 \leq 1,0$$

Se verifica al inicio del traslape:

$$M = 592 \text{ kgf-m}$$

$$V = 566 \text{ kgf}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{1,67 \times 592}{1.137} \right)^2 + \left(\frac{1,67 \times 566}{4.185} \right)^2 = 0,76 + 0,05 = 0,81 < 1,0 \quad \text{OK!}$$

Tramo Interior:

$$M = 441 \text{ kgf-m}$$

$$V = 441 \text{ kgf} \quad \text{No controla en este caso}$$

∴ El diseño es adecuado para combinación I (Peso Propio + Sobrecarga).

Se verá la **combinación II Peso Propio + Viento** $\Rightarrow q = 32,1 \times 0,75 = 24,1 \text{ kgf/m}$ (eventual succión)

Tramo Extremo:

$$\text{Momento negativo en el tramo } M^- = 119 \text{ kgf-m}$$

Tramo Interior:

$$\text{Momento negativo en el tramo } M^- = 56 \text{ kgf-m}$$

Para el resto de los casos el ala comprimida se encuentra fija por el panel (diafragma rígido), y como los esfuerzos son menores a un 18,5% que los correspondientes a la combinación I, no será necesario verificar.

Capacidad resistente

$$\text{Tramo Extremo: } M_n = \frac{0,70 \times 42,1 \times 2.700}{100} = 796 \text{ kgf-m}$$

$$\frac{M_n}{\Omega_b} = \frac{796}{1,67} = 477 \text{ kgf-m} > 119 \text{ kgf-m} \quad \text{OK}$$

$$\text{Tramo Interior: } M_n = \frac{0,70 \times 42,1 \times 2.700}{100} = 796 \text{ kgf-m}$$

$$\frac{M_n}{\Omega_b} = \frac{796}{1,67} = 477 \text{ kgf-m} > 56 \text{ kgf-m} \quad \text{OK}$$

∴ Usar la solución establecida por medio de las tablas.

EJEMPLO N° 2

Para el mismo caso anterior, diseñar sección **Z-TuBest** simplemente apoyada, considerando que la cubierta no se comporta como diafragma rígido.

Solución:

Se deberá considerar esfuerzos en eje débil de la sección:

$$\begin{aligned} \text{I } \text{Peso Propio + Sobrecarga} \quad q_x &= 130 \text{ kgf/m} \\ &q_y = 15,6 \text{ kgf/m} \end{aligned}$$

$$\text{Arriostramientos @ L/4} \quad \Rightarrow \quad l_v = 200 \text{ cm}$$

$$M^+ = 130 \times 8,0^2 / 8 = 1.040 \text{ kgf-m}$$

$$M^- = 0,0714 \times 15,6 \times 2,0^2 = 4,5 \text{ kgf-m}$$

De las tablas de selección rápida para vigas S.A. sin diafragma rígido se obtiene la siguiente sección con $q \geq 130 \text{ kgf/m}$:

$$Z 250 \times 75 \times 20 \times 2,5 \quad q_{adm} = 149 \text{ kgf/m} \quad \text{Peso} = 8,34 \text{ kgf/m}$$

La sección Z 200 x 75 x 20 x 3 verifica también, pero tiene un peso de 8,80 kgf/m.

$$\begin{aligned} \text{Se verificará: } Z 250 \times 75 \times 20 \times 2,5 \quad L_v &= 200 \text{ cm} \\ &C_b = 1,061 \end{aligned}$$

Realizando el cálculo de propiedades efectivas para estas condiciones:

$$S_e = 76,7 \text{ cm}^2.$$

Para el caso de flexión máxima (tabla) resultaría también el mismo valor.

$$M_e = \frac{\pi^2 E C_b d l y_c}{2 L^2} = \frac{\pi^2 \times 2.100.000 \times 1,061 \times 20 \times 58,7}{2 \times 200^2 \times 100} = 3.227 \text{ kgf-m}$$

$$M_y = S_x F_y = \frac{76,7 \times 2.700}{100} = 2.071 \text{ kgf-m} \quad \begin{array}{l} 2,78 M_y = 5.757 \text{ kgf-m} \\ 0,56 M_y = 1.160 \text{ kgf-m} \end{array}$$

$$\therefore \text{ caso } \quad 0,56 M_y \leq M_e \leq 2,78 M_y$$

$$\Rightarrow M_c = \frac{10}{9} M_y \left(1 - \frac{10 M_y}{36 M_e} \right)$$

$$M_c = \frac{10}{9} \times 2.071 \left(1 - \frac{10 \times 2.071}{36 \times 3.227} \right) = 1.891 \text{ kgf-m}$$

$$M_n = M_c \text{ con } S_x = S_e$$

$$\frac{M_n}{\Omega_b} = \frac{1.891}{1,67} = 1.132 \text{ kgf-m}$$

$$\text{Eje Débil: } M_n = S_y 2.700 = \frac{13,5 \times 2.700}{100} = 365 \text{ kgf-m}$$

$$\text{Interacción: } \frac{1040}{1132} + \frac{5}{365} = 0,92 + 0,01 = 0,93 < 1,0 \quad \text{OK!}$$

Verificación de corte

$$\frac{w}{e} = \frac{250 - 3 \times 2,5}{2,5} = 97 \quad 0,96 \sqrt{E k_v / F_y} = 62 \quad 1,415 \sqrt{E k_v / F_y} = 91$$

$$\Rightarrow \text{caso (c)} \quad V_n = 0.905 E k_v e^3 / w = 6.539 \text{ kgf}$$

$$\frac{V_n}{\Omega_v} = \frac{6.539}{1,67} = 3.916 \text{ kg} > 520 \text{ kg} \quad \text{OK!}$$

Interacción de flexión y corte a L/4 de apoyo.

$$M = 1.040 - 2^2 \times 130 / 2 = 780 \text{ kgf-m}$$

$$V = 520 - 2 \times 130 = 260 \text{ kgf}$$

$$\left(\frac{\Omega_b M}{M_{nXO}} \right)^2 + \left(\frac{\Omega_v V}{V_n} \right)^2 \leq 1,0$$

$$\left(\frac{1,67 \times 780}{1.891} \right)^2 + \left(\frac{1,67 \times 260}{6.539} \right)^2 = 0,47 + 0,00 = 0,47 < 1,0 \quad \text{OK!}$$

Usar: Z250 x 75 x 20 x 2,5

Nota: Como se puede apreciar, el uso de las tablas de selección rápida es directo y evita realizar todas las verificaciones que se presentan.

a n e x o

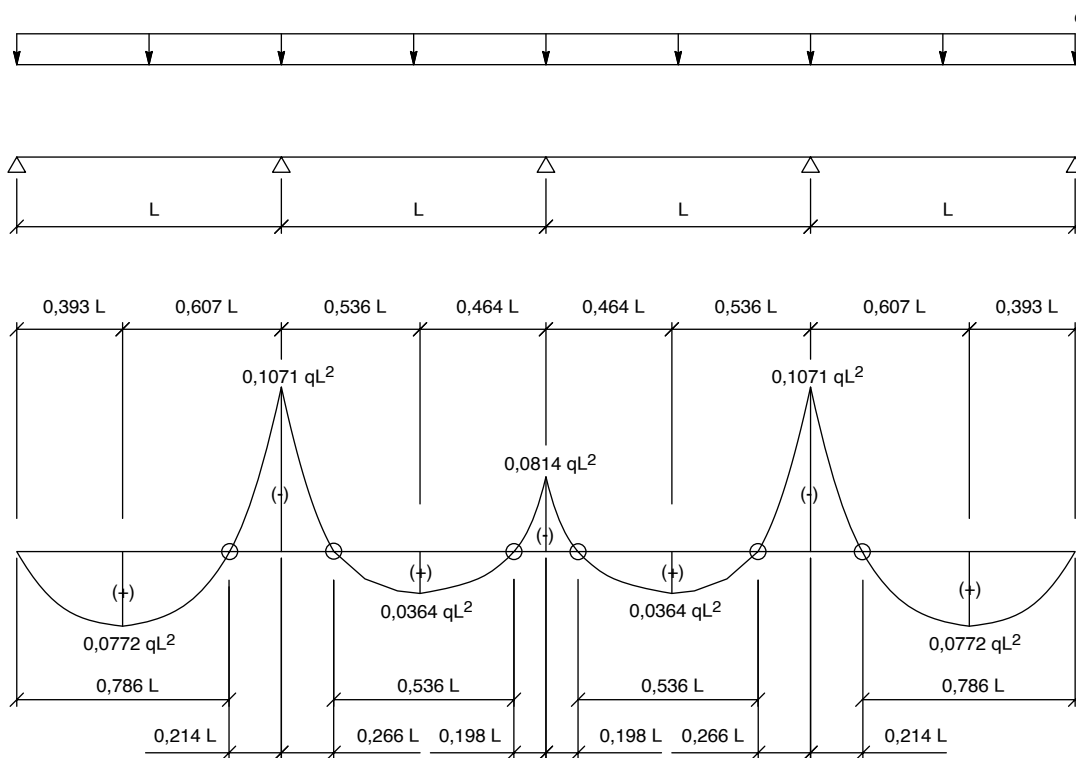
Perfil Z-Tubest

Se presentan a continuación algunos antecedentes que son de utilidad para el diseño de costaneras simplemente apoyadas o continuas.

En primer lugar se presenta el diagrama de momentos para un sistema de continuidad, mostrándose el caso de 4 tramos. Se encuentran los valores del diagrama de momentos con la ubicación de los máximos tramos y las dimensiones cantilever propias del diseño (posición de puntos de inflexión). Es necesario notar que el traslapeo teórico ideal de las costaneras **Z-TuBest** se ha definido como el largo que permite tener un momento negativo en el elemento individual igual en el valor absoluto al momento positivo en el tramo. Con este antecedente teórico se han desarrollado las tablas de selección rápida y los largos estándares para las longitudes de 5, 6, 7, 8, 9 y 10 metros entre apoyos.

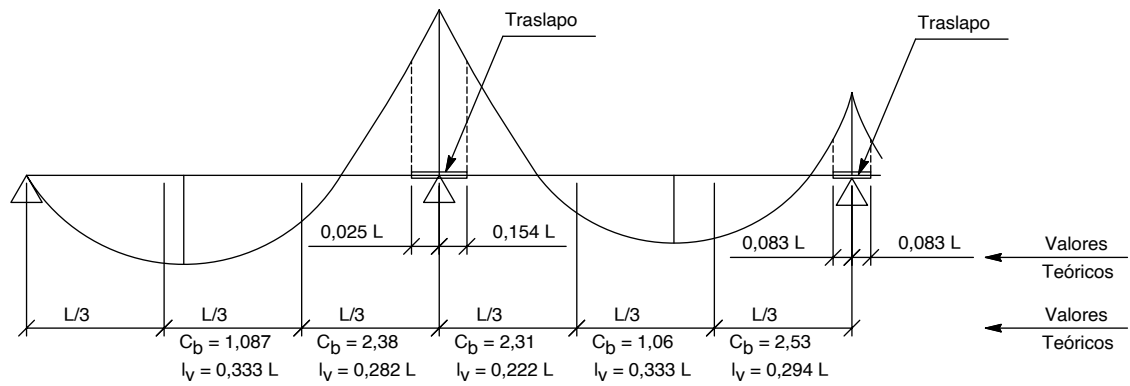
Posteriormente se encuentran los valores del coeficiente C_b de acuerdo a la expresión del AISI. Se incluyen los casos de costaneras sin diafragma rígido simplemente apoyadas y continuas. Estos valores se utilizan para determinar los momentos elásticos críticos para las distintas situaciones que se pueden presentar, y son los valores utilizados para la determinación de las cargas máximas en las tablas de selección rápida de este manual. De esta forma, se evita calcular el valor C_b y así disponer de un valor real de este coeficiente mayor que 1,0 a modo de realizar un diseño económico de la sección.

Finalmente se entrega una tabla de mucha utilidad, en que para cada sección se indica el momento máximo cuando la sección se encuentra completamente arriostrada y el valor del módulo de elasticidad efectivo correspondiente para ese momento. Este valor de módulo elástico efectivo puede ser utilizado en forma conservadora para cualquier situación de arriostramiento de la costanera **Z-TuBest**, evitándose el cálculo iterativo de éste, sin embargo, el óptimo para un diseño económico será calcular el valor exacto del módulo elástico correspondiente al momento crítico del caso en estudio.

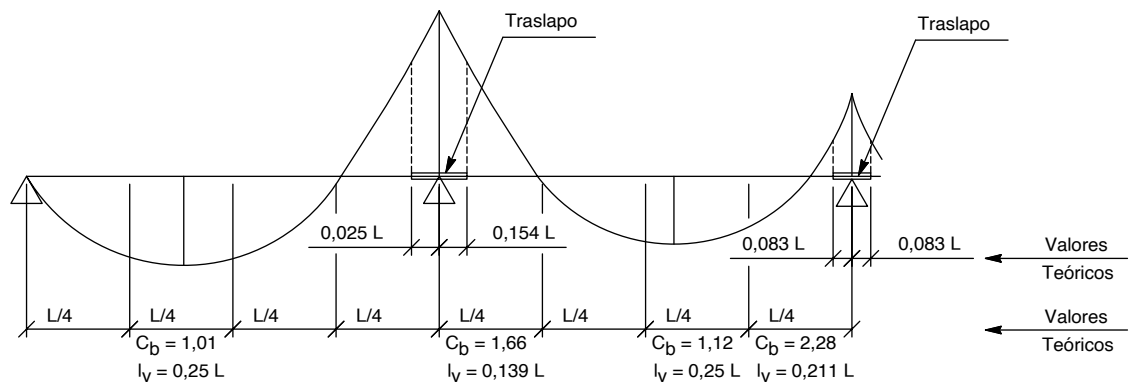


VALORES COEFICIENTE C_b

Anexo antecedentes
útiles para el diseño



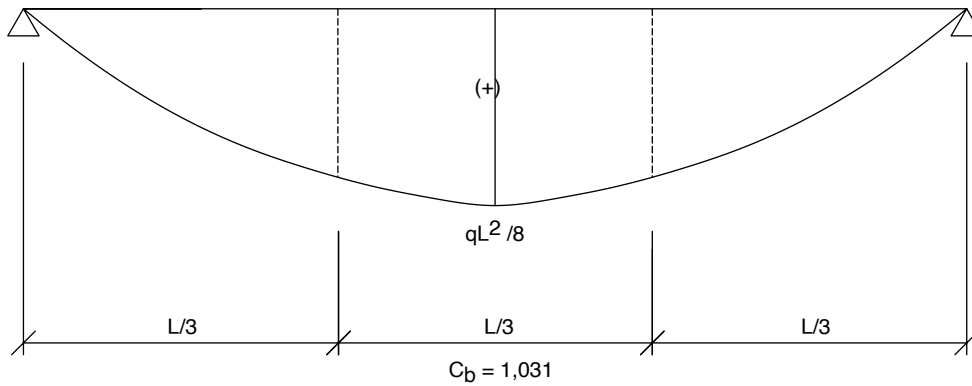
VIGAS CONTINUAS SIN DIAFRAGMA RIGIDO
ARRIOSTRAMIENTOS A $L/3$



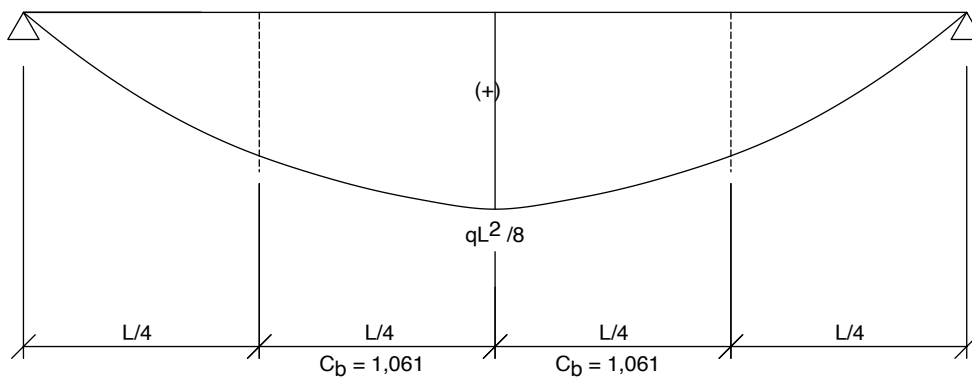
VIGAS CONTINUAS SIN DIAFRAGMA RIGIDO
ARRIOSTRAMIENTOS A $L/4$

COSTANERAS SIMPLEMENTE APOYADAS

Anexo antecedentes
útiles para el diseño



COSTANERA SIMPLEMENTE APOYADA
ARRIOSTRAMIENTOS A L/3



COSTANERA SIMPLEMENTE APOYADA
ARRIOSTRAMIENTOS A L/4

Momentos Máximos y Propiedades Efectivas para momento máximo

SECCION Z-TuBest	Peso	Momento máximo	Módulo efectivo
	kgf/ml	kgf-m	cm ³
Z 100 x 50 x 15 x 1,6	2,74	181	11,1
	2,0	225	13,9
	2,5	275	17,0
	3,0	325	20,1
Z 125 x 50 x 15 x 1,6	3,06	242	15,0
	2,0	301	18,6
	2,5	369	22,8
	3,0	437	27,0
Z 150 x 50 x 15 x 1,6	3,37	309	19,1
	2,0	384	23,8
	2,5	471	29,1
	3,0	560	34,6
Z 175 x 75 x 20 x 1,6	4,44	444	27,5
	2,0	571	35,3
	2,5	776	48,0
	3,0	931	57,6
Z 200 x 75 x 20 x 1,6	4,75	531	32,8
	2,0	680	42,1
	2,5	921	57,0
	3,0	1110	68,7
Z 250 x 75 x 20 x 1,6	5,38	721	44,6
	2,0	920	56,9
	2,5	1240	76,7
	3,0	1500	98,8

CATALOGOS Y MANUALES

CINTAC S.A., pone a disposición de clientes y usuarios su serie de catálogos y manuales. Obténgalos desde nuestra página web: www.cintac.cl, sección Catálogos y Manuales.

CATALOGO TECNICO DE PRODUCTOS

Con todas nuestras líneas de producto, incluyendo sus especificaciones técnicas.

MANUAL DE CAÑERIAS

Extracto de las principales normativas y antecedentes generales de los sistemas de cañerías fabricados por Cintac.

METALCON®

Manual de Construcción con Perfiles Livianos de Acero Galvanizado

Encuentre múltiples soluciones para la construcción de viviendas en seco, utilizando los perfiles Metalcon Estructural, Metalcon Cielos y Metalcon Tabiques.

Manual de Diseño

manual de cálculo y especificación de los perfiles componentes del Sistema Constructivo Metalcon, incluye cargas axiales.

TUBEST®

Manual de Diseño

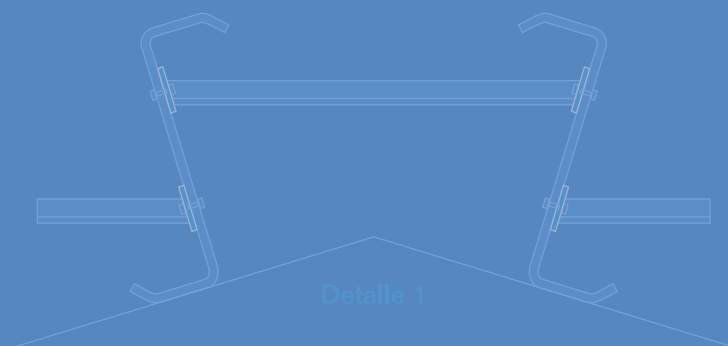
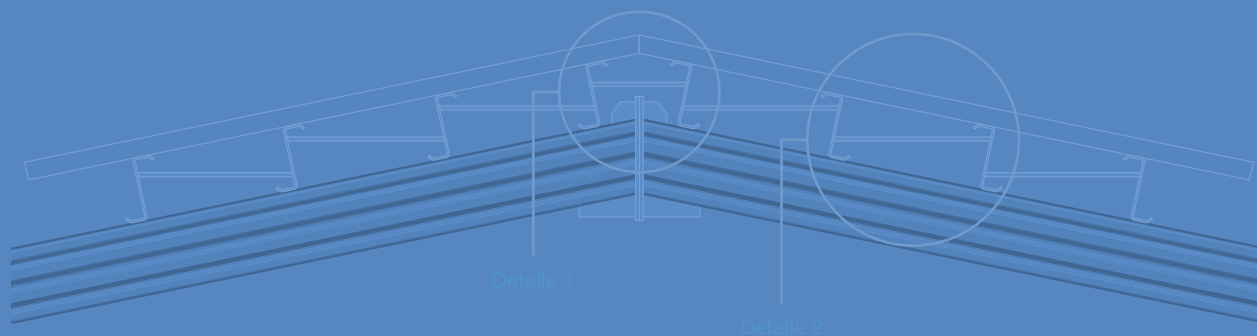
Manual que contiene todas las especificaciones del diseño para construir galpones y naves industriales, en base a la conformación de los perfiles Sigma y Ohm.

PRODUCTOS VIALES

Catálogo Técnico

Conozca toda nuestra línea de productos de seguridad y protección vial, según Nch 2032/2.

Defensas Camineras, Postes y Ganchos para Luminarias. Atenuadores de Impacto. Pantallas Antirruído.



CINTAC[®]
simplificamos tu mundo

www.cintac.cl