

Análisis de tipos de correas metálicas conformadas en frío en cubiertas ligeras

Luis Miguel Serna Jara, José Antonio Flores Yepes, Joaquín Julián Pastor Pérez y Alexandra Baños Foss

Analysis of different types of cold formed metal belts in light roofs

RESUMEN

En el presente estudio se realiza el análisis de tres series de perfiles comerciales conformados en frío que se suelen emplear en la construcción de edificios industriales, en concreto para la sustentación de la cubierta de dichos edificios. Los tipos de correas de cubierta que se van a analizar son las series comerciales UF (UNE 36-572-80), CF (UNE 36-573-79) y ZP (UNE 36-576-79). La utilización de un tipo u otro dependerá del proyectista, pero en definitiva lo que se intentará es la disminución de costes, y esto viene dado por los kilos totales de acero.

Recibido: 28 de julio de 2015

Aceptado: 17 de octubre de 2015

ABSTRACT

In the present study the analysis of three sets of commercial cold formed profiles that are often used in the construction of industrial buildings, specifically for the support of the roof of such buildings is made. The types of purlins to be analyzed are the commercial UF series (UNE 36-572-80), CF (UNE 36-573-79) and ZP (UNE 36-576-79); the use of one type or another depends on the designer, but ultimately what you try is lowering costs, and this is given by the total kilos of steel.

Received: July 28, 2015

Accepted: October 17, 2015

Palabras clave

Cubiertas, correas metálicas, edificios industriales, edificación

Keywords

Roofs, metal belts, industrial buildings, edification



Foto: Jarous / Shutterstock.

Introducción

Este estudio trata de analizar las series de perfiles comerciales de acero conformados en frío para las correas de cubierta que se emplean en la construcción de naves industriales. Para ello seleccionaremos una cubierta de panel sándwich. Así, conoceremos la carga fija que actuará sobre dichas correas que sustentan la cubierta, considerando también las cargas variables según CTE en su documento básico de acciones de la edificación.

Objetivo

El objetivo de este estudio es realizar una comparación de los diferentes tipos de correas comerciales de acero conformado en frío que se usan en las cubiertas de las edificaciones industriales.

Diseño de las estructuras

El análisis lo realizaremos sobre una edificación industrial genérica de estructura metálica de 25 m de longitud, 20 m de luz, 8 m de altura de pilares, el 10% de pendiente y una separación de pórticos metálicos de 5 m.

Los huecos de fachada que definiremos para la nave dependerán de varios factores: diseño, uso para el cual

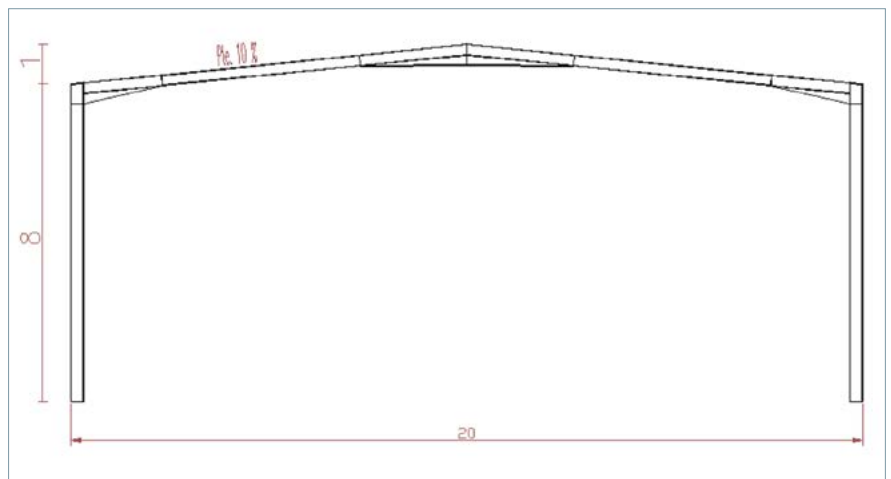


Figura 1. Pórtico tipo empleado en el estudio.

se proyecta, etc. Para este estudio definiremos varios huecos en las fachadas, con las características dimensionales de la tabla 1.

Cubierta

El primer paso es elegir el tipo de cubierta. Hay varios tipos de cubiertas comerciales, pero nosotros seleccionaremos un panel tipo sándwich, del fabricante Arcelormittal, cuyas especificaciones técnicas son las siguientes:

Condiciones de uso

Ondatherm 1150 es un panel de cubierta para pendientes mínimas del 5%. Fijación oculta mediante tapajuntas para facilitar el montaje y desmontaje. La chapa exterior es de 0,6 mm de espesor con el fin de mejorar la resistencia del panel a las acciones climáticas (viento y nieve), el solape y el amarre de los remates, debido a que mejora el atornillado y el tránsito durante la fase de instalación y posterior mantenimiento. La

Fachada	Hueco	Nº	Dimensiones (m)	Área
Frontal	Puerta acceso peatonal	1	1,00 x 2,10	2,10
	Puerta acceso vehículos	1	3,50 x 3,50	7,00
	Ventana	1	1,20 x 1,00	1,20
Lateral derecho	Ventana	2	1,20 x 1,00	2,40
Lateral izquierdo	Ventana	2	1,20 x 1,00	2,40
Posterior	Ventana	2	1,20 x 1,00	2,40

Tabla 1. Huecos de fachada.

Material base		Normativa
Espesor de acero	0,6 (ext.)/ 0,4 (int)	EN 10143
Tipo de protección	Galvanizado	EN 10346
	Galvanizado-prelacado	EN 10169
Clasificación fuego	B s2 d0 bajo pedido	EN 13501-1
Espesor panel	30/40/50/80 mm	
Prelacado	Matiz colorissime	

Tabla 2. Especificaciones panel *sándwich* de cubierta.

Datos técnicos			
Espesor nominal (mm)	Térmico (W/m ² K)	Masa (kg/m ²)	Volumen empaquetado (m ² /m ³)
30	0,68	10,0	22
40	0,53	10,5	18
50	0,43	11,0	15
80	0,27	12,5	10

Tabla 3. Espesores comerciales y pesos de panel *sándwich* de cubierta.

chapa interior es de 0,4 mm de espesor, con lo que mantenemos el mismo peso, incrementando su resistencia. Disponibilidad de traslúcidos en policarbonato (tipo Danpalón) y poliéster doble capa (tablas 2 y 3, y figuras 2 y 3).

Tipos de correas de cubierta sometidas a estudio

El análisis de las correas de cubierta o perfiles metálicos conformados en frío que vamos a estudiar son los tres más característicos que se suelen emplear en este tipo de construcciones.

Correas tipo UF. UNE 36-572-80

Las características geométricas y mecánicas de este tipo de perfil abierto

conformado en frío (figura 4) son las que se indican en la tabla 4.

Siendo:

A = Área de la sección recta.

M = Masa por metro.

I = Momento de inercia (referido al eje correspondiente de flexión).

W = Momento resistente (referido al eje correspondiente de flexión).

$i = \sqrt{I/A}$ = Radio de giro (referido al eje correspondiente de flexión).

d = Distancia del centro de gravedad a la cara exterior.

x_M = Distancia del centro de presión M al eje Y-Y.

IT = Módulo de torsión.

IA = Módulo de alabeo.

u = Perímetro (superficie por metro lineal).

Correas tipo CF. UNE 36-573-79

Las características geométricas y mecánicas de este tipo de perfil abierto conformado en frío (figura 5) están especificadas en la tabla 5.

Siendo:

A = Área de la sección recta.

M = Masa por metro.

I = Momento de inercia (referido al eje correspondiente de flexión).

W = Momento resistente (referido al eje correspondiente de flexión).

$i = \sqrt{I/A}$ = Radio de giro (referido al eje correspondiente de flexión).

Perfil	Dimensiones				A	M	u	d	x_M
	h	b	e	r	cm ²	kg/m	m ² /m	cm	cm
	mm	mm	mm	mm					
UF 60 x 120 x 4,0*	120	60	4,0	6,0	9,00	7,06	0,458	1,70	3,75
UF 60 x 120 x 5,0*	120	60	5,0	8,0	11,0	8,66	0,452	1,75	3,75
UF 60 x 120 x 6,0*	120	60	6,0	10,0	13,0	10,2	0,446	1,81	3,75
UF 70 x 140 x 4,0*	140	70	4,0	6,0	10,6	8,32	0,538	1,95	4,38
UF 70 x 140 x 5,0*	140	70	5,0	8,0	13,0	10,2	0,532	2,00	4,38
UF 70 x 140 x 6,0*	140	70	6,0	10,0	15,4	12,1	0,526	2,06	4,38
UF 80 x 160 x 7,0	160	80	7,0	12,0	20,5	16,1	0,599	2,36	5,01

Tabla 4. Perfil abierto normalizado UF.

Perfil	Dimensiones					A	M	u	d	x_M
	h	b	c	e	r	cm ²	kg/m	m ² /m	cm	cm
	mm	mm		mm	mm					
CF 160 x 2,5	160	60	20	2,5	2,5	7,58	5,95	0,612	1,86	4,54
CF 160 x 3,0	160	60	20	3,0	3,0	9,00	7,07	0,607	1,86	4,43
CF 180 x 2,0	180	60	20	2,0	2,5	6,52	5,12	0,656	1,75	4,40
CF 180 x 2,5	180	60	20	2,5	2,5	8,08	6,35	0,652	1,76	4,33
CF 180 x 3,0	180	60	20	3,0	3,0	9,60	7,54	0,647	1,75	4,22
CF 200 x 2,0	200	60	20	2,0	2,5	6,92	5,43	0,696	1,66	4,20
CF 200 x 2,5	200	60	20	2,5	2,5	8,58	6,74	0,692	1,66	4,13

Tabla 5. Perfil abierto normalizado CF.

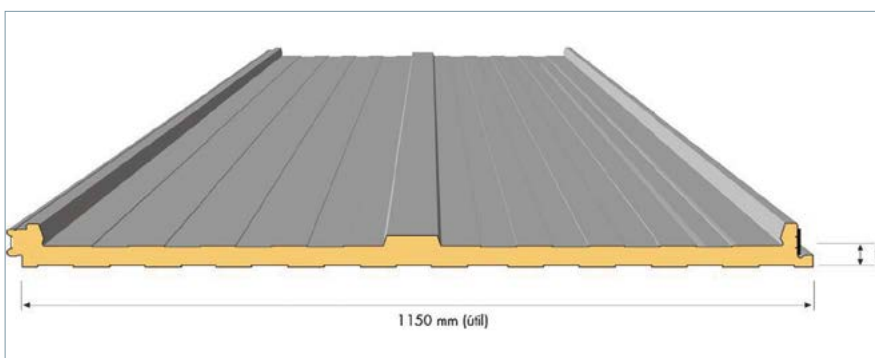


Figura 2. Panel sándwich.

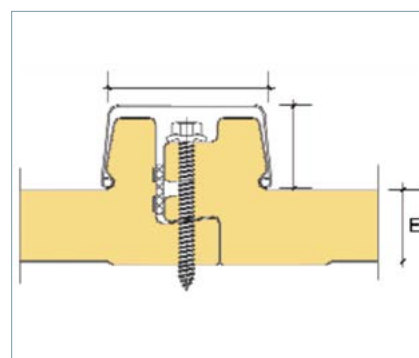


Figura 3. Detalle unión panel sándwich de cubierta.

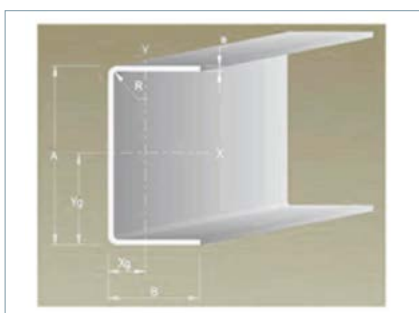


Figura 4. Perfil UF.

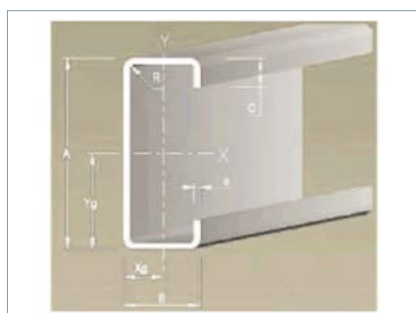


Figura 5. Perfil CF.

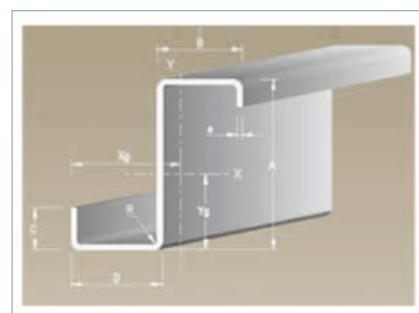


Figura 6. Perfil ZF.

Perfil	Dimensiones							A cm ²	M kg/m	u m ² /m	Distancia de ejes							tag α°	
	h mm	b1 mm	b2 mm	c1 mm	c2 mm	e mm	r mm				d1 cm	d2 cm	V1 cm	V2 cm	V3 cm	V4 cm	Z1 cm		Z2 cm
ZF 160 x 3,0	160	60	53	20	17	3,0	3,0	8,71	6,84	0,587	7,75	0,071	3,55	2,62	2,36	3,05	8,96	9,36	0,329
ZF 180 x 2,0	180	60	53	20	17	2,0	2,5	6,32	4,96	0,636	8,73	0,108	3,64	2,58	2,32	3,14	9,85	10,3	0,284
ZF 180 x 2,5	180	60	53	20	17	2,5	2,5	7,84	6,15	0,632	8,73	0,082	3,64	2,56	2,31	3,14	9,82	10,3	0,281
ZF 180 x 3,0	180	60	53	20	17	3,0	3,0	9,31	7,31	0,627	8,73	0,056	3,64	2,54	2,29	3,14	9,78	10,2	0,278
ZF 200 x 2,0	200	80	70	25	22	2,0	2,5	7,66	6,01	0,770	9,68	0,203	4,66	3,58	3,23	3,97	11,6	12,0	0,366
ZF 200 x 2,5	200	80	70	25	22	2,5	2,5	9,51	7,47	0,766	9,68	0,177	4,66	3,57	3,22	3,97	11,5	12,0	0,364
ZF 200 x 3,0	200	80	70	25	22	3,0	3,0	11,3	8,88	0,761	9,68	0,151	4,67	3,54	3,19	3,97	11,5	12,0	0,361
ZF 225 x 2,5	225	80	70	25	22	2,5	2,5	10,1	7,96	0,816	10,9	0,158	4,79	3,47	3,13	4,09	12,5	13,1	0,307
ZF 225 x 3,0	225	80	70	25	22	3,0	3,0	12,1	9,47	0,811	10,9	0,133	4,79	3,44	3,10	4,09	12,5	13,0	0,304
ZF 225 x 4,0	225	80	70	25	22	4,0	6,0	15,7	12,3	0,792	10,9	0,081	4,80	3,34	3,00	4,10	12,4	12,9	0,299

Tabla 6. Perfil abierto normalizado ZF.

d = Distancia del centro de gravedad a la cara exterior.

x_M = Distancia del centro de presión M al eje Y-Y.

IT= Módulo de torsión.

IA= Módulo de alabeo.

u = Perímetro (superficie por metro lineal).

Correas tipo ZF. UNE 36-576-79

Las características geométricas y mecánicas de este tipo de perfil abierto conformado en frío (figura 6) aparecen en la tabla 6.

Acciones y parámetros considerados en el cálculo

El panel *sándwich* para cubierta de espesor 40 mm (figura 2), para nuestro estudio, tiene una carga fija que actúa sobre las correas de cubierta y que vendrá dado por el peso propio de la cubierta, más el peso propio de tapajuntas de unión y tornillería (figura 2), más un porcentaje de seguridad (tabla 7).

Las acciones variables de carga que actúan sobre la cubierta serán las correspondientes a una localización de la nave en Murcia, zona eólica B y una altitud de 40 m sobre el nivel del mar.

'Software' utilizado para el cálculo

Para el cálculo de las correas metálicas de cubierta se ha empleado el generador de pórticos de CYPE, versión libre.

Datos de la obra

Separación entre pórticos: 5,00 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0,14 kN/m²

- Sobrecarga: 0,40 kN/m².

Con cerramiento en laterales

Elementos de cubierta	Peso(Kp/m ²)
Panel sándwich	10,5
Tapajuntas y tornillería	1,5
Seguridad 10%	1,3
Total	13,3
Redondeamos a valor entero	14

Tabla 7. Carga fija sobre correas de cubierta.

Perfiles conformados	CTE
	Categoría de uso: G. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento
	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1.000 m
Perfiles laminados	CTE
	Categoría de uso: G. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento
	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1.000 m
Desplazamientos	Acciones características

Tabla 8. Normas y combinaciones para el cálculo.

- Peso del cerramiento: 0,00 kN/m²

Normas y combinaciones

Las normas y combinaciones de cálculo se indican en la tabla 8.

Datos de viento

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona eólica: B.

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal.

Periodo de servicio (años): 50.

Profundidad nave industrial: 25.00

Con huecos:

- Área izquierda: 2,40

- Altura izquierda: 1,70

- Área derecha: 2,40

- Altura derecha: 1,70

- Área frontal: 10,30

- Altura frontal: 1,60

- Área trasera: 2,40

- Altura trasera: 1,70

1 - V(0°) H1, viento a 0°, presión exterior tipo 1 con presión interior

2 - V(0°) H2, viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior.

Tipo acero	Acero	Lim. elástico MPa	Módulo de elasticidad GPa
Aceros conformados	S235	235	206

Tabla 9. Tipo de acero.

Tipo de correas	Tipo de perfil	Nº de correas	Separación (m)	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m²
UF	140 x 5	20	1,10	204,71	0,10
CF	180 x 3	20	1,10	150,76	0,07
ZF	200 x 2	22	1,00	132,24	0,06

Tabla 10. Resultados de cálculo.

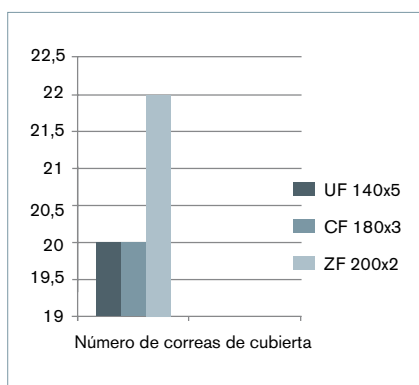


Figura 7. Número de correas de cubierta de los tipos analizados.

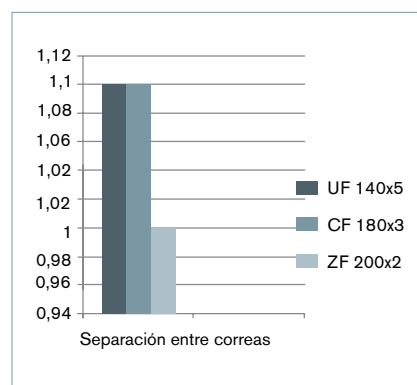


Figura 8. Separación de correas de cubierta (m).

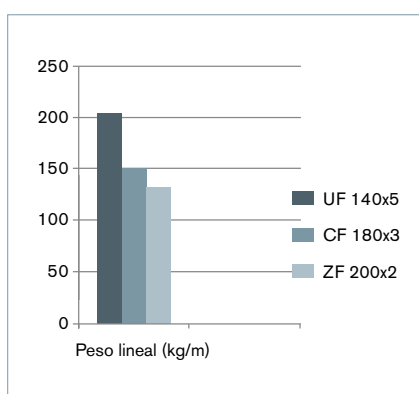


Figura 9. Peso lineal de correas de cubierta sobre el pòrtico (kg/m).

- 3 - V(0°) H3, viento a 0°, presión exterior tipo 2 con presión interior.
- 4 - V(0°) H4, viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior.
- 5 - V(90°) H1, viento a 90° con presión interior.

- 6 - V(90°) H2, viento a 90° con succión interior.
- 7 - V(180°) H1, viento a 180°, presión exterior tipo 1 con presión interior.
- 8 - V(180°) H2, viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior.
- 9 - V(180°) H3, viento a 180°, presión exterior tipo 2 con presión interior.
- 10 - V(180°) H4, viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior.
- 11 - V(270°) H1, viento a 270° con presión interior.
- 12 - V(270°) H2, viento a 270° con succión interior.

Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España).
 Zona de clima invernal: 6 (Murcia).
 Altitud topográfica: 42,00 m.
 Cubierta sin resaltos.
 Exposición al viento: Normal.
 Hipótesis aplicadas:
 1 - Nieve: estado inicial, (H1-Libre

H1-Libre) (H1-Libre H1-Libre).
 2 - Nieve: redistribución 1, (H2-Libre H2-Libre) (H1-Libre H1-Libre).
 3 - Nieve: redistribución 2, (H1-Libre H1-Libre) (H2-Libre H2-Libre).

Aceros en perfiles

Los tipos de aceros figuran en la tabla 9.

Parámetros de cálculo de correa de cubierta

Límite flecha: L / 300.
 Número de vanos: Tres o más vanos.
 Tipo de fijación: Fijación rígida.

Resultados

Los resultados obtenidos en los cálculos de los tres tipos de correas analizadas se exponen en la tabla 10 y en las figuras 7, 8 y 9.

Conclusiones

Como se aprecia en los resultados obtenidos, las correas ZF tienen un menor peso lineal al actuar sobre el pòrtico (132,24 Kp/m), lo que conlleva un mayor ahorro económico, pese a que supone un mayor número de correas con respecto a los tipos UF y CF.

Bibliografía

- Código técnico de la Edificación. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/>
- Unión de Almacenistas de hierros de España. Disponible en: <http://www.uahe.es>
- Hierros Santander. Disponible en: <http://www.hierros-santander.com/>
- Perfiles Aragón. Disponible en: <http://www.perfiles-aragon.com/>
- Percosa. Disponible en: <http://percosa.com/>
- Constructalia. Disponible en: <http://www.construc-talia.com/>

Luis Miguel Serna Jara

luis_m_serna@hotmail.com
 Ingeniero en ejercicio libre. Graduado en ingeniería mecánica por la Universidad de León, ingeniero técnico industrial por la UNED, ingeniero técnico naval por la UPCT y máster en Gestión y Diseño de Proyectos e Instalaciones Industriales por la UMH.

José Antonio Flores Yepes

ja.flores@umh.es
 Doctor ingeniero industrial. Departamento de Ingeniería, Universidad Miguel Hernández (Elche). Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Alicante.

Joaquín Julián Pastor Pérez

Doctor ingeniero agrónomo. Catedrático de proyectos de Escuela Universitaria. Departamento de Ingeniería. Universidad Miguel Hernández. Escuela Politécnica Superior de Orihuela

Alexandra Baños Foss

sandy.foss@mivisa.com
 Licenciada en Administración y Dirección de Empresas por UMU y Bachelor in Business in Europa por la Manchester Metropolitan University.