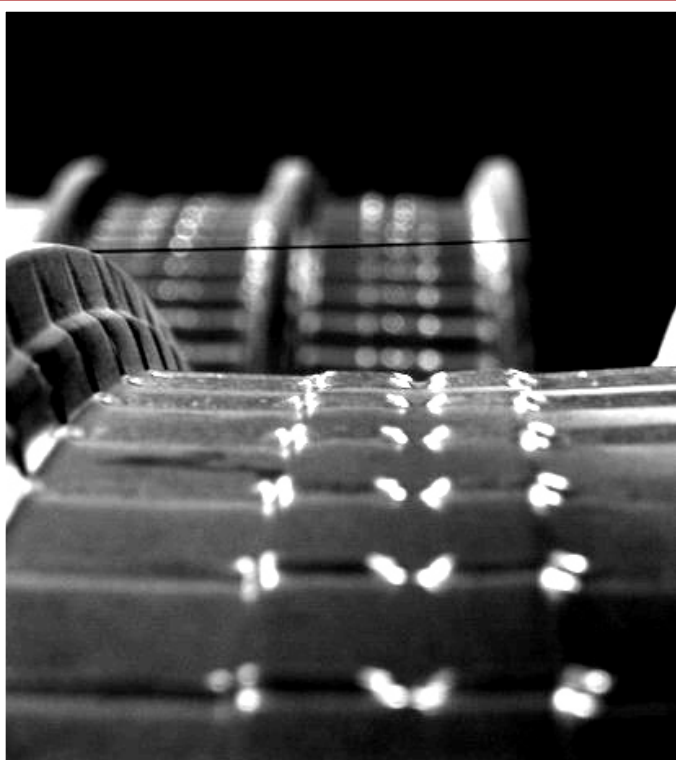


Dossier Técnico

Cubiertas Curvadas Autoportantes

Revisión 2007

Protegiendo lo que importa



Introducción

1

1. Introducción	2
1.1. Reconocimiento Histórico del Arco	3
1.2. La Directriz	4
1.3. Rebajamiento del Arco	4
1.4. Diseño del Arco	5
1.5. Formulación Arcos	5
1.6. Empuje sobre Estribos	6
2. Criterios de Cálculo	8
3. Acciones en la Edificación	9
3.1. Acciones en la Edificación	9
3.2. Combinación de Acciones	10
4. Cubiertas curvadas autoportantes	11
4.1. Ensayos Realizados	11
4.2. Puesta en Obra	12
4.2.1. Montaje y Fijaciones	12
4.2.2. Fases de Montaje de la Cubierta Sandwich	15
4.3. Lucernarios en Arco	17
4.4. Rematería	20
4.5. Fichas Técnicas	24
5. Cubiertas curvadas autoportantes a grandes luces	31
5.1. Ensayos Realizados	32
5.2. La Estructura o Vigas de Apoyo	35
5.3. Tirantes Metálicos	36
5.4. Puesta en Obra	38
5.4.1. Transporte en Obra	38
5.4.2. Descarga en Obra	39
5.4.3. Elevación del material a cubierta	39
5.4.4. Montaje y Fijaciones	40
5.5. Lucernarios en Arco	41
5.6. Limitaciones en la Fabricación	53
5.7. Fichas Técnicas	55

Introducción

1

Ingeniería y Construcción del Perfil S.A. en colaboración con el Dpto. de Mecánica del Medio Continuo de Estructuras de la Universidad Politécnica de Valencia, Unidad Docente de la E.T.S.I. Industriales ha calculado las características eficaces de las secciones del perfil **INCO 44.4 Curvado**.



Departamento de Mecánica de los
Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Inicialmente hemos partido de los perfiles **INCO 44.4** e **INCO 44.6 ondulado**, fabricados con espesores de 0,60 a 1,00mm de espesor, obteniendo resultados superiores a los previstos. Posteriores estudios nos llevaron a emprender el proyecto **INCO 70.4 Curvado** a Grandes Luces, para espesores de 0,80 a 1,20mm y que nos permite llegar a luces superiores a 13,00m.

Todo ello a partir de un programa de investigación donde participan técnicos propios y de la Universidad Politécnica de Valencia, desarrollando el estudio de simultaneidad entre lo teórico y los ensayos experimentales, analizando y comprobando la relación entre ambos.

De los resultados obtenidos se optimiza la valoración de datos, dando validez a las decisiones adoptadas.



Imagen 1. Nave industrial cuya cubierta esta compuesta por el perfil INCO 44.4 Curvado

Introducción

1

1.1. Reconocimiento histórico del arco

“Ars ubi materia vincitura ipsa sua / En el arco la materia se vence a sí misma”

Esta definición del arco, debida a Cayo Julio Lácer, el ingeniero romano que proyectó el puente de Alcántara en el año 106, grabada en la piedra del templete funerario, recoge de una manera escueta el mecanismo de estas estructuras.

A lo largo de la historia, siempre ha habido una gran atracción por el arco y su fenómeno resistente. Sin embargo, hasta bien entrado el siglo XIX no se aplicaron técnicamente los conceptos elementales de la estática gráfica, equilibrio y antifunicularidad. Uno de los primeros arquitectos que investiga y hace uso de la catenaria de otros arcos antifuniculares es Antonio Gaudí (1852-1926). La catenaria es la forma que adopta una cuerda o cadena cuando se cuelga de dos puntos y solo soporta su propio peso.

El estudio de la estática del arco catenario invertido nos dice que este es el arco que se sostiene a sí mismo, luego es la forma óptima para construir arcos que se superponen por su propio peso.

“Si la columna es arte, el arco es técnica” (Razón y Ser de los Tipos Estructurales, Eduardo Torroja)

“El arco, como antesala de la bóveda, tal vez sea la estructura mas brillante que pueda ser concebida” (Regalado, 1999)

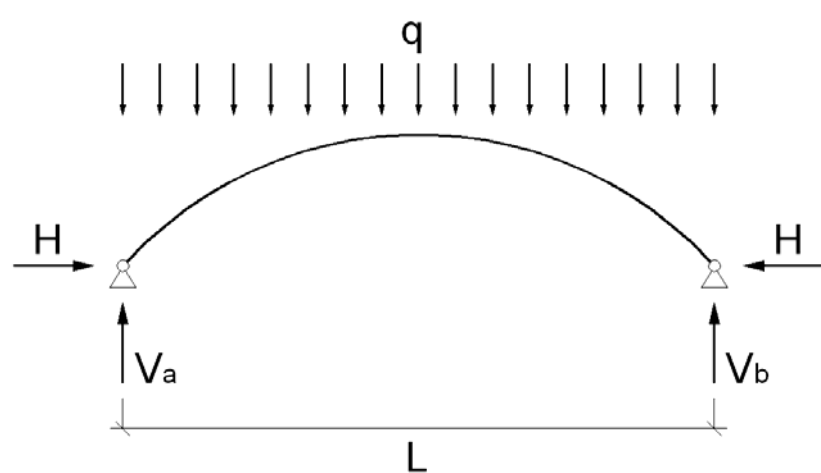


Gráfico 1. Modelización del arco sometido a una carga uniformemente repartida $q(\text{daN/m})$ $L(\text{m})$

“Es típico del arco generar empujes horizontales sobre los apoyos. Los empujes se deben a la imposibilidad de desplazamiento de los apoyos, y no a la forma curva de la pieza, ya que los empujes bajo cargas verticales no aparecen si faltan los estribos que impidan la apertura del arco” (Argüelles, 1996)

Introducción

1



Gráfico 2. Modelización del arco con un apoyo que permite desplazamiento horizontal

1.2. La directriz

Para cada conjunto de cargas existe una forma funicular, para la cual todo el arco trabaja a compresión simple. Los arcos funiculares ocupan un extremo de la escala de tensiones, con ausencia de flexión. Aunque un arco sea funicular para un sistema determinado de cargas, no puede serlo para todos los sistemas de cargas a que pueda estar llamado a resistir.

“En todo arco existe siempre una combinación de compresión y flexión” (Salvador y Héller, 1998)

Además de las cargas variables las estructuras han de soportar cargas variables y/o móviles, por lo que sólo es posible hacer coincidir el eje del arco con el funicular de una determinada posición de la carga exterior, no pudiéndose evitar la aparición de momentos flectores en cuanto se modifique la hipótesis de carga.

En los arcos de cubierta, la situación más desfavorable para las condiciones de funicularidad de la directriz, es la actuación del viento, pues da lugar a una distribución continua de las cargas con presiones y succiones, dando lugar a importantes momentos.

1.3. Rebajamiento del arco

En un arco se denomina línea de arranque a la línea que une los puntos de apoyo del arco, luz (l) a la distancia horizontal entre los apoyos y la flecha (f) a la máxima distancia vertical desde la línea de arranque a la directriz.

El rebajamiento del arco, determina la relación entre la flecha del arco y su luz. Esta relación determina el valor del empuje sobre los estribos.

$$\text{Rebajamiento} = \frac{f}{L}$$

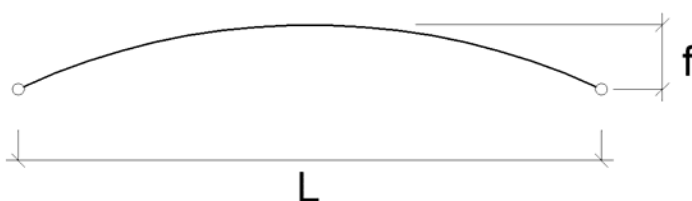


Gráfico 3. Modelización del arco donde aparecen reflejados los parámetros de Luz y Flecha $L(m)$ $f(m)$

Introducción

1

1.4. Diseño del arco

Para determinar una relación, entre la flecha y la luz de los arcos, Eduardo Torroja consideró un intervalo comprendido entre 1/5 y 1/7, valor este último que Regalado (1999) aumenta a 1/8, que es la relación mas satisfactoria visualmente, mientras que asegura que 1/5 es la más eficaz.

Un rebajamiento por debajo de 1/10, no sólo aumenta los empujes horizontales, sino que llegaría a un fenómeno de flexión excesiva, e incluso de pandeo ayudado por el acortamiento de la directriz.

Por el contrario, al disminuir el rebajamiento más allá de 1/4, el empuje va disminuyendo más lentamente que aquel con los inconvenientes del pandeo lateral.

1.5. Formulación arcos

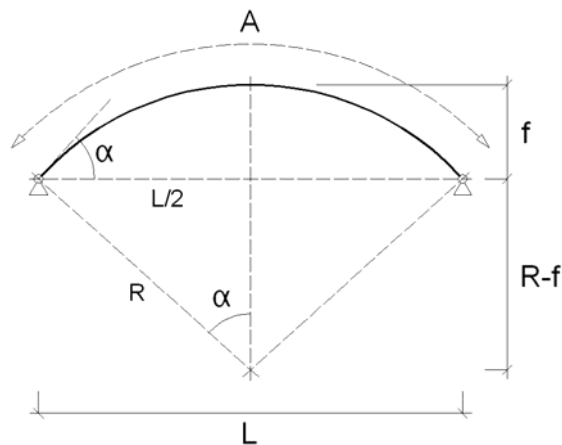


Gráfico 4. Modelización del arco especificando la totalidad de sus parámetros

$$R = \frac{L^2}{8 \cdot f} + \frac{f}{2} \quad [\text{Fórm.1}]$$

donde:

$$f = R - \frac{\sqrt{4R^2 - L^2}}{2} \quad [\text{Fórm.2}]$$

R: Radio

L: Luz

$$L = 2\sqrt{2fR - f^2} \quad [\text{Fórm.3}]$$

f: flecha

A: Arco

$$A = \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \alpha}{180} \quad [\text{Fórm.4}]$$

α: Angulo

Introducción

1

1.6. Empuje sobre estribos en arcos circulares

El empuje es proporcional a la carga y al cuadrado de la luz, e inversamente proporcional a la altura del arco. Como aproximación rápida se puede obtener un orden de magnitud del empuje horizontal, como el valor de la carga vertical total del arco por el octavo de la inversa del rebajamiento.

Como vemos a continuación, la reducción de la flecha a la mitad (manteniendo el resto de condiciones) supone duplicar el empuje horizontal sobre los estribos.

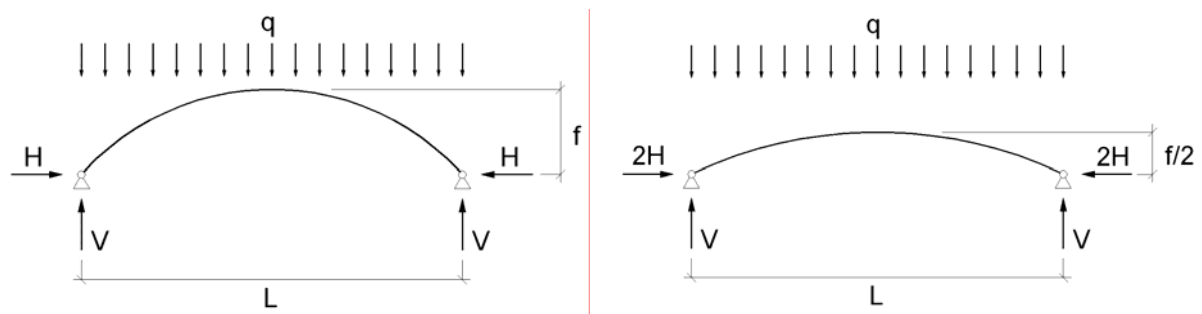


Gráfico 5. Modelización del arco a distintas flechas (f y f/2)

$$Q_t = q \cdot L$$

$$V = 0,5 \cdot q \cdot L$$

$$H = \frac{Q_t \cdot L}{8 \cdot f}$$

$$Q_t = q \cdot L$$

$$V = 0,5 \cdot q \cdot L$$

$$H = \frac{Q_t \cdot L}{8 \cdot \frac{f}{2}} = \frac{Q_t \cdot L}{4 \cdot f}$$

donde:

- V : Reacción Vertical (daN)
- H : Reacción horizontal en los apoyos (daN)
- Q_t : Carga Total (daN)
- q : Carga lineal uniformemente distribuida (daN/m)
- L : Cuerda del arco (m)
- f : Flecha del arco (m)

Introducción

1

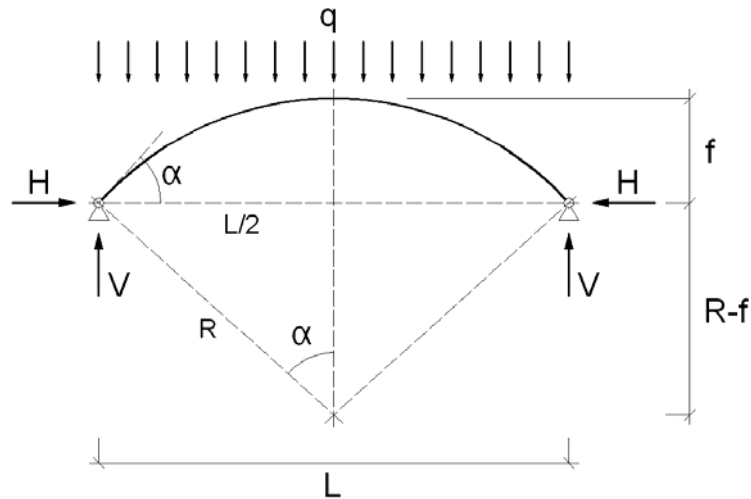


Gráfico 6. Modelización del arco especificando sus parámetros bajo una carga uniformemente repartida q (daN/m) L (m)

Para obtener las reacciones horizontales (empuje sobre los estribos) de una cubierta curvada circular bajo una carga uniformemente distribuida (q) y conociendo la luz (L) y el ángulo en el arranque (α), tendremos:

$$f = \frac{L}{2 \cdot \operatorname{sen} \alpha} \cdot (1 - \cos \alpha) \quad [\text{Fórm.5}]$$

$$H = \frac{Q_t \cdot L}{8 \cdot f} \quad [\text{Fórm.6}]$$

La ecuación [6] es para arcos parabólicos, sin embargo, se puede utilizar para obtener una primera aproximación de acuerdo a nuestros ensayos. Sustituyendo [Fórm.5] en la ecuación [Fórm.6] Obtenemos que la reacción horizontal [Fórm.7] es:

$$H = \frac{q \cdot L \cdot \operatorname{sen} \alpha}{4 \cdot (1 - \cos \alpha)} \quad [\text{Fórm.7}]$$

Estos empujes requieren dimensionar o reforzar los soportes o vigas sobre los que arrancan los arcos, por los importantes efectos que transmiten. Podría lograrse el mismo efecto atirantando el arco.

No existen razones de peso para complicar innecesariamente la ejecución material del arco con curvas de radio variable, por lo que la directriz circular será una recomendación clara a la hora de realizar el diseño de los arcos.

Criterios de Cálculo

2

Las características geométricas y, por consiguiente, estáticas de la sección de los distintos perfiles curvados para posición de montaje en cubierta, fueron calculadas de conformidad con la normativa *Eurocódigo-3*, donde se tuvieron presentes los datos relativos a las características del material:

- Límite Elástico: $\sigma_e \geq 250 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de Elasticidad: $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

La comprobación del pandeo del arco se ha realizado con el artículo de la norma *DIN 18800*.

La determinación de las cargas máximas se realiza para la tipología estructural correspondiente a una viga curvada de un solo vano. La pendiente del arco en los apoyos corresponde a un ángulo de 25° .

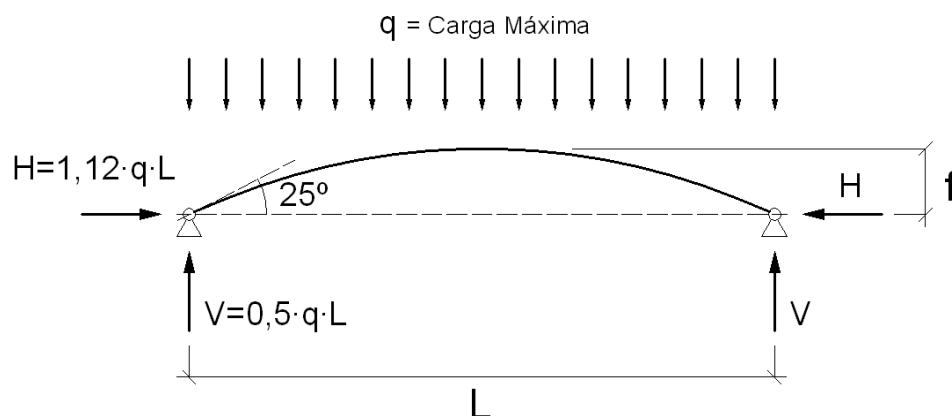


Gráfico 7. Modelización del arco para la determinación de la carga máxima $q(\text{daN/m})$ $L(\text{m})$

Debido a la importancia que en los arcos adquiere la correcta transmisión de la componente horizontal, se ha considerado el apoyo articulado elástico, con posibilidad de un desplazamiento horizontal proporcional a la rigidez del apoyo, en un extremo de arco.

Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. Los valores de esta carga distribuida incluyen todos los efectos derivados del mantenimiento de la cubierta.

Las acciones a tener en cuenta para el cálculo de una cubierta serán las especificadas en el Código Técnico de la Edificación Documento Básico Seguridad Estructural (CTE DB-SE).

Acciones en la edificación

3

3.1. Acciones en la Edificación

3.1.1. *Acciones permanentes.*- Son aquellas debidas al peso propio del cerramiento.

3.1.2. *Acciones variables:*

3.1.2.1. Sobrecarga de uso

Es el peso que puede gravitar sobre la cubierta por razón de su uso. Para cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) y accesibles únicamente para su conservación la **"Carga uniforme es de 0.40kN/m^2 "**. El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la cubierta. Se entiende por cubierta ligera, aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no exceda de 1kN/m^2 . Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

3.1.2.2. Viento

La acción del viento, es la fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e .

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

donde: q_b , es la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse **0.50kN/m^2** .

C_e , Es el coeficiente de exposición, variable con la altura, en función del grado de aspereza del entorno.

C_p , coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento.

3.1.2.3. Nieve

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre una cubierta de un edificio, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, etc. La determinación de la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

donde: μ el coeficiente de forma de la cubierta, que depende del viento, forma y pendientes del faldón (ver CTE-SE-AE apdo. 3.5.3).

S_k , es el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

Acciones en la edificación

3

3.2. Combinación de acciones

A efectos de comprobación de las tablas facilitadas, la carga máxima total q_t obtenida en los cálculos para cada perfil en función de su tipología, espesor y distancia entre los apoyos, correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante la combinación de acciones a partir de la siguiente expresión:

$$\sum \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum \gamma_{Qi} \cdot \psi_{oi} \cdot Q_{ki}$$

donde:

- a) Acciones permanentes ($\gamma_G \cdot G_k$)
- b) Una acción variable cualquiera ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis.
- c) El resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_o \cdot Q_k$)

Los coeficientes parciales de seguridad correspondientes a la verificación de la resistencia son:

Peso propio: 1,35 Acciones variables: 1,50

Los valores de ψ_o coeficiente de simultaneidad se encuentran en la *Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad* del Código Técnico de la Edificación Documento Básico Seguridad Estructural.

3.2.1. Hipótesis de cálculo en las "cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento".

Estados límites últimos:

- a) Acción permanente + Sobrecarga Uso

$$1,35 \text{ p.p.} + 1,5 \text{ SU}$$

- b) Acción permanente + Nieve + [Viento]

$$1,35 \text{ p.p.} + 1,5 \text{ Nieve}$$

$$1,35 \text{ p.p.} + 1,5 \text{ Nieve} + [(1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Viento})]$$

- c) Acción permanente + Viento + [Nieve]

$$1,35 \text{ p.p.} + 1,5 \text{ Viento}$$

$$\text{Altitud} \leq 1.000 \text{ m} \quad 1,35 \text{ p.p.} + 1,5 \text{ Viento} + [(1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Nieve})]$$

$$\geq 1.000 \text{ m} \quad 1,35 \text{ p.p.} + 1,5 \text{ Viento} + [(1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Nieve})]$$

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

Ingeniería y Construcción del Perfil S.A. presenta la serie de perfiles curvados autoportantes capaz de cubrir la demanda del mercado de luces intermedias (hasta 8,00m) con los perfiles **INCO 44.4 curvado**, **INCO 44.6 Curvado** e **INCO 70.4 Curvado** en sus espesores de 0,60 hasta 0,80mm. Debido a las diferencias que se presentan entre dicho sistema de cubiertas curvadas y su variante a grandes luces, se ha realizado un apartado para cada tipología de cubiertas, exponiendo las particularidades que atañen a cada una.

Será en el siguiente *Apartado 5 Cubiertas Curvadas Autoportantes Grandes Luces*, donde se presenta el perfil **INCO 70.4 Curvado** en sus variantes de espesores de 1,00 y 1,20mm, donde se logran alcanzar luces superiores a los 13,00m.

4.1. Ensayos realizados

Se realizaron tres tipos de ensayos distintos sobre piezas rectas y curvas de diferentes luces y espesores de chapa. El objetivo de estos ensayos es obtener información experimental que permita contrastar los resultados de los cálculos teóricos.

- 1) Verificación de las características eficaces de las secciones obtenidas según *Eurocódigo-3*.
- 2) Para determinar la rigidez relativa del apoyo elástico, **Ingeniería y Construcción del Perfil S.A.** ha realizado numerosos ensayos in situ que han permitido obtener la constante del muelle que simula la rigidez finita del apoyo en la modelización realizada por ordenador.



Imagen 2 y 3. Ensayo de carga de los perfiles INCO 44.4 Curvado y INCO 44.6 Ondulado Curvado y colapso del arco para la determinación de la carga máxima admisible

- 3) Se ha determinado la carga máxima admisible que origina el agotamiento plástico, y el consiguiente colapso del arco.

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

4.2. Puesta en Obra

4.2.1. Montaje y Fijaciones

A tenor de las conclusiones extraídas durante los ensayos y de los resultados obtenidos, tanto en los propios ensayos como en la simulación efectuada por ordenador y posterior cálculo analítico, y siempre de acuerdo con nuestro leal saber y entender detallamos las siguientes recomendaciones:

- 1) Utilización de espesores de chapa no inferiores a 0,80 mm, especialmente a partir de luces superiores a 4 m.
- 2) La colocación sobre estructura de hormigón se efectuará sobre una estructura secundaria de acero protegido y resistente a los esfuerzos de sollicitación. Estos soportes quedarán incorporados a la obra civil y debidamente anclados. En los casos donde el apoyo de la chapa a la estructura no tenga la inclinación de 25° se puede optar por utilizar un remate de fijación de espesor mínimo 2 mm (ver gráfico 8, RCUR).

Se podrá prescindir de la anterior solución cuando exista garantía suficiente por parte del fabricante de la fijación. Será conveniente la realización de ensayos en obra dadas las posibles diferencias de calidades del hormigón. En este caso deberá informarse a la empresa fabricante de la estructura el sistema de fijación elegido, solicitándole por escrito su consentimiento.

Independientemente de la solución adoptada se fijarán todas la chapas con dos tornillos, mínimo M6, por valle y apoyo.

El apoyo mínimo recomendable de la chapa sobre la estructura será en caso de chapa simple, mayor a 150 mm y en caso de sandwich, mayor a 100 mm.

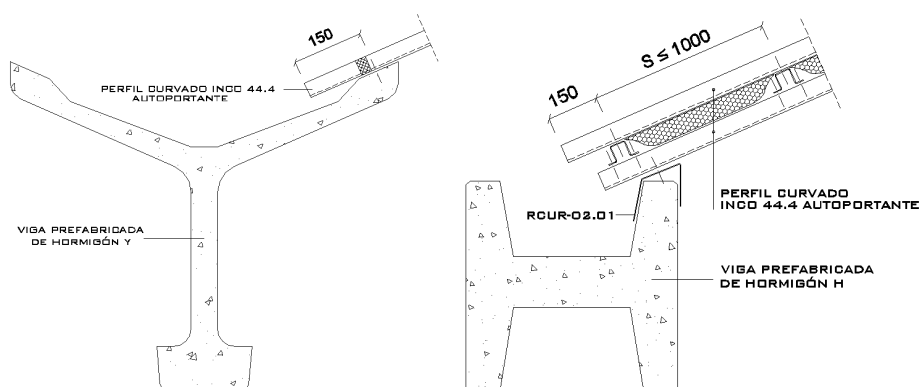


Gráfico 8. Condiciones el montaje de las distintas tipologías de cubierta (cotas en mm)

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

- 3) Fijación solape longitudinal entre chapa un tornillo M6, 3x18 cada metro.
- 4) No superar luces superiores a 6 m.
- 5) Montaje de arcos de cubierta tipo sandwich conectados mediante perfiles omega, recomendamos que la separación de estos perfiles no supere el metro, consiguiendo que las cargas que transmite el arco exterior al arco interior se aproximen a una carga uniformemente repartida, conforme a los supuestos establecidos en el cálculo.



Imagen 4. Fase de montaje de cubierta curvada autoportante formada por el perfil INCO 44.4 Curvado

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

4.2.2. Fases de Montaje de la Cubierta Sandwich

4.2.2.1. Fase A

- ① Fijación simultánea de remate y perfil inferior mediante dos tornillos por onda.
- ② Fijación del remate al perfil inferior mediante un tornillo por onda.

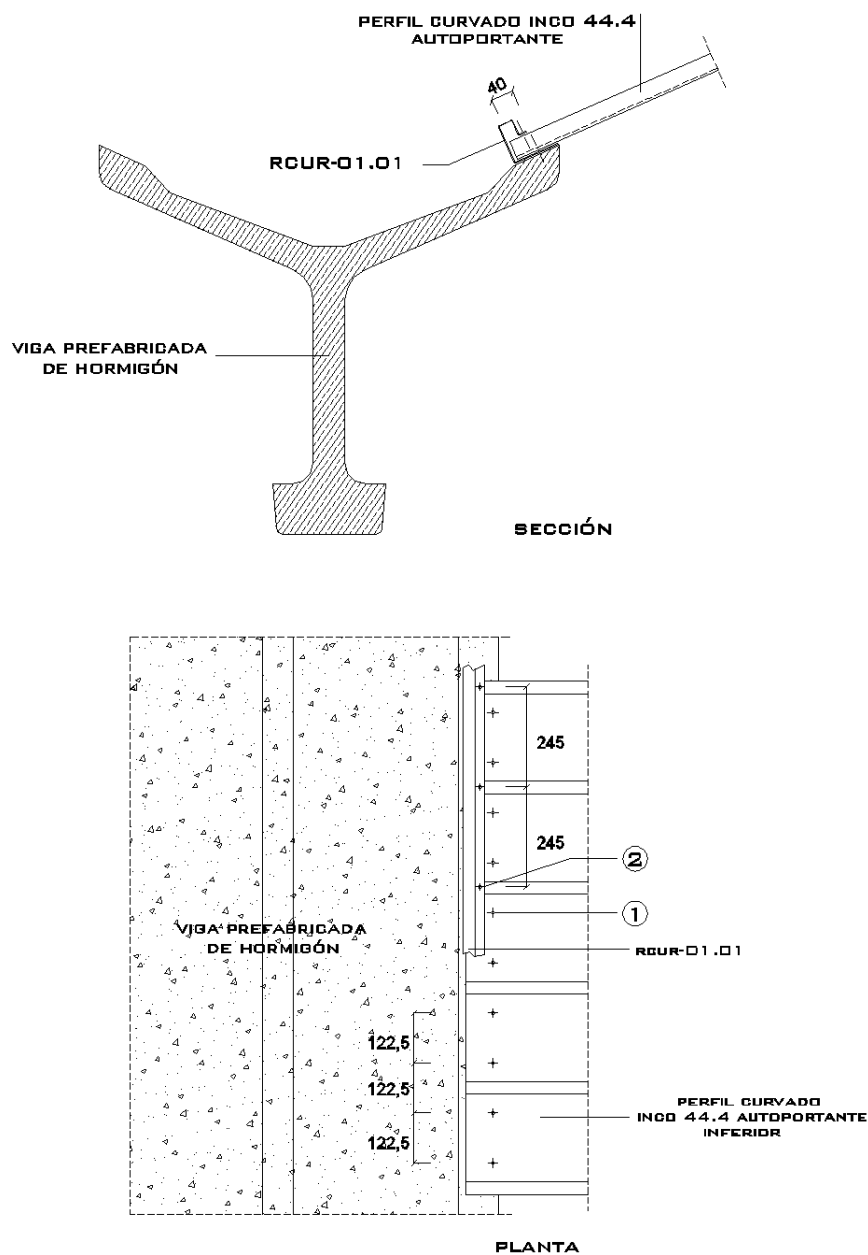


Gráfico 10. Fase A de montaje de cubierta Curva Autoportante Sandwich (cotas en mm)

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

4.2.2.2. Fase B

- ③ Fijación de las omegas intermedias en todas las ondas del perfil inferior.
- ④ Colocación del aislamiento.
- ⑤ Fijación del perfil exterior al remate-(RCUR-01.01), mediante dos tornillos por onda.

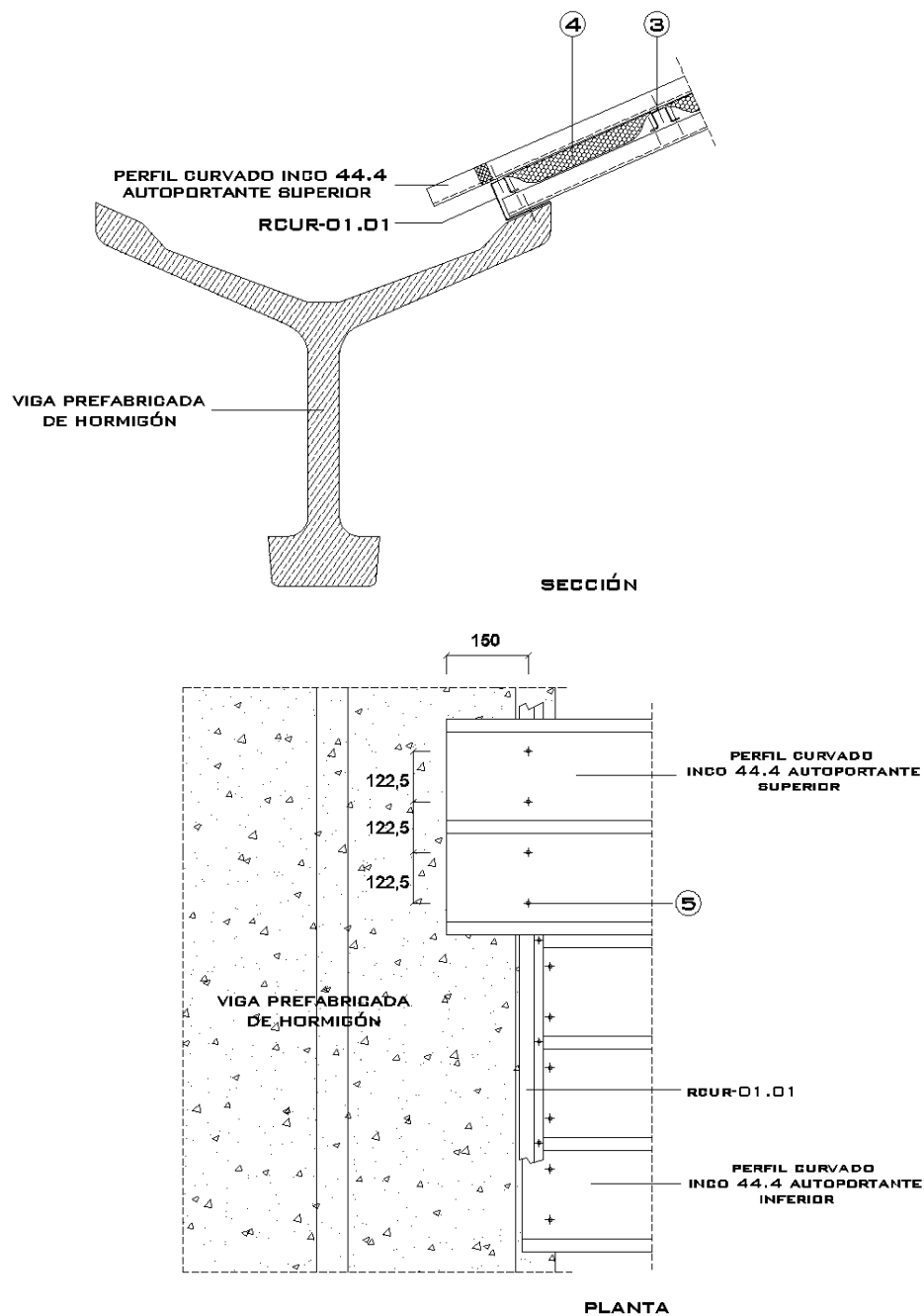


Gráfico 11. Fase B de montaje de cubierta Curva Autoportante Sandwich (cotas en mm)

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

4.3. Lucernarios en Arco

4.3.1. Policarbonatos

- La distancia máxima entre omegas será de 1,50 m
- El diámetro del taladro será unos 6 mm mayor que el del tornillo. Las fijaciones se realizarán por medio de colisos y arandelas cónicas que permitan el movimiento del policarbonato
- La longitud de vuelo no excederá 200 mm
- Los solapes se realizarán en contra del sentido del viento
- Las placas de policarbonato no se pueden pisar directamente
- La pendiente mínima de la cubierta será de un 10%
- Los selladores, masillas y siliconas deben ser de calidad neutra

Ver recomendaciones de instalación del fabricante.

4.3.2. Solución con policarbonato celular liso

a) Arco simple.

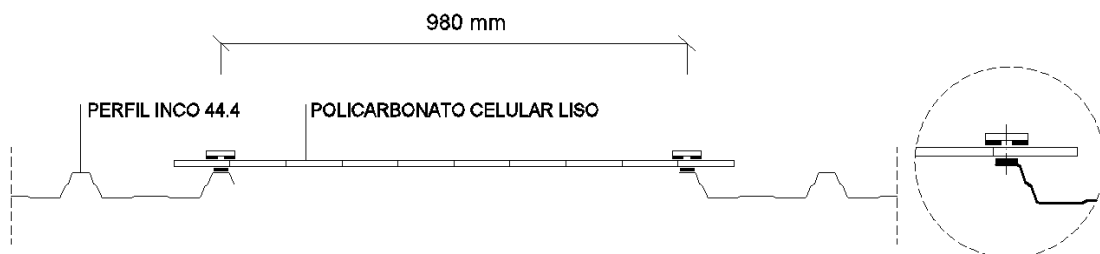


Gráfico 12. Arco simple con lucernario simple

b) Arco doble (sandwich) con lucernario simple.

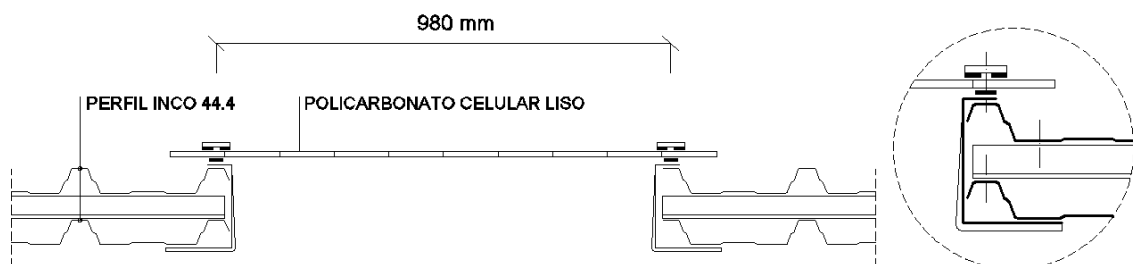


Gráfico 13. Arco doble con lucernario simple

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

c) Arco doble (sandwich) con lucernario doble.

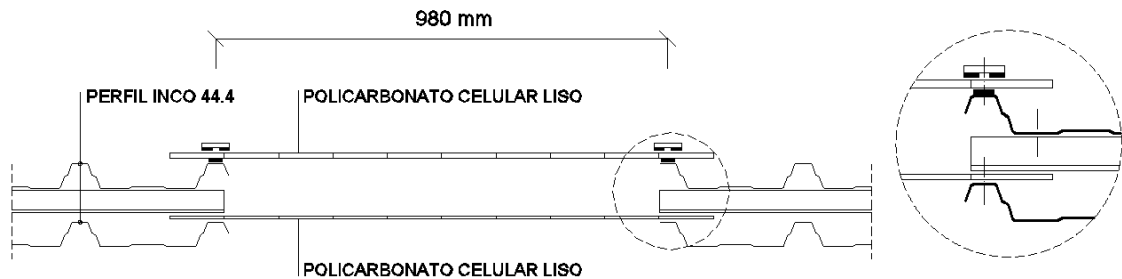


Gráfico 14. Arco doble con lucernario doble



Imagen 5. Cubierta curvada autoportante formada por doble perfil INCO 44.4 Curvado y lucernario doble

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

4.3.3. Solución con policarbonato compacto grecado

- a) Arco doble (sándwich) formado por una placa de policarbonato compacto grecado (exterior) y una placa de policarbonato celular liso (interior).

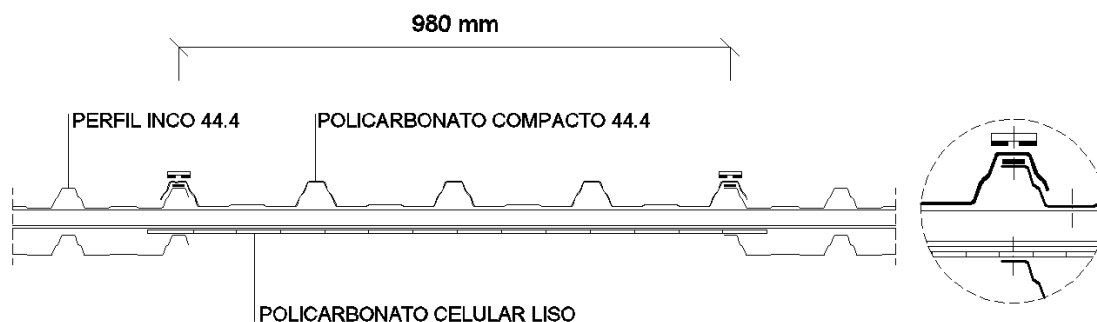


Gráfico 15. Arco doble con lucernario doble

- b) Arco doble (sándwich) formado por dos placas de policarbonato compacto grecado

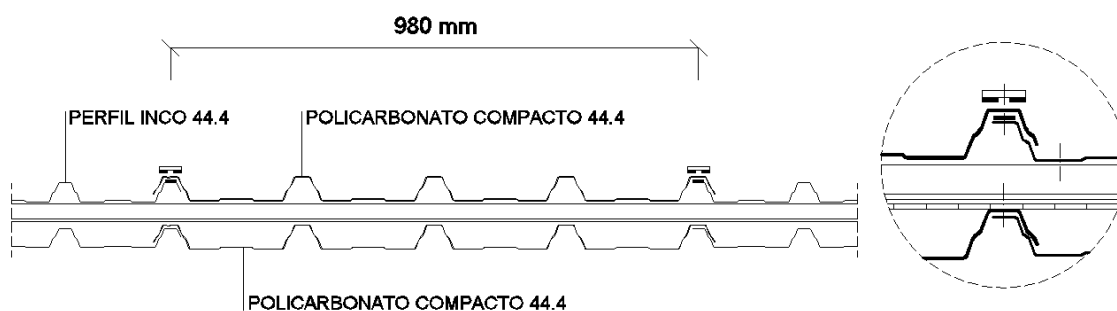


Gráfico 16. Arco doble con lucernario doble

- c) Arco doble (sándwich) formado por policarbonato compacto grecado curvado (exterior) y chapa perforada (interior)

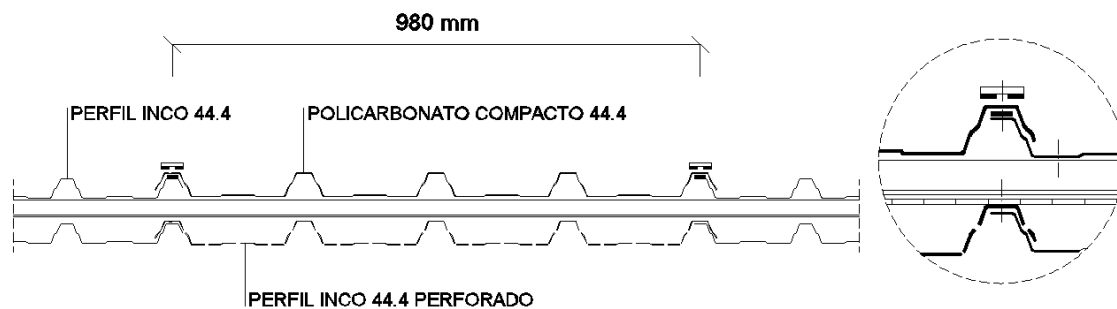


Gráfico 17. Arco doble con lucernario simple más perfil perforado

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

Limitaciones de fabricación:

El radio mínimo de curvado del perfil *INCO 44.4 en policarbonato compacto* curvado es de 5 m.

Ver especificaciones del policarbonato compacto en el punto 4.5. Fichas Técnicas

4.4. Rematería

Para resolver los distintos encuentros que se pueden dar en la construcción de una nave industrial visite nuestra página web y consulte el documento **Detalles Constructivos Rematería**.

En el caso de las Cubiertas Curvadas Autoportantes existen dos tipos de remates, los que presentan su directriz recta, generalmente se trata de piezas que resuelven la transición Cubierta-Estructura, y los que presentan su directriz curva, remates que resuelven los encuentros y cierres de la cubierta curva. Ambos se resuelven mediante la acción del plegado.

a) Directriz recta

Estos remates se realizan mediante el plegado de planchas de acero de 1,0 mm a 1,2 mm de espesor.

- Remate de aplicación en cubiertas sandwich autoportantes curvadas. Su función es fijar ambos perfiles a la estructura prefabricada de hormigón con sección en Y.

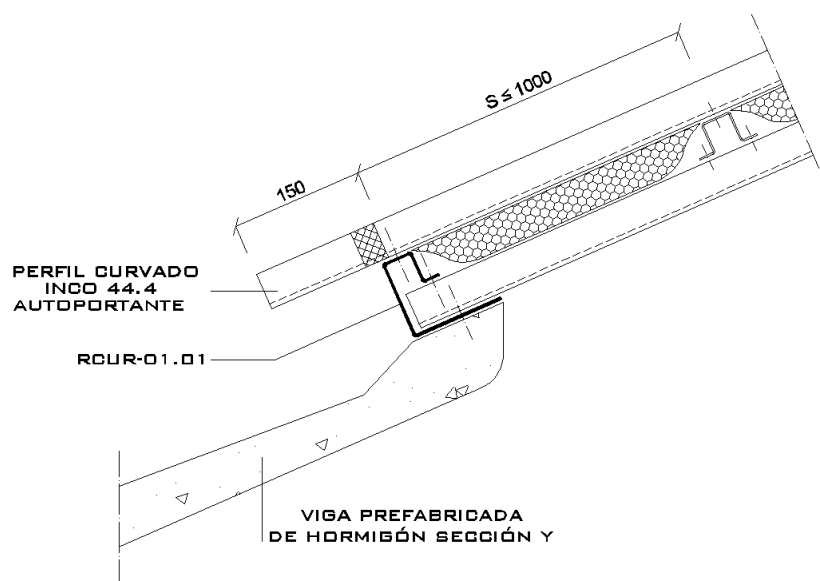


Gráfico 18. Detalle constructivo del remate RCUR-01.01 de fijación de perfil curvado autoportante (cotas en mm)

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

- Remate de aplicación en cubiertas sandwich autoportantes curvadas. Su función es fijar ambos perfiles a la estructura prefabricada de hormigón con sección en Y. Esta variante permite independizar la colocación del remate de los dos perfiles de cubierta.

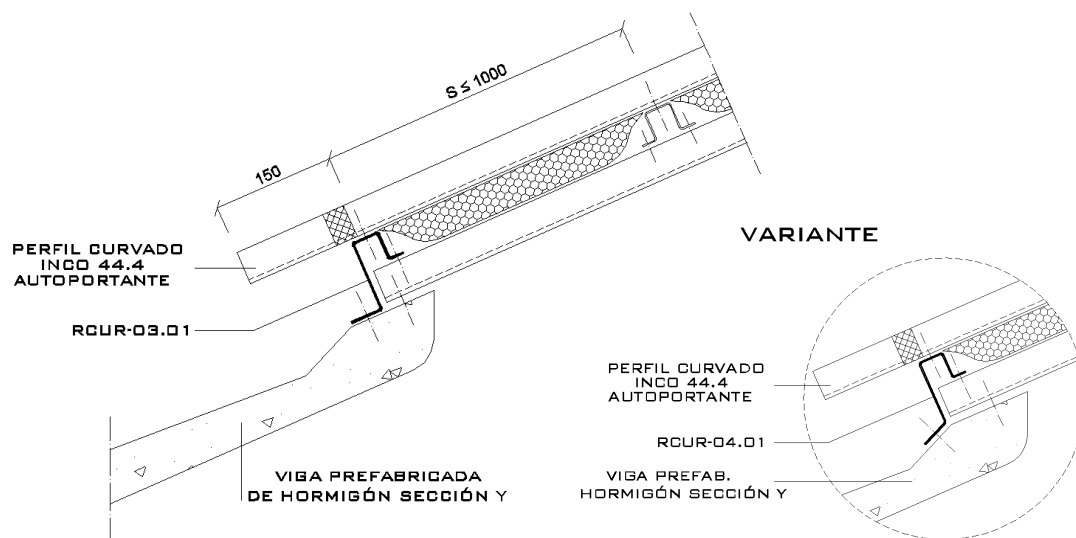


Gráfico 19. Detalle constructivo del remate RCUR-03.01 y RCUR-04.01 de fijación de perfil curvado autoportante (cotas en mm)

- Remate de aplicación en cubiertas autoportantes curvadas. Su función es fijar el perfil interior a la estructura prefabricada de hormigón con sección en H.

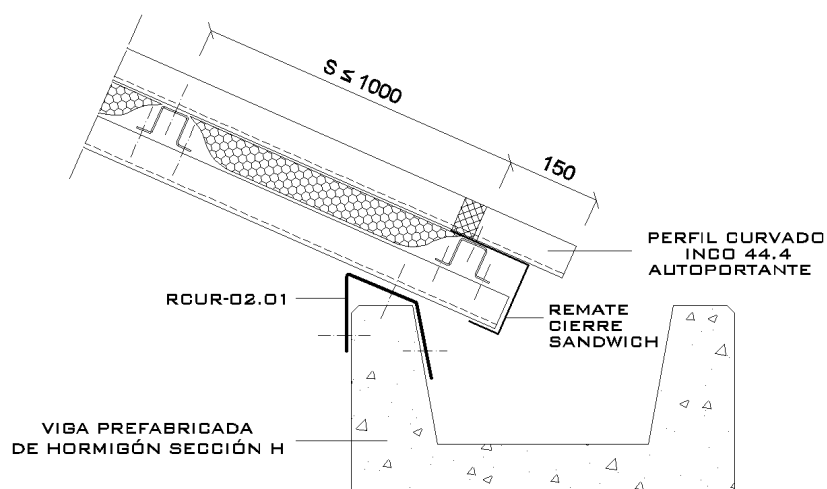


Gráfico 20. Detalle constructivo del remate RCUR-02.01 de fijación de perfil curvado autoportante (cotas en mm)

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

b) Directriz curva

Estos remates se realizan mediante el plegado convencional de planchas de acero de 0,6 mm a 1,0 mm de espesor. Posteriormente, mediante un plegado específico, se le confiere la curvatura en función de los parámetros de la cubierta.

- Remate de coronación, de aplicación en cubiertas autoportantes curvadas. Su función es de cierre de la coronación curvada, deben cubrir al menos un paso de onda y ésta quedará a una distancia del borde de la cubierta inferior a su paso.

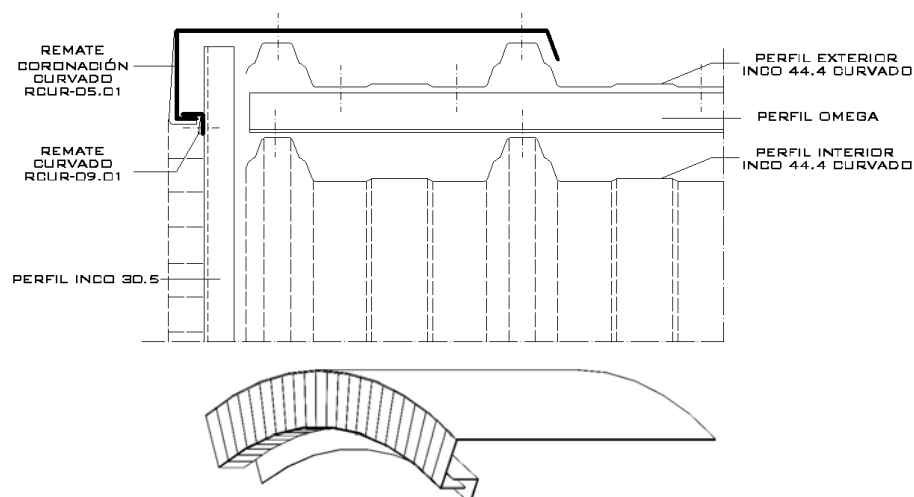


Gráfico 21. Detalle constructivo del remate RCUR-05.01 de coronación curvado

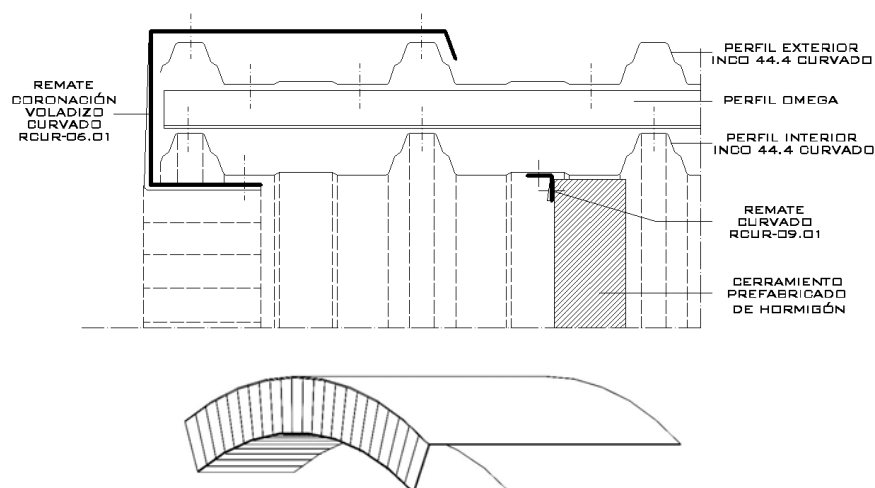


Gráfico 22. Detalle constructivo del remate RCUR-05.01 de coronación de voladizo curvado.

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

- Remate de babero, de aplicación en cubiertas autoportantes curvadas. Su función es resolver el encuentro entre el faldón lateral de pendiente y el cerramiento vertical.

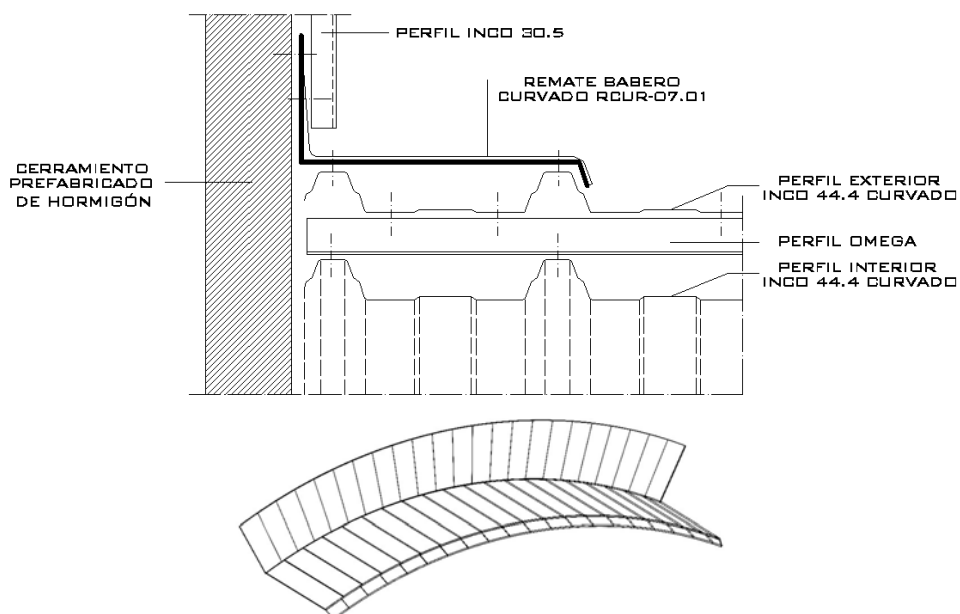


Gráfico 23. Detalle constructivo del remate RCUR-07.01 babero curvado.

- Remate de lucernario, de aplicación en cubiertas sandwich autoportantes curvadas. Su función es resolver el cierre interior del lucernario curvado compuesto por policarbonato celular liso.

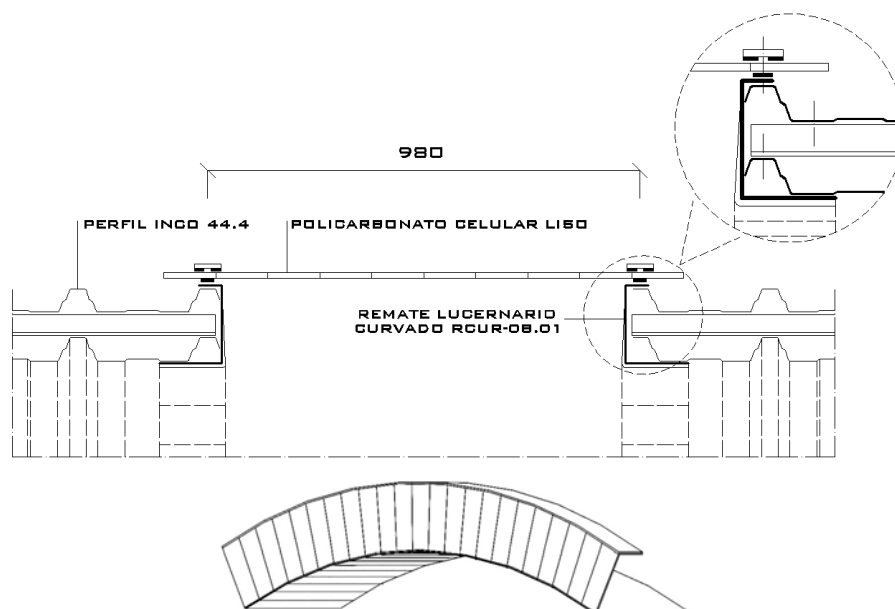


Gráfico 24. Detalle constructivo del remate RCUR-08.01 lucernario curvado (cotas en mm)

Cubiertas Curvadas Autoportantes

4

4.5. Fichas Técnicas

A continuación adjuntamos las fichas técnicas de los perfiles que forman parte de la tipología de cubierta curva autoportante en su rango de luces de hasta 8m, el perfil INCO 44.4 Curvado, el perfil INCO 44.6 Ondulado Curvado y el perfil INCO 70.4 Curvado.



Imagen 6. Diferentes obras de cubiertas curvadas autoportantes.

CATÁLOGO DE FICHAS TÉCNICAS



INCOPERFIL®
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DEL PERFIL

Perfiles Curvados (hasta 8 m)



Mas documentación en: www.incoperfil.com

Revisión 2009

Producto



Perforado



Solape

Ancho Útil 1050 mm
Altura Greca 30 mm

Descripción

El perfil INCO 30.5 curvado se utiliza cubiertas (simple o multicapa) de naves industriales, centros comerciales, instalaciones deportivas, etc. Su principal aplicación es la de revestimiento exterior del cerramiento. Es un perfil de baja resistencia debido al diseño de su geometría con una altura de greca de 30 mm.

Está disponible tanto en galvanizado como en los distintos colores de prelacado. Además para aplicaciones de mejora acústica se puede realizar con acero perforado.

Aplicaciones

- Industrial: hangares, fábricas, depósitos.
- Agrícola: establos, cobertizos.
- Comercial: recintos abiertos, deportivos, vallas.
- Público: escuelas, gimnasios, pabellones.

Artículos Complementarios

- INCO POL 30.5 (Placa traslúcida Policarbonato)
- Junta Estanca INCO 30.5 Superior / Inferior
- Rematería

Documentación Relacionada

- Catálogo General
- Ficha Técnica
- Dossier Técnico
- Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

Material

Clase de Acero	EN 10346
Recubrimiento Orgánico	EN 10169
Tolerancias Dimensionales	EN 10346
Reacción al fuego	EN 14782

Acabado

- Galvanizado
- Lacado Estándar / Lacado Altas Prestaciones
- Materiales Especiales: Magnelis
- Perforados para soluciones acústicas

Condiciones de Fabricación

Longitud de fabricación	Mín. / Máx. 2.000 / 8.000 mm
Rango de espesores	0,60 0,70 0,75 0,80 1,00 1,20 mm
Pedido mínimo	250 m ²
Peso paquete	1.500-2.000 kg
Color	Blanco RAL 9003. Otros bajo demanda
Posición color	A

Condiciones de Transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m ²)	Espesor (mm)	Superficie* (m ²)
0,60	3.900	1,00	2.300
0,70	3.300	1,20	1.900
0,80	2.900		

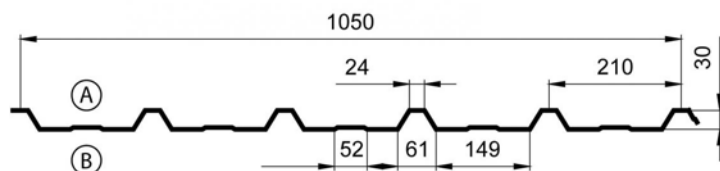
* superficie estimada en función de las longitudes de corte

Notas

- Longitud Arco ($\alpha = 25^\circ$): $1,0324 \times \text{Luz (m)} + 0,0262$

Rev. 2021.02

Dimensiones



Ancho Útil: 1050 mm

Cotas en mm

Características del Material

Material	Acero
Límite Elástico (N/mm ²)	220
Módulo Elasticidad (N/mm ²)	210.000
Densidad (Kg/m ³)	7.850

Parámetros de Cubierta

Extremo Izq. - Der.	Apoyado - Apoyado
Posición	Horizontal
Anchura Apoyos Intermedios (mm)	10
Anchura Apoyos Extremos (mm)	10

Valores Eficaces

Espesor (mm)	Peso (daN/m ²)	Área Bruta (mm ² /m)	M. Inercia (mm ⁴ /m)			M. Resistente (mm ³ /m)	
			Bruta	Eficaz +	Eficaz -	Eficaz +	Eficaz -
0,60	5,70	714	81.614	77.846	55.015	3.443	3.251
0,70	6,60	833	95.165	94.361	67.746	4.199	3.849
0,75	7,10	893	101.935	101.533	74.393	4.517	4.149
0,80	7,50	952	108.704	108.705	81.041	4.835	4.450
1,00	9,40	1.190	135.746	135.746	108.848	6.009	5.654
1,20	11,30	1.429	162.744	162.744	137.760	7.169	6.853

Tablas de uso

Sobrecarga Descendente / Ascendente (daN/m²)

Espesor (mm)	Distancia Máxima entre Apoyos Descendente / Ascendente (m)										1 Vano Δ
	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75
0,60	241 / 227	166 / 156	115 / 113	75 / 86	51 / 66	36 / 53	26 / 43	18 / 35	14 / 29	10 / 24	7 / 20
0,70	294 / 269	202 / 185	137 / 134	89 / 101	61 / 79	43 / 63	31 / 51	22 / 41	16 / 35	11 / 29	8 / 24
0,75	316 / 290	218 / 200	146 / 145	96 / 109	66 / 85	46 / 68	33 / 54	24 / 45	17 / 37	12 / 31	9 / 26
0,80	339 / 311	233 / 214	157 / 155	103 / 117	70 / 91	49 / 73	35 / 59	25 / 48	19 / 40	13 / 33	9 / 29
1,00	421 / 396	290 / 272	196 / 198	128 / 149	88 / 116	62 / 92	44 / 75	32 / 62	23 / 51	17 / 43	12 / 36
1,20	502 / 480	346 / 330	234 / 240	154 / 181	104 / 140	74 / 112	52 / 90	38 / 74	28 / 62	20 / 52	14 / 44

Espesor (mm)	Distancia Máxima entre Apoyos Descendente / Ascendente (m)										2 Vanos $\Delta \Delta$
	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75
0,60	158 / 239	117 / 165	90 / 120	71 / 90	57 / 70	47 / 56	39 / 46	33 / 38	28 / 31	24 / 26	20 / 22
0,70	199 / 291	146 / 201	112 / 146	88 / 111	71 / 86	58 / 69	48 / 55	40 / 46	34 / 38	29 / 32	24 / 27
0,75	220 / 314	162 / 216	123 / 158	97 / 119	78 / 93	64 / 74	53 / 60	44 / 49	37 / 41	31 / 34	26 / 29
0,80	241 / 336	177 / 231	135 / 169	106 / 127	85 / 99	69 / 79	57 / 64	48 / 53	40 / 44	33 / 37	28 / 31
1,00	330 / 418	240 / 288	182 / 210	142 / 158	114 / 124	92 / 98	75 / 80	62 / 66	51 / 55	43 / 46	36 / 39
1,20	420 / 498	304 / 343	230 / 250	179 / 189	140 / 147	112 / 117	90 / 95	74 / 78	62 / 65	52 / 54	44 / 46

Espesor (mm)	Distancia Máxima entre Apoyos Descendente / Ascendente (m)										3 Vanos $\Delta \Delta \Delta$
	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75
0,60	190 / 299	142 / 206	110 / 151	87 / 114	70 / 89	58 / 72	48 / 58	40 / 48	30 / 40	23 / 34	18 / 29
0,70	240 / 364	178 / 252	137 / 184	108 / 139	87 / 109	72 / 87	60 / 71	47 / 59	36 / 49	27 / 41	21 / 35
0,75	266 / 392	196 / 271	151 / 198	119 / 150	96 / 118	79 / 94	66 / 76	51 / 63	38 / 53	30 / 45	23 / 38
0,80	292 / 420	215 / 291	165 / 212	130 / 161	105 / 126	87 / 101	72 / 82	54 / 68	41 / 57	31 / 48	25 / 41
1,00	400 / 522	293 / 361	224 / 264	176 / 200	141 / 156	116 / 125	91 / 102	68 / 84	52 / 70	40 / 60	30 / 51
1,20	512 / 622	373 / 430	283 / 314	221 / 238	177 / 186	142 / 149	108 / 122	81 / 100	62 / 84	47 / 71	36 / 60

Comprobaciones realizadas a Flexión, Cortante, Abolladura, Flecha (L / 200)

Leyenda de Cálculo

v19.06.12

Combinación de Acciones:

ELU_{Descendente}: $Q = 1,35 \cdot \text{Peso Propio} + 1,50 \cdot \text{Sobrecarga}$

ELS_{Descendente}: $Q = 1,00 \cdot \text{Peso Propio} + 1,00 \cdot \text{Sobrecarga}$

ELU_{Ascendente}: $Q = 0,80 \cdot \text{Peso Propio} - 1,50 \cdot \text{Viento}$

Nota: El resultado de la carga máxima viene dado en proyección horizontal

Normativa:

UNE-EN 1993-1-3

Eurocódigo 3 Parte 1-3

Coefficiente γ_{M1} : 1,05

Declaración de prestaciones: www.incoperfil.com/dop

Solicitud informe de cálculo: www.incoperfil.com/cyd



EN 14782:2006

Producto



Perforado



Solape

Ancho Útil 980 mm
Altura Greca 44 mm

Descripción

El perfil INCO 44.4 curvado autoportante se utiliza cubiertas (simple o multicapa) de naves industriales, centros comerciales, instalaciones deportivas, etc. Su principal aplicación es la de soporte interior del cerramiento, llegando a alcanzar luces de hasta 8 m. Es un perfil de resistencia media gracias al diseño de su geometría con una altura de greca de 44 mm.

Está disponible tanto en galvanizado como en los distintos colores de prelacado. Además para aplicaciones de mejora acústica se puede realizar con acero perforado.

Aplicaciones

- Industrial: hangares, fábricas, depósitos.
- Agrícola: establos, cobertizos.
- Comercial: recintos abiertos, deportivos, vallas.
- Público: escuelas, gimnasios, pabellones.

Artículos Complementarios

- INCOPOL 44.4 (Placa traslúcida Policarbonato)
- Junta Estanca INCO 44.4 Superior / Inferior
- Rematería

Documentación Relacionada

- Catálogo General
- Ficha Técnica
- Dossier Técnico
- Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

Material

Clase de Acero	EN 10346
Recubrimiento Orgánico	EN 10169
Tolerancias Dimensionales	EN 10346
Reacción al fuego	EN 14782

Acabado

- Galvanizado
- Lacado Estándar / Lacado Altas Prestaciones
- Materiales Especiales: Magnelis
- Perforados para soluciones acústicas

Condiciones de Fabricación

Longitud de fabricación	Mín. / Máx. 2.000 / 8.000 mm
Rango de espesores	0,60 0,70 0,75 0,80 1,00 1,20 mm
Pedido mínimo	250 m ²
Peso paquete	1.500-2.000 kg
Color	Blanco RAL 9003. Otros bajo demanda
Posición color	A

Condiciones de Transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m ²)	Espesor (mm)	Superficie* (m ²)
0,60	3.200	1,00	1.900
0,70	2.800	1,20	1.600
0,80	2.400		

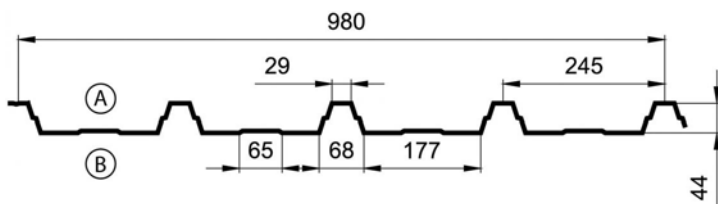
* superficie estimada en función de las longitudes de corte

Notas

- Longitud Arco ($\alpha = 25^\circ$): $1,0324 \times \text{Luz (m)} + 0,0384$

Rev. 2021.02

Dimensiones del Perfil



Ancho Útil: 980 mm

Cotas en mm

Características del Material

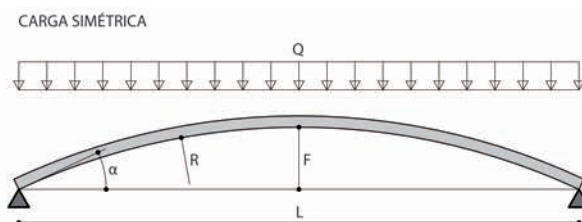
Material	Acero
Límite Elástico (N/mm^2)	280
Módulo Elasticidad (N/mm^2)	2.100.000
Densidad (Kg/m^3)	7.850

Valores Eficaces

Espesor (mm)	Peso (daN/m^2)	Área Bruta (mm^2/m)	M. Inercia (mm^4/m)			M. Resistente (mm^3/m)	
			Bruta	Eficaz +	Eficaz -	Eficaz +	Eficaz -
0,60	6,01	765	185.107	172.264	113.587	5.185	4.841
0,70	7,01	893	215.970	208.515	139.844	6.337	5.764
0,80	8,01	1.020	246.214	245.402	167.450	7.512	6.700
1,00	10,01	1.276	308.597	308.597	226.033	9.359	8.594

Tabla de Uso

Carga Máxima (daN/m^2)



Espesor (mm)	Luz entre apoyos (m)													
	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,2
0,60	285	248	223	206	195	186	181	170	162	155	149	144	140	137
0,70	374	325	292	270	255	238	220	206	195	187	180	174	169	165
0,80	463	403	362	334	311	280	258	242	229	220	212	205	199	194
1,00	621	540	485	445	391	353	325	305	289	277	267	258	251	244
Radio (mm)	1.893	2.130	2.366	2.603	2.839	3.076	3.313	3.549	3.786	4.023	4.259	4.496	4.732	4.969
Flecha (mm)	177	200	222	244	266	288	310	333	355	377	399	421	443	466
Ángulo (°)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0

Espesor (mm)	Luz entre apoyos (m)													
	4,6	4,8	5	5,2	5,4	5,6	5,8	6	6,2	6,4	6,6	6,8	7	
0,60	131	130	129	128	128	125	119	113						
0,70	159	157	155	155	154	153	151	147	139	131	124	118	110	
0,80	186	184	182	182	181	180	178	174	168	161	152	145	139	
1,00	235	232	230	229	228	227	224	219	212	203	195	194	180	
Radio (mm)	5.442	5.679	5.916	6.152	6.389	6.625	6.862	7.099	7.335	7.572	7.808	8.045	8.282	
Flecha (mm)	510	532	554	576	599	621	643	665	687	709	732	754	776	
Ángulo (º)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	

Los valores de resistencia ELU a carga distribuida que aparecen en la tabla se han obtenido mediante la explotación de resultados de ensayos experimentales. Para el diseño de la estructura la deformación máxima horizontal del apoyo se limitará a 3 mm (presión) y a 30 mm (succión).

Leyenda de Cálculo

v21.03.03

Combinación de Acciones:

PP: Peso Propio ; CP: Carga Permanente

ELU: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Uso}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Viento} + 0,75 * \text{Nieve}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve} + 0,90 * \text{Viento}$

ELS: $Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Uso}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Viento} + 0,50 * \text{Nieve}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Nieve} + 0,60 * \text{Viento}$

Normativa:

UNE-EN 1993-1-3: Eurocódigo 3 Parte 1-3

Declaración de prestaciones: www.incoperfil.com/dop

Solicitud informe de cálculo: www.incoperfil.com/cyd



EN 14782:2006

Producto



Perforado



Solape

Ancho Útil 930 mm
Altura Greca 44 mm

Descripción

El perfil INCO 44.6 ondulado curvado autoportante se utiliza cubiertas (simple o multicapa) de naves industriales, centros comerciales, instalaciones deportivas, etc. Su principal aplicación es la de soporte interior del cerramiento, llegando a alcanzar luces de hasta 7 m. Es un perfil de resistencia media gracias al diseño de su geometría con una altura de greca de 44 mm.

Está disponible tanto en galvanizado como en los distintos colores de prelacado. Además para aplicaciones de mejora acústica se puede realizar con acero perforado.

Aplicaciones

- Industrial: hangares, fábricas, depósitos.
- Agrícola: establos, cobertizos.
- Comercial: recintos abiertos, deportivos, vallas.
- Público: escuelas, gimnasios, pabellones.

Artículos Complementarios

- INCOPOL 44.6 (Placa traslúcida Policarbonato)
- Junta Estanca INCO 44.6 Superior / Inferior
- Rematería

Documentación Relacionada

- Catálogo General
- Ficha Técnica
- Dossier Técnico
- Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

Material

Clase de Acero	EN 10346
Recubrimiento Orgánico	EN 10169
Tolerancias Dimensionales	EN 10346
Reacción al fuego	EN 14782

Acabado

- Galvanizado
- Lacado Estándar / Lacado Altas Prestaciones
- Materiales Especiales: Magnelis
- Perforados para soluciones acústicas

Condiciones de Fabricación

Longitud de fabricación	Mín. / Máx. 2.000 / 7.000 mm
Rango de espesores	0,60 0,70 0,75 0,80 1,00 1,20 mm
Pedido mínimo	250 m ²
Peso paquete	1.500-2.000 kg
Color	Blanco RAL 9003. Otros bajo demanda
Posición color	A

Condiciones de Transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m ²)	Espesor (mm)	Superficie* (m ²)
0,60	3.200	1,00	1.900
0,70	2.800	1,20	1.600
0,80	2.400		

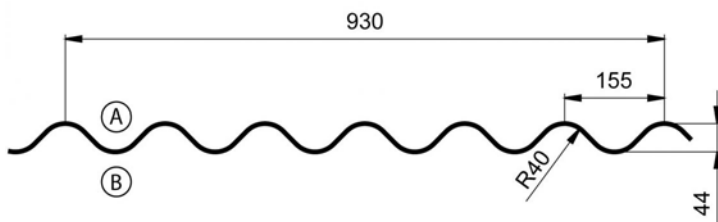
* superficie estimada en función de las longitudes de corte

Notas

- Longitud Arco ($\alpha = 25^\circ$): $1,0324 \times \text{Luz (m)} + 0,0384$

Rev. 2021.02

Dimensiones del Perfil



Ancho Útil: 1250 mm

Cotas en mm

Características del Material

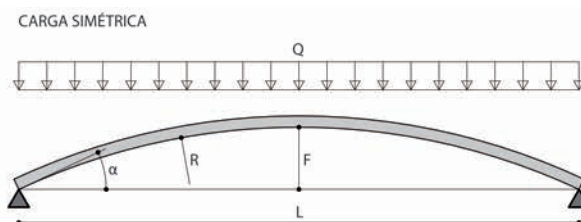
Material	Acero
Límite Elástico (N/mm^2)	280
Módulo Elasticidad (N/mm^2)	2.100.000
Densidad (Kg/m^3)	7.850

Valores Eficaces

Espesor (mm)	Peso (daN/m^2)	Área Bruta (mm^2/m)	M. Inercia (mm^4/m)			M. Resistente (mm^3/m)	
			Bruta	Eficaz +	Eficaz -	Eficaz +	Eficaz -
0,60	6,33	806	172.792	172.792	172.792	7.737	7.737
0,70	7,38	941	201.603	201.603	201.603	9.011	9.011
0,75	7,91	1.008	216.010	216.010	216.010	9.647	9.647
0,80	8,44	1.075	230.419	230.419	230.419	10.281	10.281

Tabla de Uso

Carga Máxima (daN/m^2)



Espesor (mm)	Luz entre apoyos (m)													
	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,2
0,60	285	248	223	206	194	186	180	170	161	154	149	144	140	136
0,70	374	325	292	270	254	238	219	205	195	186	179	174	169	164
0,75	418	363	327	302	284	259	239	224	212	203	196	189	184	179
0,80	464	403	362	335	311	281	259	242	230	220	212	205	199	194
Radio (mm)	1.893	2.130	2.366	2.603	2.839	3.076	3.313	3.549	3.786	4.023	4.259	4.496	4.732	4.969
Flecha (mm)	177	200	222	244	266	288	310	333	355	377	399	421	443	466
Ángulo (°)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0

Espesor (mm)	Luz entre apoyos (m)													
	4,6	4,8	5	5,2	5,4	5,6	5,8	6	6,2	6,4	6,6	6,8	7	
0,60	131	129	128	127	127	124	119	113						
0,70	158	156	155	154	153	153	151	147	139	131	123	117	110	
0,75	172	170	169	168	167	166	165	161	155	146	138	131		
0,80	187	184	183	182	181	180	178	174	168	161	153	145	139	
Radio (mm)	5.442	5.679	5.916	6.152	6.389	6.625	6.862	7.099	7.335	7.572	7.808	8.045	8.282	
Flecha (mm)	510	532	554	576	599	621	643	665	687	709	732	754	776	
Ángulo (°)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	

Los valores de resistencia ELU a carga distribuida que aparecen en la tabla se han obtenido mediante la explotación de resultados de ensayos experimentales. Para el diseño de la estructura la deformación máxima horizontal del apoyo se limitará a 3 mm (presión) y a 30 mm (succión).

Leyenda de Cálculo

v21.03.03

Combinación de Acciones:

PP: Peso Propio ; CP: Carga Permanente

ELU: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Uso}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Viento} + 0,75 * \text{Nieve}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve} + 0,90 * \text{Viento}$

ELS: $Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Uso}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Viento} + 0,50 * \text{Nieve}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Nieve} + 0,60 * \text{Viento}$

Normativa:

UNE-EN 1993-1-3: Eurocódigo 3 Parte 1-3

Declaración de prestaciones: www.incoperfil.com/dop

Solicitud informe de cálculo: www.incoperfil.com/cyd



EN 14782:2006

Producto



Perforado



Solape

Ancho Útil 840 mm
Altura Greca 70 mm

Descripción

El perfil INCO 70.4 curvado autoportante se utiliza cubiertas (simple o multicapa) de naves industriales, centros comerciales, instalaciones deportivas, etc. Su principal aplicación es la de soporte interior del cerramiento, llegando a alcanzar luces de hasta 13,30 m. Es un perfil de gran resistencia gracias al diseño de su geometría con una altura de greca de 70 mm.

Está disponible tanto en galvanizado como en los distintos colores de prelacado. Además para aplicaciones de mejora acústica se puede realizar con acero perforado.

Aplicaciones

- Industrial: hangares, fábricas, depósitos.
- Agrícola: establos, cobertizos.
- Comercial: recintos abiertos, deportivos, vallas.
- Público: escuelas, gimnasios, pabellones.
- Deportivo: pistas de padel.

Artículos Complementarios

- INCOPOL 70.4 (Placa traslúcida Policarbonato)
- Junta Estanda INCO 70.4 Superior / Inferior
- Rematería

Documentación Relacionada

- Catálogo General
- Ficha Técnica
- Dossier Técnico
- Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

Material

Clase de Acero	EN 10346
Recubrimiento Orgánico	EN 10169
Tolerancias Dimensionales	EN 10346
Reacción al fuego	EN 14782

Acabado

- Galvanizado
- Lacado Estándar / Lacado Altas Prestaciones
- Materiales Especiales: Magnelis
- Perforados para soluciones acústicas

Condiciones de Fabricación

Longitud de fabricación	Mín. / Máx. 4.000 / 14.000 mm
Rango de espesores	0,60 0,70 0,75 0,80 1,00 1,20 mm
Pedido mínimo	250 m ²
Peso paquete	1.500-2.000 kg
Color	Blanco RAL 9003. Otros bajo demanda
Posición color	A

Condiciones de Transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m ²)	Espesor (mm)	Superficie* (m ²)
0,60	2.200	1,00	1.300
0,70	1.900	1,20	1.100
0,80	1.700		

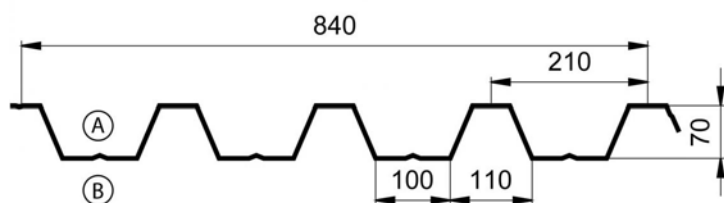
* superficie estimada en función de las longitudes de corte

Notas

- Longitud Arco ($\alpha = 25^\circ$): $1,0324 \times \text{Luz (m)} + 0,0611$

Rev. 2021.02

Dimensiones del Perfil



Ancho Útil: 840 mm

Cotas en mm

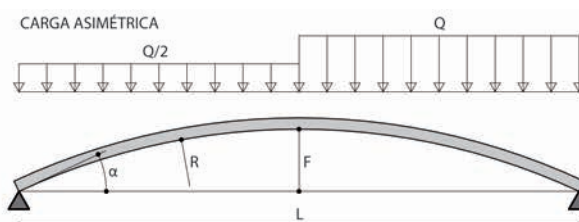
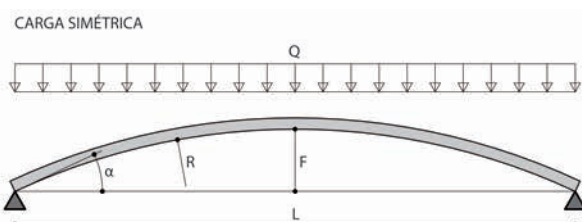
Características del Material

Material	Acero
Límite Elástico (N/mm ²)	280
Módulo Elasticidad (N/mm ²)	2.100.000
Densidad (Kg/m ³)	7.850

Valores Eficaces

Espesor (mm)	Peso (daN/m ²)	Área Bruta (mm ² /m)	M. Inercia (mm ⁴ /m)			M. Resistente (mm ³ /m)	
			Bruta	Eficaz +	Eficaz -	Eficaz +	Eficaz -
0,60	7,00	893	633.077	553.003	462.532	12.195	9.857
0,70	8,17	1.042	738.725	673.258	592.251	16.254	13.134
0,75	8,76	1.116	791.564	745.232	698.464	17.837	16.127
0,80	9,34	1.190	844.414	790.899	778.881	19.159	18.404

Tabla de Uso

Carga Máxima (daN/m²)[illegible]

	Luz		Q1: Carga máxima ELU (daN/m ²)
Espesor	Q1	Q2	Q2: Carga máxima ELU Asimétrica (daN/m ²)
	DT	ST	DT: Diámetro del Tirante (mm)
			ST: Separación entre Tirantes (m)

Los valores de resistencia ELU a carga distribuida simétrica y asimétricamente que aparecen en la tabla se han obtenido mediante la explotación de resultados de ensayos experimentales. Para el diseño de la estructura la deformación máxima horizontal del apoyo se limitará a 3 mm (presión) y a 30 mm (succión).

Leyenda de Cálculo

v21.03.03

Combinación de Acciones:

PP: Peso Propio ; CP: Carga Permanente

$$\text{ELU: } Q = 1,35 * (\text{PP} + \text{CP}) + 1,50 * \text{Uso}$$
$$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Viento} + 0,75 * \text{Nieve}$$
$$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve} + 0,90 * \text{Viento}$$

ELS: $Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * U_{So}$

$$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Viento} + 0,50 * \text{Nieve}$$
$$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Nieve} + 0,60 * \text{Viento}$$
$$\text{ELU}_{\text{Asimétrica}}: Q = 1,35 * (\text{PP} + \text{CP}) + 1,50 * \text{Nieve}$$

Normativa:

UNE-EN 1993-1-3: Eurocódigo 3 Parte 1-3

Declaración de prestaciones: www.incoperfil.com/dop

Solicitud informe de cálculo: www.incoperfil.com/cyd



Dossier Técnico

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces

Protegiendo lo que importa

Ingeniería y Construcción del Perfil S.A.

Carrer Nou, nº 16-27 • Pol. Industrial Mas del Polio
46469 Beniparrell • Valencia
Tel: 96 121 1778 • Fax: 96 121 1504

www.incoperfil.com

Ingeniería y Construcción del Perfil S.A. Todos los derechos reservados



Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

En un mercado cada vez más exigente, **Ingeniería y Construcción del Perfil S.A.** pone a disposición de arquitectos e ingenieros soluciones cada vez más innovadoras que les permitan desarrollar sus proyectos. La ligereza y esbeltez de los perfiles curvados junto con la simplicidad de su forma de trabajo, se conjuga armónicamente dando como resultado una estética inconfundible además de unos costes más reducidos en comparación con los sistemas constructivos tradicionales.

En la actualidad, la calidad de los distintos tipos de acero estructural junto con sus elevadas características mecánicas, nos han permitido desarrollar un producto de prestaciones inviables años atrás.

Tras varios años de investigación, y en colaboración con el Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras (DMMCyTE) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), **Ingeniería y Construcción del Perfil S.A.** ha desarrollado un producto curvado autoportante capaz de alcanzar luces superiores a los 13,00 m.

El sistema curvado a grandes luces nace como continuidad y fruto de la experiencia y relación con la UPV desde el año 2004, en los ensayos realizados en nuestros perfiles curvados para luces medias, **INCO 44.4 curvado** e **INCO 44.6 curvado**.

El desarrollo de este producto ha sido posible gracias a la fabricación de una maquinaria capaz de curvar un perfil de canto 70mm, **INCO 70.4**, con espesores de 1,20 mm y 14,00m de longitud máxima. **Ingeniería y Construcción del Perfil S.A.**, encargó los cálculos teóricos y los ensayos correspondientes al DMMCyTE, según lo estipulado en el EUROCODIGO-3. De este modo se obtienen las características mecánicas eficaces de las secciones, y la comprobación de los estados límites últimos y de servicio. Para ello se realizaron más de cincuenta ensayos a escala natural, sobre piezas curvas y rectas, de distintas luces (8,00 / 10,00 / 13,30m) y espesores de chapa (0,80 / 1,00 / 1,20mm), con objeto de obtener la información experimental que nos ha permitido contrastar los resultados prácticos con los cálculos teóricos.

Por ello toda la investigación desarrollada por **Ingeniería y Construcción del Perfil S.A.**, ha proporcionado la experiencia necesaria sobre el comportamiento y limitaciones de nuestro perfil **INCO 70.4 curvado**. El mismo, es sometido a cargas máximas y tras analizar su comportamiento estable en la carga y su recuperación en la descarga, es llevado finalmente hasta su colapso.

Fruto de estos resultados, junto al estudio y desarrollo del sistema de instalación, este es el producto que les presentamos.

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.1. Ensayos Realizados

Dirigidos por el Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras se realizaron tres tipos de ensayos. El primero de ellos con una carga uniformemente distribuida sobre toda la superficie de la pieza, el segundo, con una carga asimétrica distribuida sobre la mitad de la superficie de la pieza y el tercero, con una carga asimétrica distribuida sobre la totalidad de la pieza. Todos los ensayos se realizaron según la normativa referenciada existente, tal y como indican los siguientes esquemas:

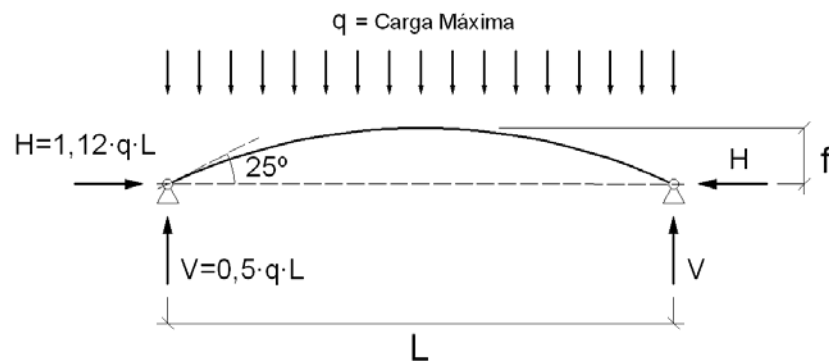


Gráfico 25. Carga uniformemente distribuida. $q(\text{daN/m}) L(\text{m})$

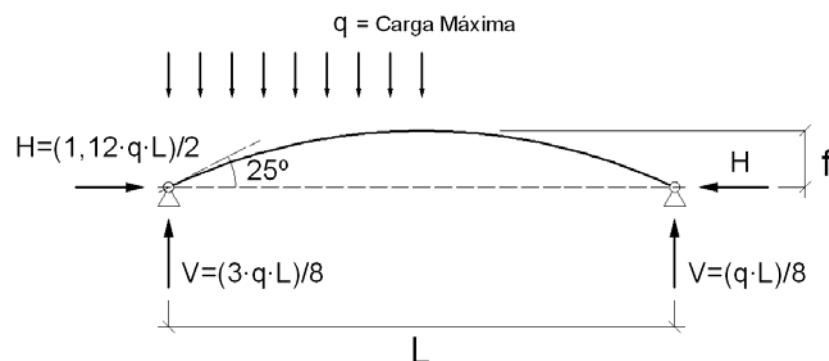


Gráfico 26. Carga Asimétrica Distribuida sobre la mitad de la pieza. $q(\text{daN/m}) L(\text{m})$

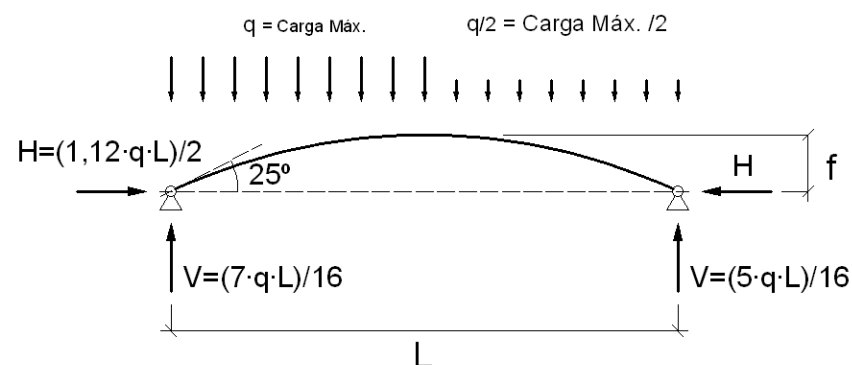


Gráfico 27. Carga Asimétrica Distribuida sobre la totalidad de la pieza. $q(\text{daN/m}) L(\text{m})$

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

El objetivo de estos ensayos es obtener información experimental que permita contrastar los resultados de los cálculos teóricos. Como en los ensayos de los perfiles **INCO 44.4** e **INCO 44.6** de menor altura de greca, estos resultados nos han permitido:

- 1) Verificar las características eficaces de las secciones obtenidas según Eurocódigo-3.

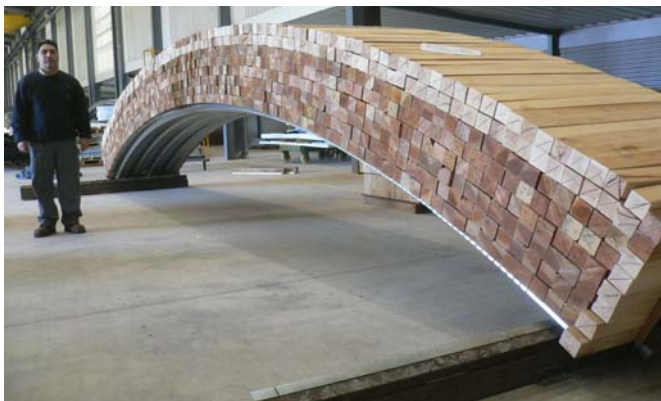


Imagen 7. Ensayos de carga de los perfiles INCO 70.4 para distintas luces y espesores

- 2) Determinar la carga máxima admisible que origina el agotamiento plástico, y el consiguiente colapso del arco.

Todos los ensayos se han realizado con una pendiente del arco en el arranque de 25°. El arco se encuentra anclado mediante tornillos de fijación a una viga de rigidez transversal grande, pero finita, que permita soportar el elevado empuje horizontal transmitido por los extremos del arco.

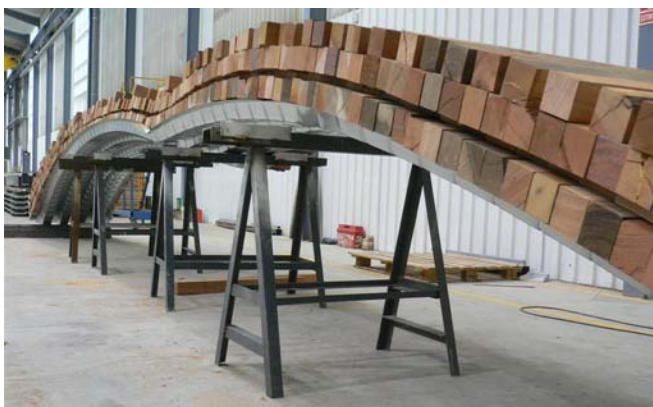


Imagen 8. Colapso del arco para la determinación de la carga máxima admisible

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

De los resultados y análisis de los ensayos junto con los cálculos teóricos se obtuvieron la resistencia máxima del perfil sometido a una carga uniformemente repartida. Los cálculos teóricos y los ensayos se han realizado sin tener en cuenta los tensores horizontales y contra viento.

Además se realizaron los ensayos correspondientes a los Gráficos 26 y 27, donde se procedió a cargar asimétricamente las piezas, tanto parcial (*Imagen 8 y 9*) como totalmente (*Imagen 10 y 11*) según el *EUROCÓDIGO-3*, ya que se deben considerar las cargas simétricas y no simétricas que produzcan el efecto más desfavorable.



Imagen 9 y 10. Carga Asimétrica Distribuida sobre la mitad de la pieza.

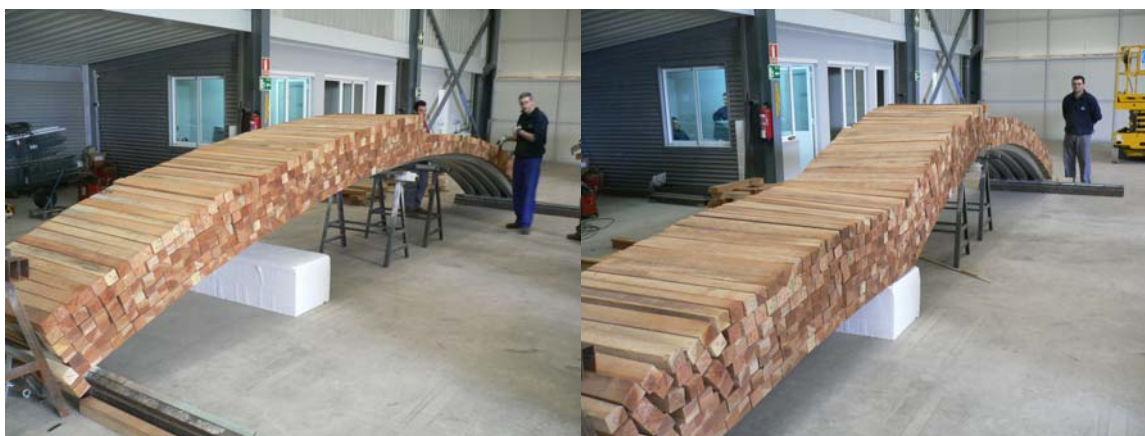


Imagen 11 y 12. Carga Asimétrica Distribuida sobre la totalidad de la pieza.

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.2. La estructura o vigas de apoyo.

El perfil **INCO 70.4 curvado** a grandes luces, al tratarse de un elemento autoportante, nos permite prescindir de ciertos elementos estructurales para cubrir la luz entre soportes. El propio arco realiza la función de distribución de las cargas que sobre él actúan hasta las vigas de apoyo, no siendo precisa la aparición de las vigas intermedias ni de sus correspondientes correas. Las vigas de apoyo, suelen materializarse como elementos de gran canto (celosías metálicas, de madera o vigas prefabricadas de hormigón), que absorben los esfuerzos tanto verticales como horizontales que transmite el arco. Dichas vigas permiten aumentar las luces entre soportes de modo que, a la reducción de elementos estructurales en cubierta que suponemos de la aplicación del perfil curvado, también hay que añadir la reducción de soportes bajo las vigas de apoyo. El resultado es la aparición de espacios más versátiles, libres de elementos estructurales permitiendo un mejor aprovechamiento de su superficie.

Como se describe en el *Apartado 1.6. Empuje sobre estribos*, el empuje horizontal sobre los estribos del arco se debe a la imposibilidad del desplazamiento de los apoyos. La estructura necesaria de apoyo del arco es la viga que lo recibe y con objeto de garantizar el correcto funcionamiento del arco debemos de analizar minuciosamente los siguientes puntos:

- Rigidez suficiente de la viga, capaz de absorber los esfuerzos horizontales.
- Arranque del arco en la estructura, este debe ajustarse al ángulo de 25°.
- La fijación se ajustará al sistema estructural (hormigón, metálica, madera...), debiendo de cumplir la prescripción de los fabricantes de estructura y fijaciones.

La estructura en los muros hastiales será independiente de la cubierta, para así evitar la transmisión de cualquier tipo de esfuerzo sobre la misma.

5.2.1. Hormigón Prefabricado. La viga de apoyo vendrá definida por el fabricante de la estructura, diferenciando la viga central de la extrema, ya que la primera recibe dos faldones de cubierta y la segunda tan solo uno. Su dimensionado responde a un cálculo estandarizado. Cabe destacar la importancia de la fijación del perfil a la estructura.

5.2.2. Metálica. El diseño de este tipo de estructura permite mayor libertad por parte del proyectista.

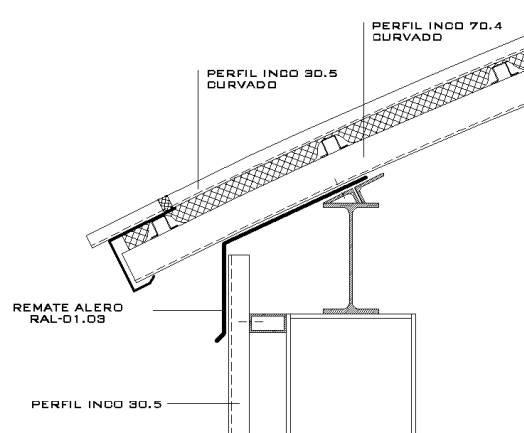


Gráfico 28. Detalle apoyo cubierta curva sobre estructura metálica

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.3. Tirantes Metálicos

a) Reacciones horizontales

Como mejora de la estabilidad del arco se pueden colocar en su base tirantes de acero equipados con tensores, situados en su base y formando la “cuerda” del arco. De este modo serán los propios tirantes los encargados de absorber los desplazamientos, es decir las reacciones horizontales, que transmite el arco a la viga de apoyo debido a las acciones verticales.

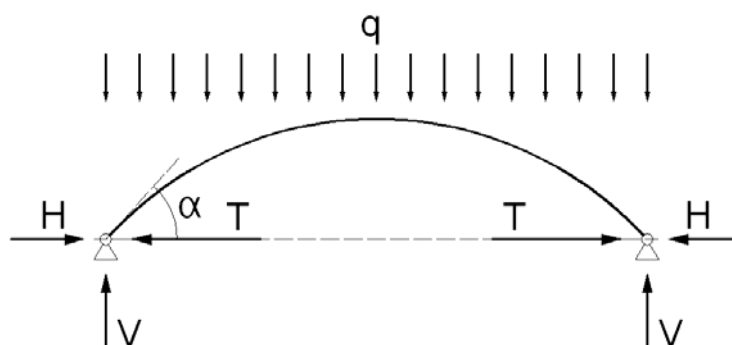


Gráfico 29. Tirantes metálicos contrarrestando las reacciones horizontales.

Es aconsejable que la separación entre tirantes no supere los 2 metros y su distribución debería ajustarse a un tirante en cada soporte y al menos dos intermedios entre soportes.

Hay que prestar especial atención al cálculo de los tirantes, especialmente si el apoyo es articulado, puesto que de él depende la deformabilidad del arco y la estructura. Ello implica, considerando una carga simétrica, la reducción de la sección de los perfiles estructurales, tanto vigas como soportes.

b) Esfuerzos del viento

Son los producidos por la succión del viento exterior, por la presión interior en la cubierta o la combinación de ambos. La estabilidad del arco se puede obtener con la colocación de tirantes que fijen el centro del arco (clave) al arranque o estribo, equipados con tensor.

Observación: El CTE no contempla la acción de ráfagas de viento sobre la cubierta, consideramos aconsejable aplicar la normativa del Eurocódigo 1. Parte 2-4: Acciones en Estructuras. Acciones de Viento.

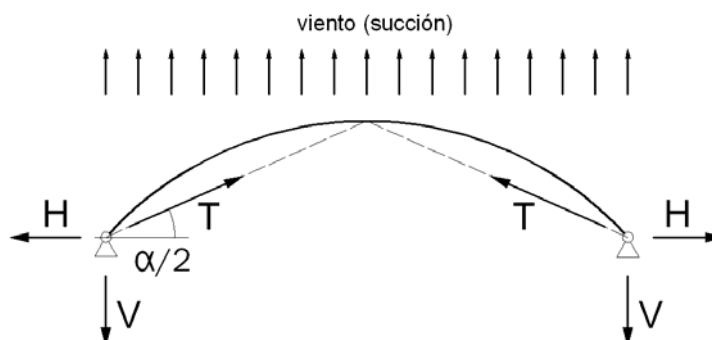


Gráfico 30. Tirantes metálicos contrarrestando las reacciones producidas por el viento.

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

Siendo aconsejable instalar tirantes contra-viento en las cubiertas expuestas en zonas de fuertes vientos o en aquellos puntos más vulnerables de la misma (zona de lucernarios, muros hastiales...). En cuanto a la separación entre tirantes, se puede seguir el mismo criterio que el detallado para tirantes horizontales.

La tensión que soporta el tirante corresponde a la acción de cargas a que está sometida la cubierta.

Para calcular el $\varnothing$ del cable, es conveniente limitar el alargamiento del mismo con la finalidad de acotar el desplazamiento horizontal y/o vertical de la cubierta. (Ley de Elasticidad de Hooke).

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.4. Puesta en Obra

5.4.1. Transporte a Obra

La longitud máxima de los perfiles curvados a grandes luces es de 13,30 m, por lo que el transporte se realizará utilizando un apoyo intermedio o caballete metálico situado en el centro de la misma, tal y como se indica en el *Gráfico 31*.

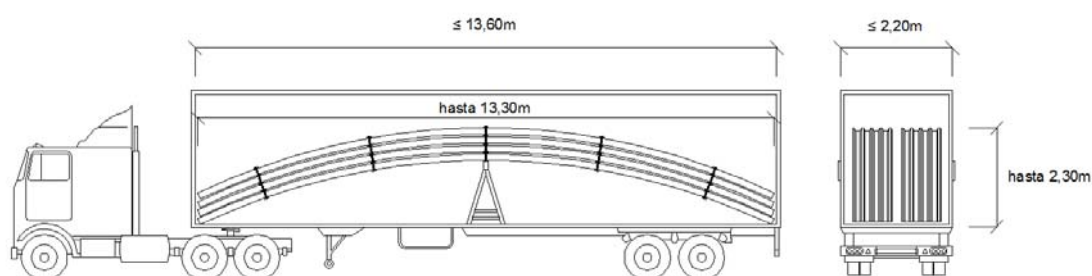


Gráfico 31. Transporte en tráiler de cubiertas curvadas a grandes luces

El primer paquete quedará apoyado en sus extremos y en el centro, el resto de paquetes, situados en la misma línea (máximo 4 paquetes por línea), se colocarán encima del primero y perfectamente alineados.

En la plataforma, si esta lo permite, se podrán colocar dos líneas de paquetes. Una vez colocados, el responsable del transporte fijará debidamente amarrada la carga a la plataforma con eslingas de presión. Al transportista se le facilitará un caballete adicional indispensable para la descarga en obra.

La capacidad de carga de un tráiler estará limitada en función del espesor y longitud de las chapas. Si tenemos en cuentas las dimensiones más comúnmente empleadas obtenemos la siguiente tabla orientativa *Tabla 1. Capacidad de Transporte*.

CAPACIDAD DE TRANSPORTE						
Espesor	Nº de Paquetes	Chapas por Paquete	Longitud Paquetes	Total Chapas Camión	Carga Máx. T ot. Camión	
mm	ud.	ud.	mm	ud.	Tn	
1,2	6	20	13.300	120	18,8	
1,0	8	20	12.000	160	19,0	
0,8	8	24	10.000	192	15,1	

Tabla 1. Capacidad de Transporte

Por tanto mediante un solo transporte se podrán cubrir aproximadamente entre 1.300 m² y 2.200 m² de cubierta curvada dependiendo del espesor y longitud del perfil.

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.4.2. Descarga en Obra

Los paquetes se depositarán en el suelo y sobre el caballete adicional que previamente se habrá ubicado en el lugar próximo a la zona de la cubierta que le corresponda. El caballete, se colocará en posición estable, garantizando la seguridad de los paquetes de chapa.

La descarga se realizará paquete a paquete y por medio de balancín metálico, dimensionado para dicha carga. Se utilizarán eslingas de nylon con protección anticorte. Los paquetes se depositarán en el suelo disponiéndolos del mismo modo que durante su trayecto en camión.

5.4.3. Elevación del material a cubierta

Se procederá a subir chapa a chapa, mediante un sistema de elevación que facilitará **Ingeniería y Construcción del Perfil S.A.** siempre que el cliente lo solicite. La separación entre eslingas cumplirá la siguiente relación: $x \geq 3m$ (Gráfico 32), y el tiro debe de ser vertical. Durante el proceso de elevación, el perfil deberá ir guiado desde sus extremos y desde el suelo por uno o dos operarios, por medio de cuerdas de longitud suficiente (según criterio de la dirección de obra).

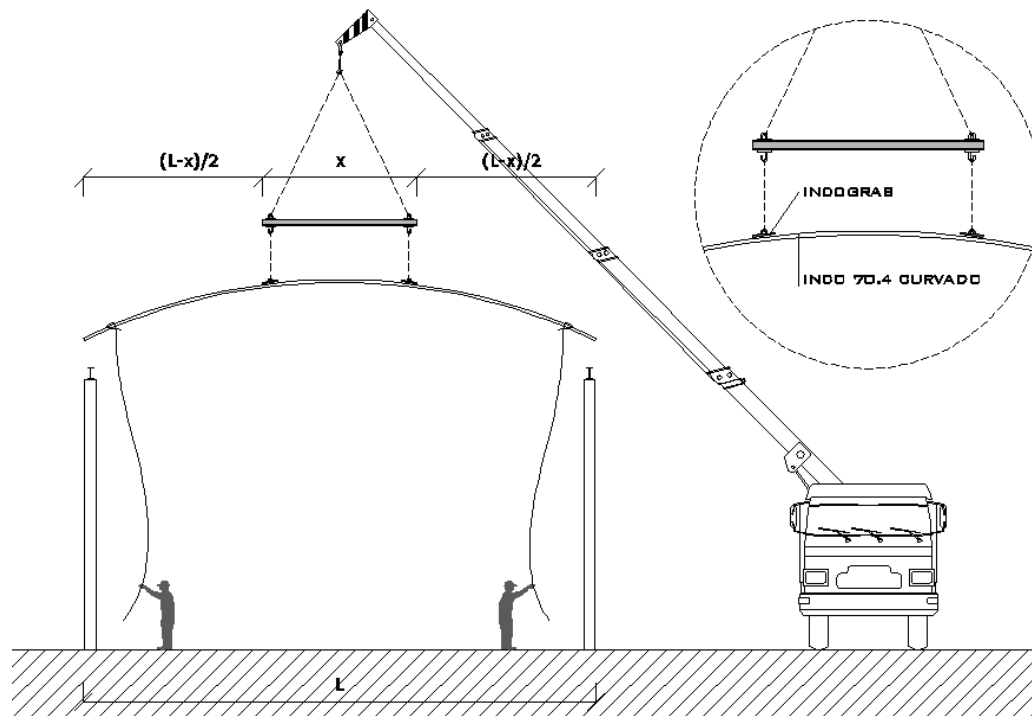


Gráfico 32. Sistema de elevación y sujeción del perfil INCO 70.4 Curvado

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.4.4. Montaje y fijaciones

El proceso de montaje de las cubiertas curvadas a grandes luces supone cierta complejidad tanto de elevación como disposición de los grandes formatos de pieza sobre la cubierta. Por ello **Ingeniería y Construcción del Perfil S.A.**, facilitará un sistema de piezas específicas que permitirán realizar las tareas de sujeción, elevación y colocación del perfil **INCO 70.4 Curvado**, garantizando la flecha y radio establecido en el proyecto. Además, para dotar de efectividad a dicho sistema de piezas, se realizará una fijación previa del perfil curvado una vez colocado en su posición y, tras comprobar su correcta nivelación en el plano transversal a los nervios, se procederá a la fijación completa de la pieza. Este aspecto cobra vital importancia hasta el punto que una incorrecta nivelación de la misma podría ocasionar el colapso de la pieza bajo niveles de cargas inferiores a los especificados en las tablas.

Ingeniería y Construcción del Perfil S.A., proporcionará a la dirección de obra un documento específico para el montaje del perfil **INCO 70.4 Curvado**, de manera que se permita una correcta puesta en obra cumpliendo las indicaciones expuestas.

5.4.4.1. Operarios

Es aconsejable disponer de dos equipos de operarios, uno en tierra y otro situado sobre plataforma, junto a la estructura de apoyo del perfil de cubierta. El equipo de tierra, compuesto por uno o dos operarios que serán los encargados de preparar el sistema de sujeción de la chapa y de guiarla durante su elevación. El equipo de montaje estará formado por dos operarios o más (según criterio del instalador) situados encima de la plataforma, uno en cada viga de apoyo del perfil. El equipo de tierra guiará el perfil mediante cuerdas hasta alcanzar la posición adecuada para su fijación, dichas cuerdas estarán fijadas a los extremos del perfil durante su elevación, ver *Gráfico 33*.

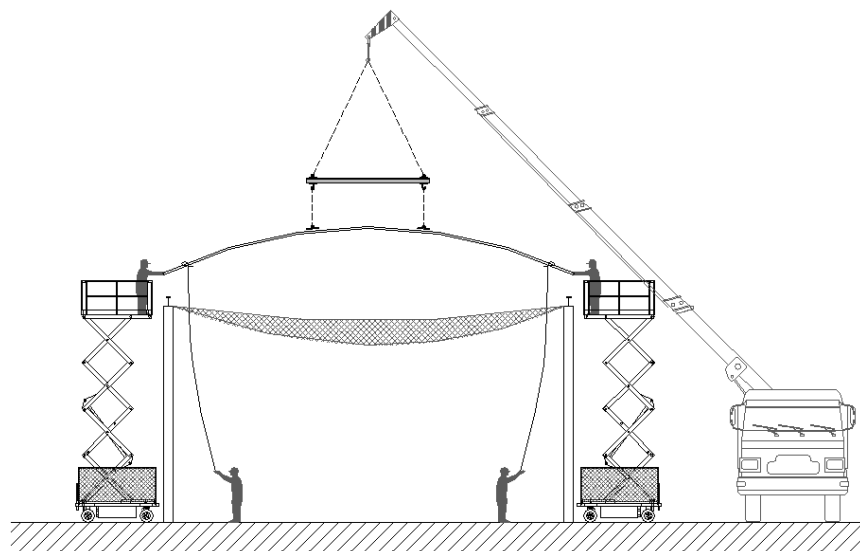


Gráfico 33. Sujeción y montaje del perfil INCO 70.4 Curvado

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.4.4.2. Procedimiento de montaje

5.4.4.2.1. Estructura Metálica

5.4.4.2.1.1. Cubierta Simple

El útil de asentamiento está formado por dos elementos de fácil colocación y extracción que se disponen sobre las vigas de apoyo y permiten mantener la relación cuerda y flecha establecida. Antes de fijar el perfil, debe de tenerse en cuenta la perfecta nivelación del mismo en el plano y la comprobación del solape con la pieza contigua.

- Una vez descansa sobre el útil de asentamiento, la pieza se fijará inicialmente con 2 tornillos en las ondas extremas de cada vertiente.

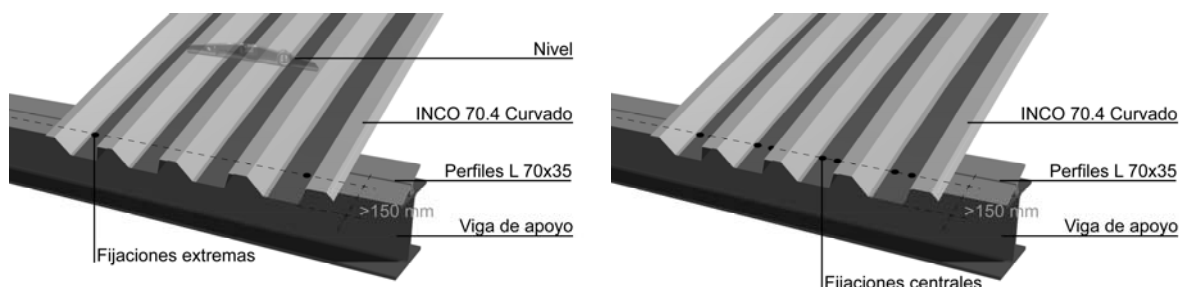


Gráfico 34 y 35. Fijaciones previas y finales sobre la viga

- A continuación se procederá a coser con tornillo rosca chapa de métrica 6.3x19mm, el solape longitudinal entre ambas, atornillándolas en 5 puntos equidistantes y así desmontar el útil de elevación.
- De nuevo se comprobará que está nivelada y se terminará de fijar los apoyos con un mínimo de 2 tornillos por onda en cada apoyo. El tipo de fijación dependerá del sistema de estructural utilizado (consultar con el fabricante de las fijaciones).
- Posteriormente se completará el cosido del solape longitudinal con la pieza contigua. Se mantendrá una separación de fijaciones de 500mm y garantizará una distancia de la última a 150 mm respecto del borde de la chapa.

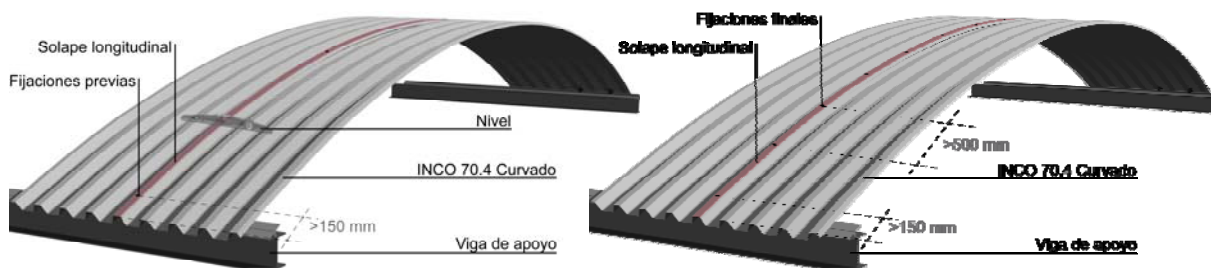


Gráfico 36 y 37. Fijaciones iniciales y finales sobre el solape longitudinal

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.4.4.2.1.2. Cubierta Sandwich

Fase A: Colocación del perfil interior **INCO 70.4 Curvado** (único con función resistente) de la cubierta. Se fijará según lo especificado en el montaje de la cubierta simple, Apartado 5.4.4.2 *Procedimiento de montaje*. Además durante esta fase se procederá a la colocación de los tensores si los hubiera, no debiéndose iniciar la siguiente fase hasta que ésta se halle completamente terminada.

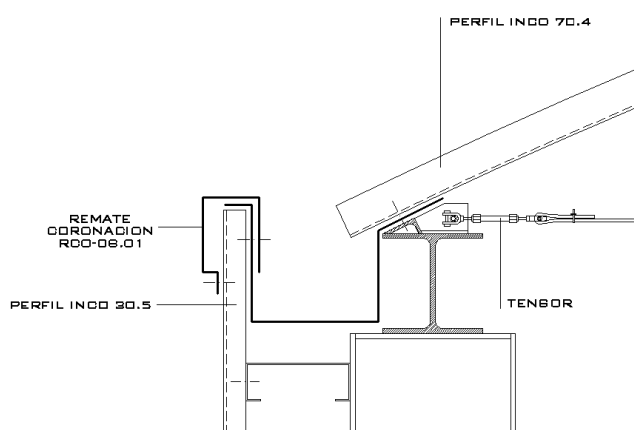


Gráfico 38. Fase A de montaje de la Cubierta Curva Sándwich Autoportante

Como solución alternativa se podría colocar la primera capa entre dos remates instalados (A,B), de espesor mínimo 1,00 mm, previamente a la distancia "C", indicada en proyecto. Estos remates tienen una doble finalidad:

- Mantener la cuerda entre los puntos A y B, y por lo tanto la flecha y el radio.
- Fijar la piel superior.

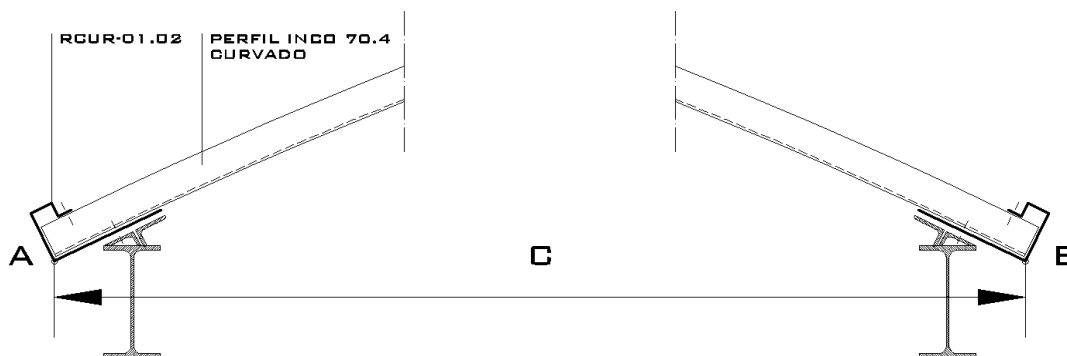


Gráfico 39. Remates de ajuste.

Fase B: Disposición de las omegas separadoras que permitirán alojar el aislamiento y recibir el perfil exterior de la cubierta. Se fijarán en todas las ondas del perfil inferior mediante un tornillo autorroscante de métrica M 6,3x19, excepto en los arranques de la cubierta que su fijación se realizará directamente a la estructura mediante tornillo de métrica M 6x100 mm. La separación entre omegas será igual o inferior a 1,25m.

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

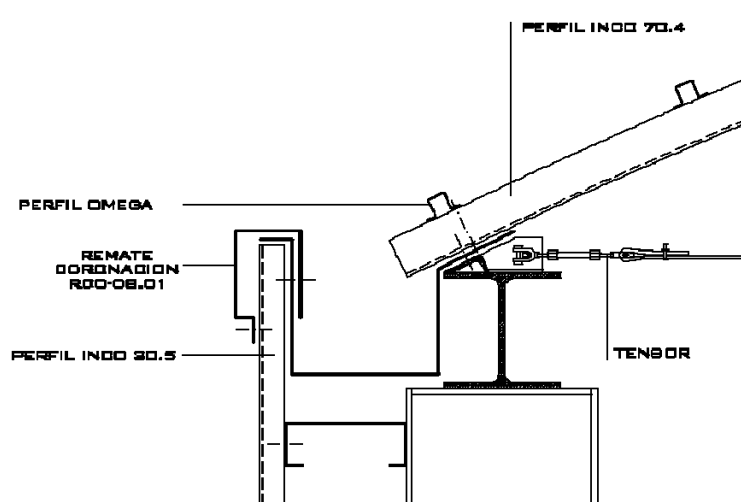


Gráfico 40. Fase B de montaje de la Cubierta Curva Sándwich Autoportante

En caso de adoptar la solución del remate tipo (A,B), se fijará este provisionalmente a la estructura con un tornillo cada 50 cm. Una vez colocado el perfil inferior, se fijará el conjunto (chapa y remate) a la estructura con dos tornillos por onda y apoyo. El remate tipo (A,B) se fijará con un tornillo rosca chapa 6,3x19 mm en todas las grecas del perfil.

Fase C: Se extiende el fieltro de lana de roca o fibra de vidrio de espesor mayor o igual a 80mm y a continuación se cubrirá con el perfil exterior de acabado. En caso de no existir lucernarios en la cubierta, en perfil exterior de acabado podría ser cualquiera de los perfiles curvados **INCO 30.5 Curvado**, **INCO 44.4 Curvado**, **INCO 44.6 Curvado** e **INCO 70.4 Curvado**. En aquellos casos donde este prevista la instalación de lucernario, los únicos perfiles exteriores válidos serán el **INCO 70.4 Curvado** o el **INCO 30.5 Curvado**, que aligera el peso de la cubierta y comparte el mismo paso de onda que el perfil (210mm). La fijación del perfil a la omega separadora se realizará siguiendo el mismo criterio que en las cubiertas inclinadas (*Dossier Técnico de Cerramientos Metálicos. 7.4 Fijaciones*)

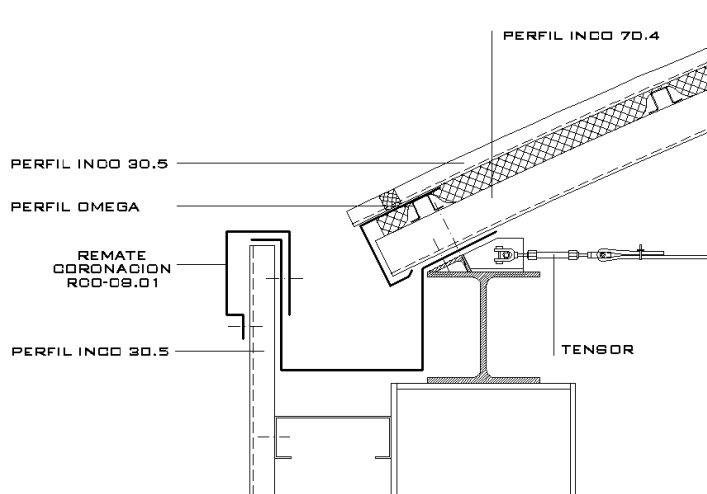


Gráfico 41. Fase C de montaje de la Cubierta Curva Sándwich Autoportante

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

Como se anticipó anteriormente, en el punto 5.4.5.1. *Fase A de la cubierta sándwich*, el perfil interior INCO 70.4, es el elemento resistente, siendo la función del perfil exterior la de cerramiento. Esto implica que en el dimensionado del perfil interior, deberemos de considerar como carga permanente su propio peso más el peso del resto de los componentes de cerramiento (perfil separador tipo omega, aislamiento, perfil exterior).

Combinación de perfiles:

PERFILES		LUCERNARIOS	
PERFIL INFERIOR	PERFIL SUPERIOR	SI	NO
INCO 70.4	INCO 30.5	X	
INCO 70.4	INCO 44.4		X
INCO 70.4	INCO 44.6		X
INCO 70.4	INCO 70.4	X	

Tabla 2. Posibilidades de combinación de perfiles en cubiertas sándwich

Durante la elevación de la siguiente pieza y una vez fijada completamente la última, el equipo de montaje, procederá a retirar el útil de asentamiento y colocarlo en espera de la siguiente pieza. Tanto el desmontaje del útil de asentamiento como de la fijación transversal del solape se realizan desde la pieza anterior completamente fijada. Este sistema nos garantizará la uniformidad de todas las piezas manteniendo el mismo radio de curvatura.

5.4.4.2.2. Estructura de Hormigón

5.4.4.2.2.1. Preparación de Fijaciones

Es muy importante asegurar la fijación entre el cerramiento y la estructura de hormigón. INCOPERFIL aconseja que esta unión se realice sobre una estructura secundaria que resista los esfuerzos de sollicitación, de acero protegido contra la corrosión, de espesor ≥ 2 mm.

Esta estructura quedará incorporada a la obra civil debidamente anclada.

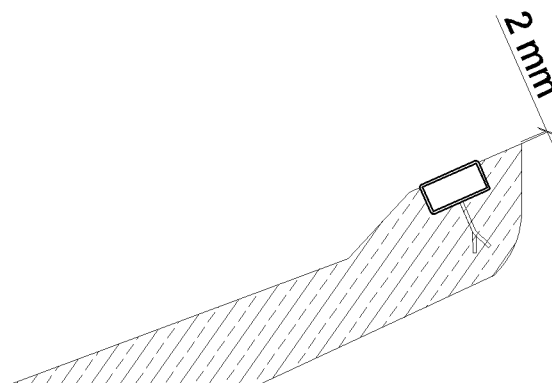


Gráfico 42. Perfil totalmente embebido en la viga de hormigón

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

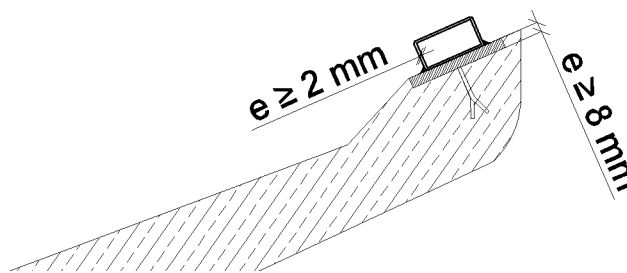


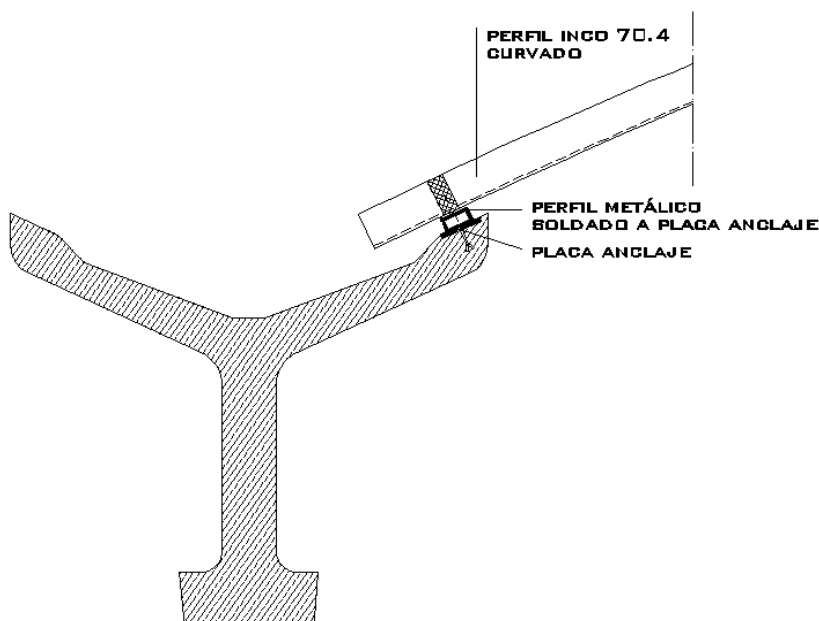
Gráfico 43. Perfil soldado a una placa de anclaje embebida en la viga de hormigón

- a) Perfil embebido en estructura de hormigón
- b) Placa de anclaje más perfil tubular soldado a la misma.

Se exigirá al fabricante de la estructura de hormigón garantía del sistema de anclaje de la estructura secundaria, así como al fabricante de la tornillería que ambas cumplan con la normativa para los esfuerzos máximos de sollicitación.

5.4.4.2.2. Cubierta Simple

El sistema de montaje del cerramiento de cubierta con el perfil INCO 70.4 se ajustará al descrito en el punto 5.4.4.2 de este documento.



Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

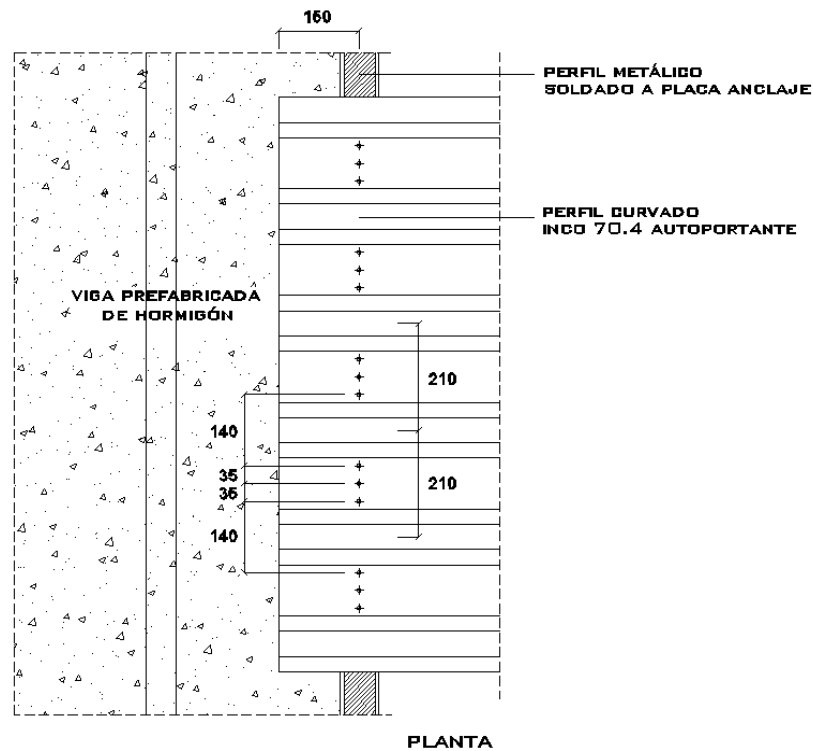


Gráfico 44. Detalle de la colocación de la cubierta en vigas intermedias (canal central).

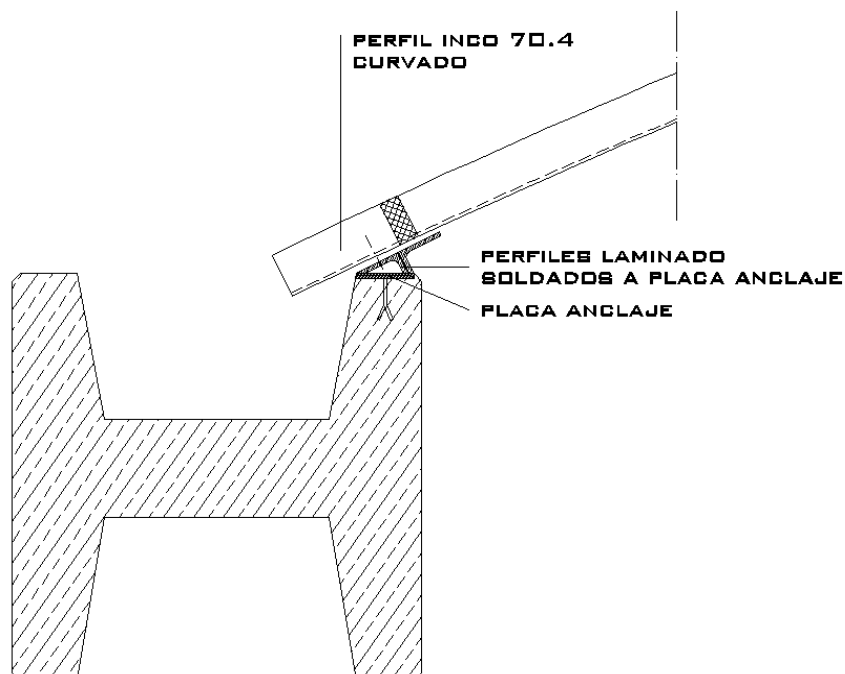


Gráfico 45. Detalle de la colocación de la cubierta en vigas extremas (canal extrema).

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.4.4.2.2.2. Cubierta Sandwich

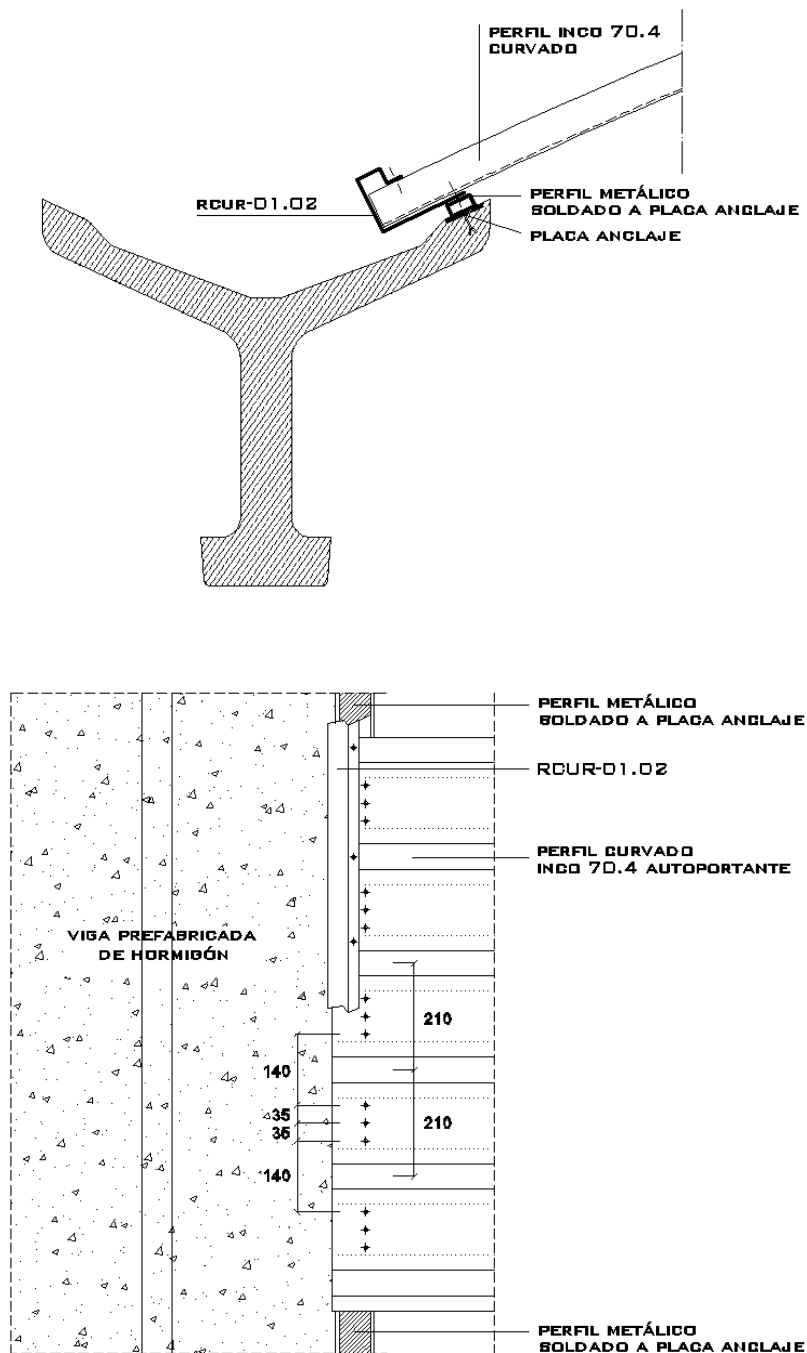


Gráfico 46. Detalle de la colocación del remate de apoyo en vigas intermedias (canal central).

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

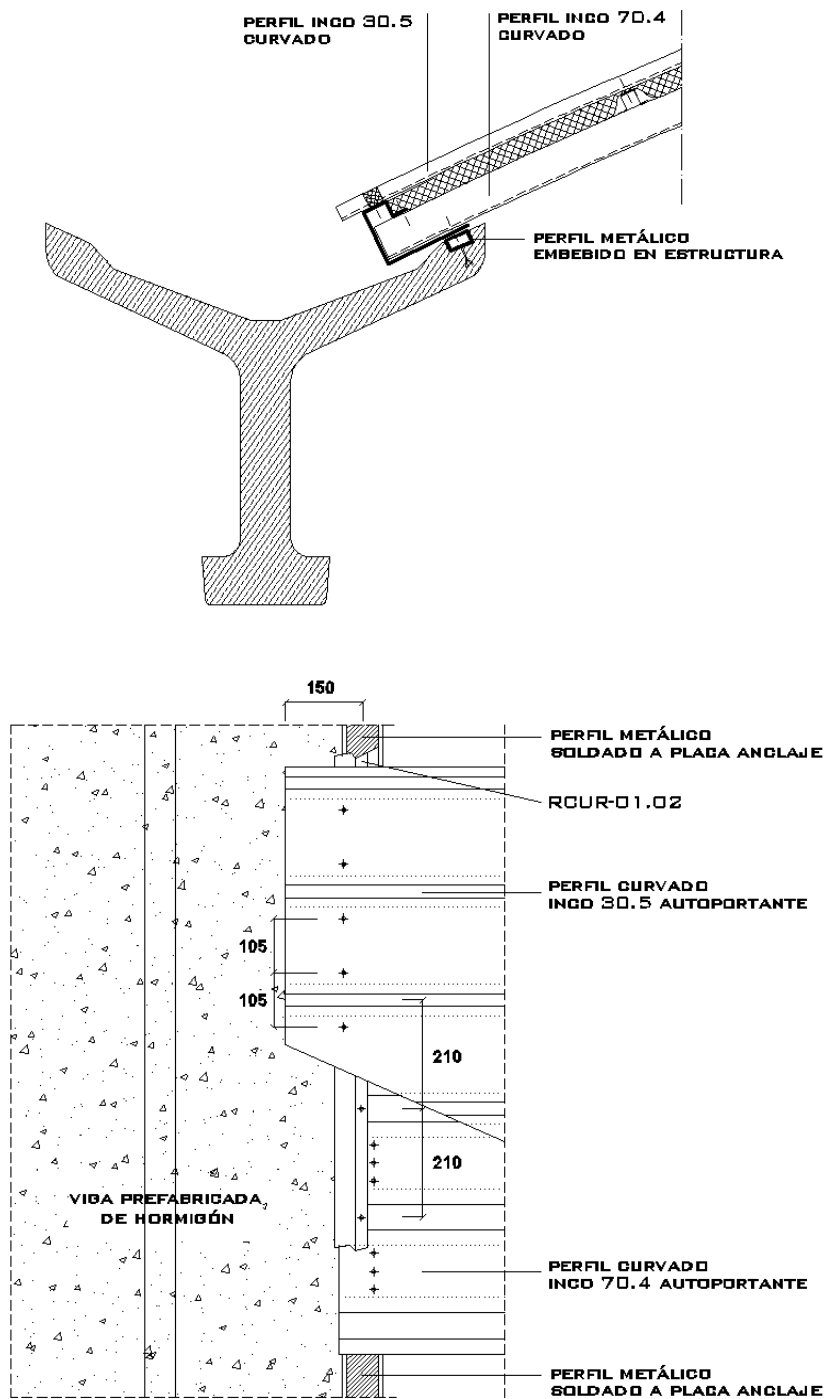


Gráfico 47. Detalle de la colocación de la capa superior en vigas intermedias (canal central).

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

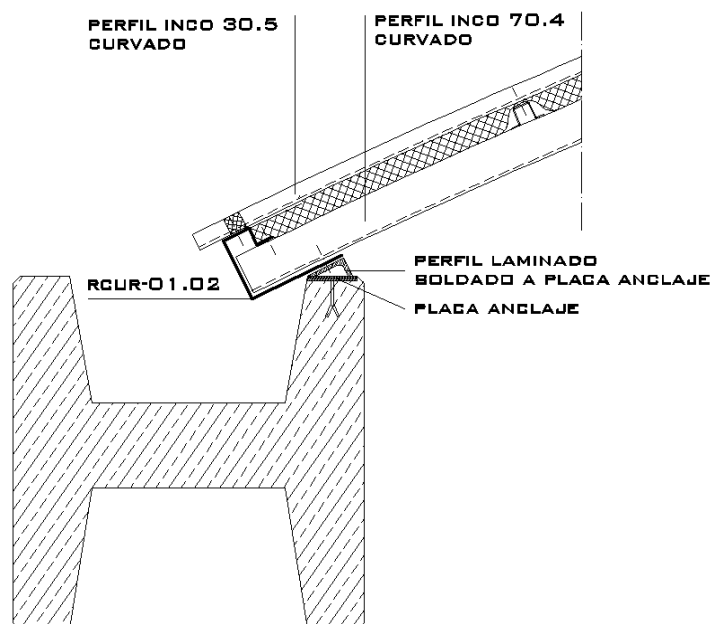


Gráfico 48. Detalle de la colocación de la capa superior en vigas extremas (canal extrema).

5.4.4.3. Fijaciones

El número de fijaciones mínimas ha sido calculado por el DMMCyTE de la Universidad Politécnica de Valencia, atendiendo a lo dispuesto en el “Apartado 8: Uniones, artículo 8.4: Resistencia” del CTE DB SE-A, donde las variables a tener en cuenta son, la resistencia a cortante en la sección transversal del tornillo, la resistencia a aplastamiento de la chapa y la resistencia a desgarro de la chapa.

Dicho cálculo ha sido realizado para las cargas máximas de uso del perfil **INCO 70.4 curvado**, donde se obtiene el número mínimo de tornillos: ST 6,3 o autorroscante de Ø 6,3 mm.

NÚMERO DE TORNILLOS EN CADA EXTREMO DEL ARCO. Ancho 840mm.			
Luz (mm)	espesor: 0,80 (mm)	espesor: 1,00 (mm)	espesor: 1,20 (mm)
7.000	12	--	--
8.000	10	--	--
9.000	8	10	--
10.000	8	10	12
11.000	--	8	10
12.000	--	8	8
13.300	--	--	8

Tabla 3. Número de fijaciones mínimas.

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.5. Lucernarios en arco

Ingeniería y Construcción del Perfil S.A. recomienda la utilización de Policarbonato Celular Coextruido para la materialización de los lucernarios en las cubiertas curvadas a grandes luces. Tanto por su capacidad de curvado en frío, como por su durabilidad y resistencia, es el elemento perfecto para iluminar sus espacios.

5.5.1. Ventajas

- Resistencia a la radiación U.V. y a las condiciones climáticas adversas.
- Estructura alveolar que le proporciona mayor resistencia y aislamiento térmico.
- Elevada transmisión de la luz.
- Bajo mantenimiento.
- Facilidad y economía de montaje.
- Excelente comportamiento frente al fuego al tratarse de un material autoextinguible.

5.5.2. Advertencias de utilización

- Retirar el film adhesivo de protección antes de la colocación de las placas.
- No almacenar las placas a la intemperie.
- Utilizar siliconas compatibles (silicona neutra).
- Proceder al sellado de las celdas abiertas de los extremos con cinta de aluminio adhesiva.
- Dilatación térmica lineal 0,065 mm/m°C.

5.5.3. Dimensiones de las placas y Cargas máximas de utilización

DIMENSIONES. Policarbonato celular espesor 16 mm. No se admiten solapes.		
	Longitud Máxima (mm)	Ancho (mm)
Total	6.000	1.200
Útil	5.500	1.000

Tabla 4. Dimensiones de las placas de policarbonato.

RADIO MINIMO DE CURVATURA (mm)							
Espesor de plancha (mm)	4,5	6	8	10	16	20	25
Rádío Mínimo (mm)	750	1000	1250	1750	2800	3500	No se curva

Tabla 5. Radio mínimo de curvatura para placas de policarbonato celular liso..

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

En caso de instalación de cubierta sándwich, durante el montaje y fijación de la piel exterior (no autoportante), mantendremos el criterio descrito en el apartado 4.2 de este dossier. Siempre supeditado al criterio de la dirección facultativa.

En las cubiertas curvadas autoportantes se colocará una sola placa por hueco de lucernario y se fijará en sus cuatro lados, con un valor de la flecha admitida de 1/20 de la anchura, 1/50 de la longitud o como máximo 50mm.

5.5.4. Particularidades en la formación de lucernarios

La disposición de los lucernarios está condicionada por el criterio de resistencia del propio arco y la estabilidad del conjunto de la cubierta. Dado que la supresión de uno ó parte de los perfiles autoportantes comprometería la estabilidad de la cubierta, **Ingeniería y Construcción del Perfil S.A.** ha desarrollado una solución que permite mantener la integridad de la estructura autoportante, consiste en mantener el perfil **INCO 70.4 Curvado** en toda la cubierta, con la particularidad de disponer el mismo perfil perforado más una placa de policarbonato celular coextruido en la zona que precise lucernario.

Como hemos comentado con anterioridad, en el caso de la cubierta sándwich, el perfil interior es el elemento autoportante (**INCO 70.4 Curvado**), por lo tanto el perfil exterior no es preciso que sea el mismo perfil y podemos colocar un perfil más económico (**INCO 30.5 Curvado**). Esta aclaración es necesaria si la cubierta incorpora lucernarios, ya que la disposición de los mismos está condicionada (si se pretende una ejecución sin restos) por la formación del hueco. Para ello deben de corresponder, es decir ser múltiplos, las piezas que forman tanto la capa exterior como la interior.

Esto es posible utilizando el perfil **INCO 70.4 Curvado** como perfil interior, y el **INCO 30.5 Curvado** como perfil exterior, ya que ambos comparten el mismo paso de onda, es decir, 210mm.

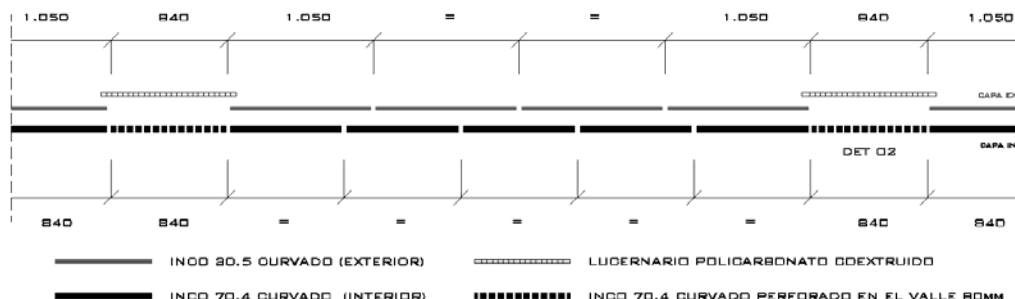


Gráfico 49. Esquema sección lucernarios en arco cubierta sándwich

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.5.5. Solución con policarbonato celular liso

a) Arco simple

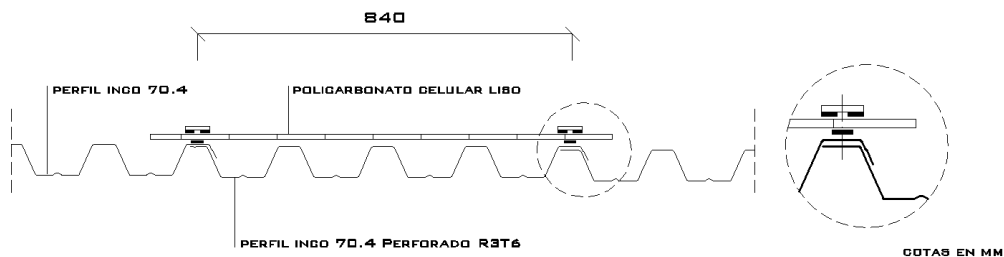


Gráfico 50. Arco simple lucernario doble

b) Arco doble (sándwich) con lucernario simple

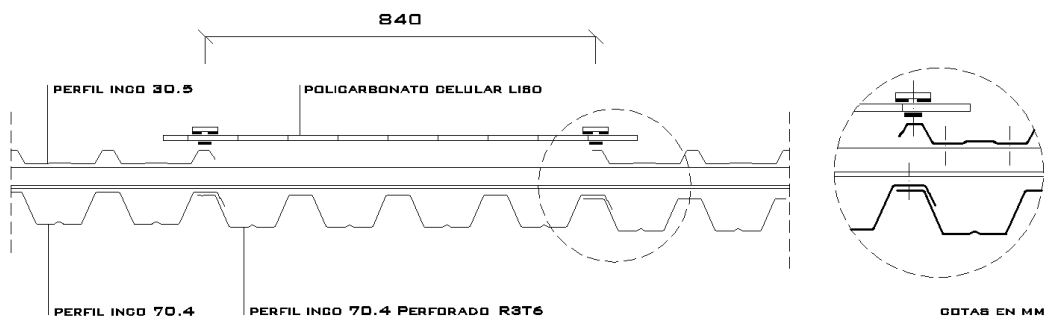


Gráfico 51. Arco doble (sándwich) lucernario doble

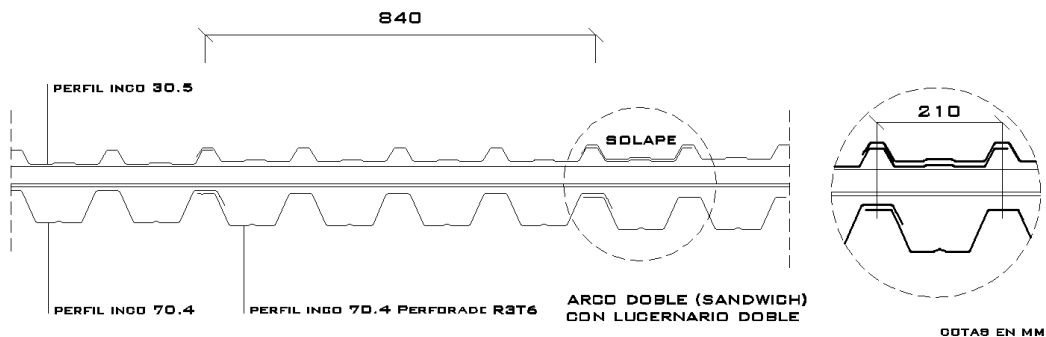


Gráfico 52. Arco doble (sándwich) zona continuación lucernario

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.6. Limitaciones en la Fabricación

Los cálculos están realizados con un ángulo de arranque de $\alpha=25^\circ$, siendo la relación de *Cuerda*, *Radio* y *Flecha* la descrita en la *Tabla 5. Valores estandarizados*.

VALORES ESTANDARIZADOS , RELACION ESPESOR-FLECHA-LUZ (ángulo arranque $\alpha=25^\circ$)			
Espesor (mm)	Luz (m)	Radio (mm)	Flecha (mm)
0,80	8	9.465	887
0.80	8,5	10.056	942
0.80/1.00	9	10.648	998
0.80/1.00	9,5	11.239	1.053
0.80/1.00/1,20	10	11.831	1.108
1.00/1.20	10,5	12.423	1.164
1.00/1.20	11	13.014	1.219
1.00/1.20	11,5	13.606	1.275
1.00/1.20	12	14.197	1.330
1.20	12,5	14.789	1.386
1.20	13	15.380	1.441
1.20	13,3	15.735	1.474

Tabla 6. Valores estandarizados para curvados a grandes luces

La longitud máxima de fabricación viene condicionada por la longitud máxima del transporte a obra (Aptdo. 5.4.1. *Transporte a obra*) por ello se estima una longitud máxima del perfil de 14.000mm que una vez curvado sería de 13.300mm. Las tolerancias de fabricación se encuentran especificadas en el apartado 4.2.1. *Montaje y Fijaciones* (pág. 14) siendo comunes a la totalidad de los perfiles curvados.

El radio mínimo de fabricación está determinado por el espesor del perfil según la siguiente tabla (Tabla 6. *Radio mínimo de curvado INCO 70.4*).

RADIO MÍNIMO DEL PERFIL INCO 70.4 CURVADO	
Espesor (mm)	Radio mínimo (mm)
0,80	8.000
1	10.000
1.20	12.000

Tabla 7. Radio mínimo de curvado INCO 70.4

Cubiertas Curvadas Autoportantes a Grandes Luces 5

5.7. Fichas Técnicas

A continuación adjuntamos las fichas técnicas del perfil que forma parte de la tipología de *cubierta curvada autoportante a grandes luces (hasta 13,30m)*, el perfil INCO 70.4 Curvado.

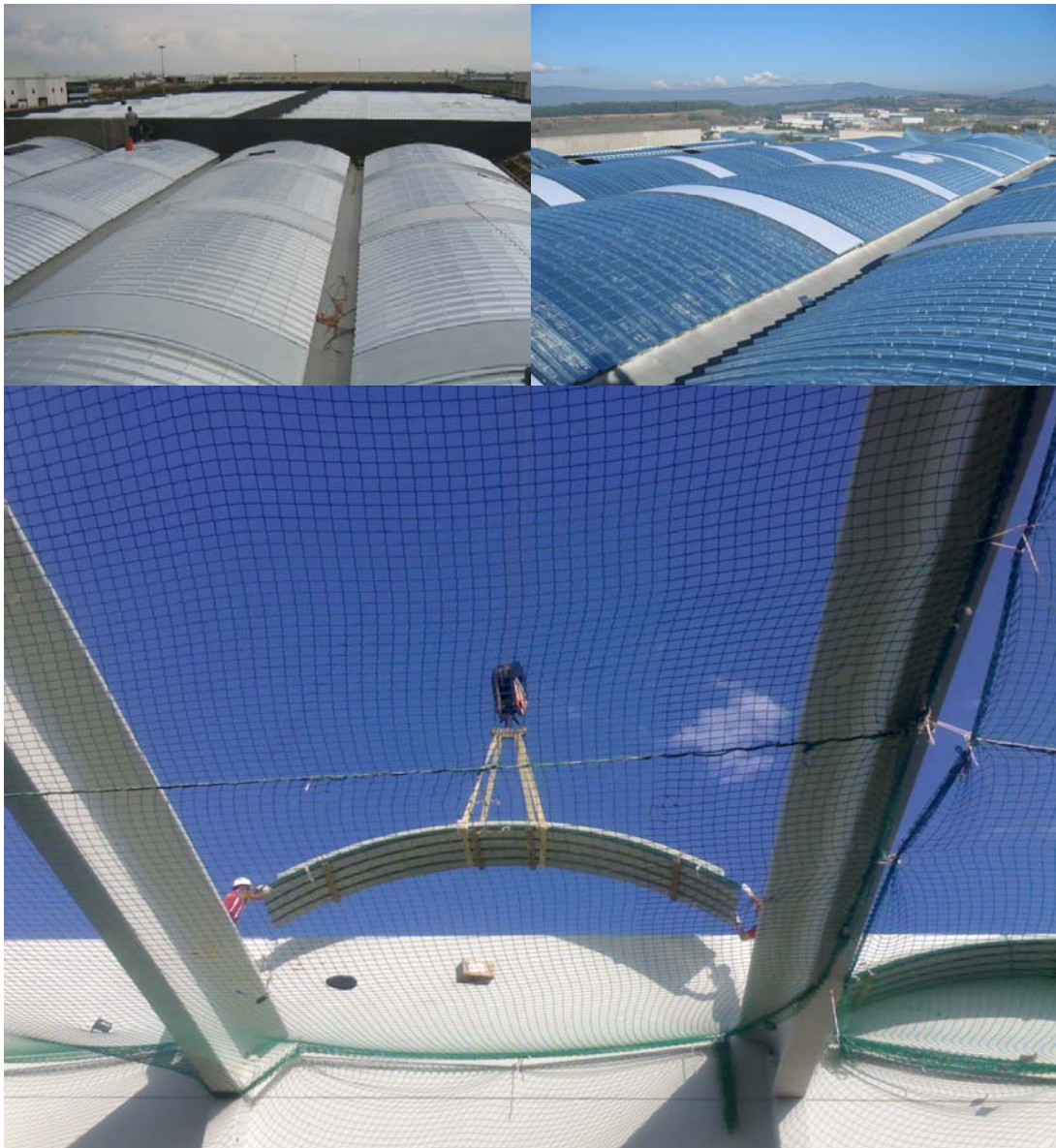


Tabla 7. Radio mínimo de curvado INCO 70.4

CATÁLOGO DE FICHAS TÉCNICAS



INCOPERFIL®
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DEL PERFIL

Perfiles Curvados (hasta 23 m)



Mas documentación en: www.incoperfil.com

Revisión 2009

Certificado ISO 9001 por



Producto



Perforado



Solape

Ancho Útil 840 mm
Altura Greca 70 mm

Descripción

El perfil INCO 70.4 curvado autoportante se utiliza cubiertas (simple o multicapa) de naves industriales, centros comerciales, instalaciones deportivas, etc. Su principal aplicación es la de soporte interior del cerramiento, llegando a alcanzar luces de hasta 13,30 m. Es un perfil de gran resistencia gracias al diseño de su geometría con una altura de greca de 70 mm.

Está disponible tanto en galvanizado como en los distintos colores de prelacado. Además para aplicaciones de mejora acústica se puede realizar con acero perforado.

Aplicaciones

- Industrial: hangares, fábricas, depósitos.
- Agrícola: establos, cobertizos.
- Comercial: recintos abiertos, deportivos, vallas.
- Público: escuelas, gimnasios, pabellones.
- Deportivo: pistas de padel.

Artículos Complementarios

- INCOPOL 70.4 (Placa traslúcida Policarbonato)
- Junta Estanca INCO 70.4 Superior / Inferior
- Rematería

Documentación Relacionada

- Catálogo General
- Ficha Técnica
- Dossier Técnico
- Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

Material

Clase de Acero	EN 10346
Recubrimiento Orgánico	EN 10169
Tolerancias Dimensionales	EN 10346
Reacción al fuego	EN 14782

Acabado

- Galvanizado
- Lacado Estándar / Lacado Altas Prestaciones
- Materiales Especiales: Magnelis
- Perforados para soluciones acústicas

Condiciones de Fabricación

Longitud de fabricación	Mín. / Máx. 4.000 / 14.000 mm
Rango de espesores	0,60 0,70 0,75 0,80 1,00 1,20 mm
Pedido mínimo	250 m ²
Peso paquete	1.500-2.000 kg
Color	Blanco RAL 9003. Otros bajo demanda
Posición color	A

Condiciones de Transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m ²)	Espesor (mm)	Superficie* (m ²)
0,60	2.200	1,00	1.300
0,70	1.900	1,20	1.100
0,80	1.700		

* superficie estimada en función de las longitudes de corte

Notas

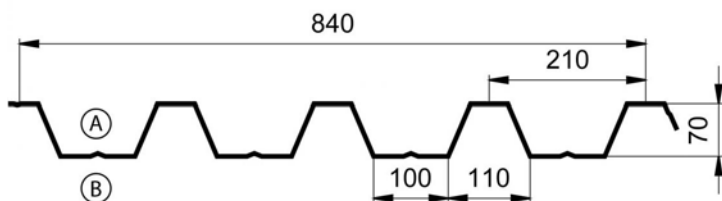
- Longitud Arco ($\alpha = 25^\circ$): $1,0324 \times \text{Luz (m)} + 0,0611$

Rev. 2021.02

INCO 70.4 Curvado®

CUBIERTA AUTOPORTANTE ($f_y = 280 \text{ N/mm}^2$)

Dimensiones del Perfil



Ancho Útil: 840 mm

Cotas en mm

Características del Material

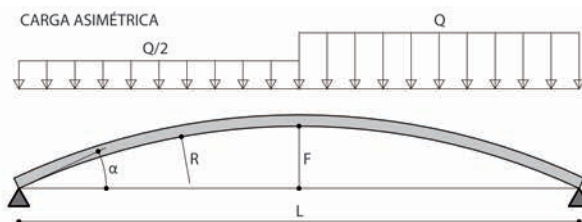
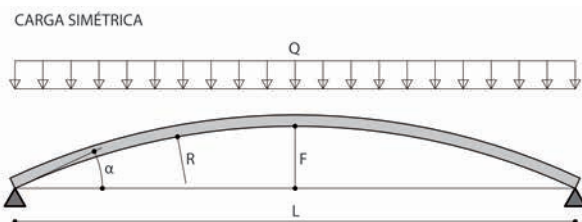
Material	Acero
Límite Elástico (N/mm^2)	280
Módulo Elasticidad (N/mm^2)	2.100.000
Densidad (Kg/m^3)	7.850

Valores Eficaces

Espesor (mm)	Peso (daN/m^2)	Área Bruta (mm^2/m)	M. Inercia (mm^4/m)			M. Resistente (mm^3/m)	
			Bruta	Eficaz +	Eficaz -	Eficaz +	Eficaz -
0,80	9,34	1.190	844.414	790.899	778.881	19.159	18.404
1,00	11,68	1.488	1.055.919	1.029.987	1.055.919	24.498	25.899
1,20	14,01	1.786	1.267.596	1.267.597	1.267.597	29.834	31.038

Tabla de Uso

Carga Máxima (daN/m^2)



Espesor (mm)	Luz entre apoyos (m)													
	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13			
0,80	361 253	321 170	287 201	256 138	223 157									
1,00	496 348	454 229	409 287	374 185	335 235	303 146	272 191	241 112	216 152					
1,20	607 425	554 282	501 352	458 229	410 288	371 184	333 234	295 147	261 183	229 118	197 139			
Radio (mm)	9.465	10.056	10.648	11.239	11.831	12.423	13.014	13.606	14.197	14.789	15.380			
Flecha (mm)	887	942	998	1.053	1.108	1.164	1.219	1.275	1.330	1.386	1.441			
Ángulo (°)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0			

Espesor	Luz	
	Q1	Q2
	DT	ST

Q1: Carga máxima ELU (daN/m^2)
Q2: Carga máxima ELU Asimétrica (daN/m^2)
DT: Diámetro del Tirante (mm)
ST: Separación entre Tirantes (m)

Los valores de resistencia ELU a carga distribuida simétrica y asimétricamente que aparecen en la tabla se han obtenido mediante la explotación de resultados de ensayos experimentales. Para el diseño de la estructura la deformación máxima horizontal del apoyo se limitará a 3 mm (presión) y a 30 mm (succión).

Leyenda de Cálculo

v21.03.03

Combinación de Acciones:

PP: Peso Propio ; CP: Carga Permanente

ELU: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Uso}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Viento} + 0,75 * \text{Nieve}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve} + 0,90 * \text{Viento}$

ELS: $Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Uso}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Viento} + 0,50 * \text{Nieve}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Nieve} + 0,60 * \text{Viento}$

ELU_{Asimétrica}: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve}$

Normativa:

UNE-EN 1993-1-3: Eurocódigo 3 Parte 1-3

Declaración de prestaciones: www.incoperfil.com/dop

Solicitud informe de cálculo: www.incoperfil.com/cyd



Producto



Perforado



Solape

Ancho Útil 825 mm
Altura Greca 100 mm

Descripción

El perfil INCO 100.3 curvado autoportante se utiliza cubiertas (simple o multicapa) de naves industriales, centros comerciales, instalaciones deportivas, etc. Su principal aplicación es la de soporte interior del cerramiento, llegando a alcanzar luces de hasta 18 m. Es un perfil de gran resistencia gracias al diseño de su geometría con una altura de greca de 100 mm.

Está disponible tanto en galvanizado como en los distintos colores de prelacado. Además para aplicaciones de mejora acústica se puede realizar con acero perforado.

Aplicaciones

- Industrial: hangares, fábricas, depósitos.
- Agrícola: establos, cobertizos.
- Comercial: recintos abiertos, deportivos, vallas.
- Público: escuelas, gimnasios, pabellones.
- Deportivo: pistas de tenis, padel.

Artículos Complementarios

- Policarbonato Celular Liso
- Junta Estanca INCO 100.3 Superior / Inferior
- Rematería

Documentación Relacionada

- Catálogo General
- Ficha Técnica
- Dossier Técnico
- Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

Material

Clase de Acero	EN 10346
Recubrimiento Orgánico	EN 10169
Tolerancias Dimensionales	EN 10346
Reacción al fuego	EN 14782

Acabado

- Galvanizado
- Lacado Estándar / Lacado Altas Prestaciones
- Materiales Especiales: Magnelis
- Perforados para soluciones acústicas

Condiciones de Fabricación

Longitud de fabricación	Mín. / Máx. 8.000 / 19.000 mm
Rango de espesores	0,60 0,70 0,75 0,80 1,00 1,20 mm
Pedido mínimo	250 m ²
Peso paquete	1.500-4.000 kg
Color	Blanco RAL 9003. Otros bajo demanda
Posición color	A

Condiciones de Transporte

Espesor (mm)	Superficie (m ²)	Espesor (mm)	Superficie (m ²)
0,60	800	1,00*	1.300
0,70	1.000	1,20*	1.500
0,80*	1.100		

* transporte especial para luces superiores a 13 m de luz.

Notas

- Longitud Arco ($\alpha = 25^\circ$): $1,0325 \times \text{Luz (m)} + 0,1344$
- Longitud Arco ($\alpha < 25^\circ$): $0,9604 \times \text{Luz (m)} + 1,3395$

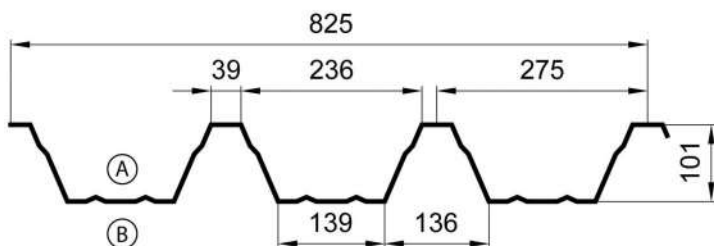
Rev. 2021.02

INCO 100.3 Curvado®

CUBIERTA AUTOPORTANTE ($f_y = 280 \text{ N/mm}^2$)



Dimensiones del Perfil



Ancho Útil: 825 mm

Cotas en mm

Características del Material

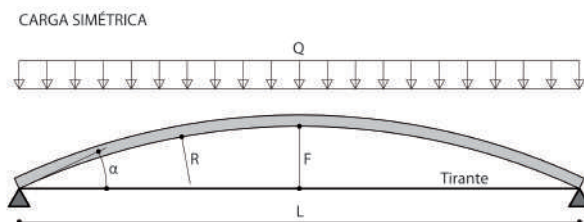
Material	Acero
Límite Elástico (N/mm^2)	280
Módulo Elasticidad (N/mm^2)	2.100.000
Densidad (Kg/m^3)	7.850

Valores Eficaces

Espesor (mm)	Peso (daN/m^2)	Área Bruta (mm^2/m)	M. Inercia (mm^4/m)			M. Resistente (mm^3/m)	
			Bruta	Eficaz +	Eficaz -	Eficaz +	Eficaz -
0,60	7,14	909	1.386.387	923.208	848.159	13.253	16.456
0,70	8,33	1.061	1.499.585	1.178.310	1.062.620	17.413	20.080
0,80	9,52	1.212	1.848.560	1.406.767	1.274.467	21.124	23.599
1,00	11,89	1.515	2.310.769	1.967.219	1.760.836	30.763	30.628
1,20	14,27	1.818	2.773.026	2.413.300	2.199.252	38.102	37.532

Tabla de Uso

Carga Máxima (daN/m^2)



Espesor (mm)	Luz entre apoyos (m)											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
0,60	186 16	186 2,00	174 16	174 2,00	160 16	160 2,00						
0,70		226 16	225 2,00	206 16	190 2,00	180 16	160 2,00	162 16	135 2,00			
0,80			244 16	217 2,00	221 16	192 2,00	203 16	167 2,00	191 16	147 2,00		
1,00					329 16	247 2,00	296 16	217 2,00	256 16	192 2,00	219 16	167 2,00
1,20							363 20	290 2,00	319 20	257 2,00	278 20	222 2,00
Radio (mm)	9.465	10.648	11.831	13.014	14.197	15.380	16.563	17.747	18.930	21.403	23.820	
Flecha (mm)	887	998	1.108	1.219	1.330	1.441	1.552	1.663	1.774	1.760	1.766	
Ángulo (°)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	23,4	22,2	

E	L		Q1	Q2	DT	ST
	Q1	Q2				

Q1: Carga máxima ELU (daN/m^2)
 Q2: Carga máxima ELS ($\text{L}/250$) (daN/m^2)
 DT: Diámetro del Tirante (mm)
 ST: Separación entre Tirantes (m)

Los valores de resistencia ELU y ELS a carga distribuida uniformemente que aparecen en la tabla se han obtenido mediante la explotación de resultados de ensayos experimentales. Modificar la configuración de los tirantes indicada en la tabla supone reevaluar la resistencia de la cubierta.

Leyenda de Cálculo

v21.05.05

Combinación de Acciones:

PP: Peso Propio ; CP: Carga Permanente

ELU: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Uso}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Viento} + 0,75 * \text{Nieve}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve} + 0,90 * \text{Viento}$

ELS: $Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Uso}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Viento} + 0,50 * \text{Nieve}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Nieve} + 0,60 * \text{Viento}$

ELU_{Asimétrica}: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve}$

Normativa:

UNE-EN 1993-1-3: Eurocódigo 3 Parte 1-3

Declaración de prestaciones: www.incofil.com/dop

Solicitud informe de cálculo: www.incofil.com/cyd



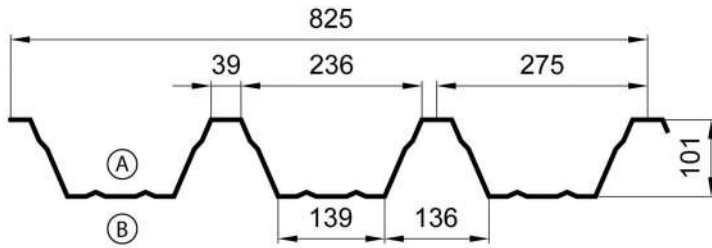
EN 14782:2006

INCO 100.3 Curvado®

CUBIERTA AUTOPORTANTE ($f_y = 320 \text{ N/mm}^2$)



Dimensiones del Perfil



Ancho Útil: 825 mm

Cotas en mm

Características del Material

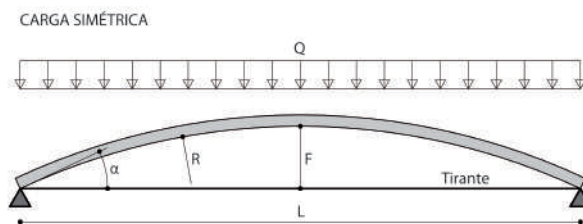
Material	Acero
Límite Elástico (N/mm^2)	320
Módulo Elasticidad (N/mm^2)	2.100.000
Densidad (Kg/m^3)	7.850

Valores Eficaces

Espesor (mm)	Peso (daN/m^2)	Área Bruta (mm^2/m)	M. Inercia (mm^4/m)			M. Resistente (mm^3/m)	
			Bruta	Eficaz +	Eficaz -	Eficaz +	Eficaz -
0,60	7,14	909	1.386.387	923.208	848.159	13.253	16.456
0,70	8,33	1.061	1.499.585	1.178.310	1.062.620	17.413	20.080
0,80	9,52	1.212	1.848.560	1.406.767	1.274.467	21.124	23.599
1,00	11,89	1.515	2.310.769	1.967.219	1.760.836	30.763	30.628
1,20	14,27	1.818	2.773.026	2.413.300	2.199.252	38.102	37.532

Tabla de Uso

Carga Máxima (daN/m^2)



Espesor (mm)	Luz entre apoyos (m)											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
0,60	195 155 16 2,00	195 180 16 2,00	181 160 16 2,00									
0,70		256 224 16 2,00	233 189 16 2,00	203 159 16 2,00	181 133 16 2,00							
0,80			272 219 16 2,00	251 192 16 2,00	227 167 16 2,00	206 150 16 2,00						
1,00					363 311 20 2,00	316 267 20 2,00	272 229 20 2,00	233 197 20 2,00	204 170 20 2,00			
1,20						401 296 20 2,00	346 257 20 2,00	323 224 20 2,00	254 192 20 2,00	208 155 20 2,00	172 127 20 2,00	
Radio (mm)	9.465	10.648	11.831	13.014	14.197	15.380	16.563	17.747	18.930	21.257	23.728	
Flecha (mm)	887	998	1.108	1.219	1.330	1.441	1.552	1.663	1.774	1.773	1.773	
Ángulo (°)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	23,6	22,3	

E	L		Q1	Q2	DT	ST
	Q1	Q2				

Q1: Carga máxima ELU (daN/m^2)
 Q2: Carga máxima ELS ($L/250$) (daN/m^2)
 DT: Diámetro del Tirante (mm)
 ST: Separación entre Tirantes (m)

Los valores de resistencia ELU y ELS a carga distribuida uniformemente que aparecen en la tabla se han obtenido mediante la explotación de resultados de ensayos experimentales. Modificar la configuración de los tirantes indicada en la tabla supone reevaluar la resistencia de la cubierta.

Leyenda de Cálculo

v21.06.04

Combinación de Acciones:

PP: Peso Propio ; CP: Carga Permanente

ELU: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Uso}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Viento} + 0,75 * \text{Nieve}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve} + 0,90 * \text{Viento}$

ELS: $Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Uso}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Viento} + 0,50 * \text{Nieve}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Nieve} + 0,60 * \text{Viento}$

ELU_{Asimétrica}: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve}$

Normativa:

UNE-EN 1993-1-3: Eurocódigo 3 Parte 1-3

Declaración de prestaciones: www.incoperfil.com/dop

Solicitud informe de cálculo: www.incoperfil.com/cyd



EN 14782:2006

Producto



Perforado



Solape

Ancho Útil 840 mm
Altura Greca 155 mm

Descripción

El perfil INCO 155.3 se utiliza cubiertas (simple o multicapa) de naves industriales, centros comerciales, instalaciones deportivas, etc. Su principal aplicación es la de soporte interior del cerramiento, llegando a alcanzar luces de hasta 23 m. Es un perfil de gran resistencia gracias al diseño de su geometría con una altura de greca de 155 mm.

Está disponible tanto en galvanizado como en los distintos colores de prelacado. Además para aplicaciones de mejora acústica se puede realizar con acero perforado.

Aplicaciones

- Industrial: hangares, fábricas, depósitos.
- Agrícola: establos, cobertizos.
- Comercial: recintos abiertos, deportivos, vallas.
- Público: escuelas, gimnasios, pabellones.
- Deportivo: pistas de tenis, baloncesto y fútbol sala.

Artículos Complementarios

- Policarbonato Celular Liso
- Junta Estanca INCO 155.3 Superior / Inferior
- Rematería

Documentación Relacionada

- Catálogo General
- Ficha Técnica
- Dossier Técnico
- Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

Material

Clase de Acero	EN 10346
Recubrimiento Orgánico	EN 10169
Tolerancias Dimensionales	EN 10346
Reacción al fuego	EN 14782

Acabado

- Galvanizado
- Lacado Estándar / Lacado Altas Prestaciones
- Materiales Especiales: Magnelis
- Perforados para soluciones acústicas

Condiciones de Fabricación

Longitud de fabricación	Mín. / Máx. 8.000 / 24.000 mm
Rango de espesores	0,70 0,80 1,00 1,20 1,50 mm
Pedido mínimo	250 m ²
Peso paquete	2.500-4.000 kg
Color	Blanco RAL 9003. Otros bajo demanda
Posición color	A

Condiciones de Transporte

Espesor* (mm)	Superficie (m ²)	Espesor* (mm)	Superficie (m ²)
0,70	1.100	1,20*	900
0,80	1.200	1,50*	800
1,00*	1.200		

* transporte especial para luces superiores a 13 m de luz.

Notas

- Longitud Arco ($\alpha = 25^\circ$): $1,0325 \times \text{Luz (m)} + 0,1344$
- Longitud Arco ($\alpha < 25^\circ$): $0,9604 \times \text{Luz (m)} + 1,3395$

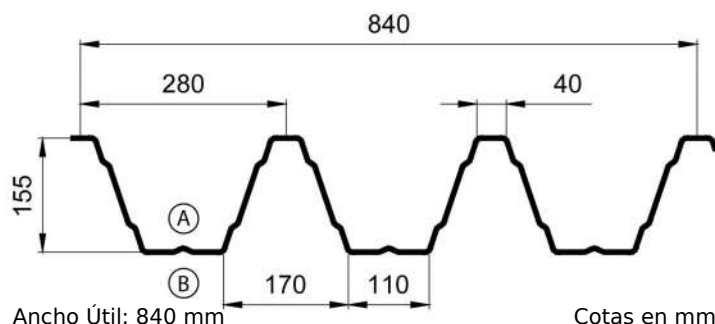
Rev. 2021.02

INCO 155.3 Curvado[®]

CUBIERTA AUTOPORTANTE ($f_y = 280 \text{ N/mm}^2$)



Dimensiones del Perfil



Características del Material

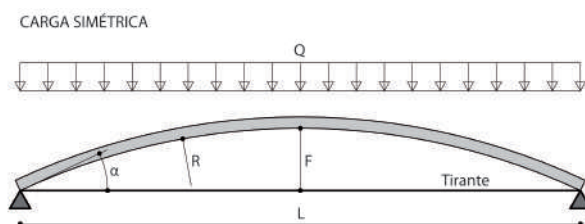
Material	Acero
Límite Elástico (N/mm^2)	280
Módulo Elasticidad (N/mm^2)	2.100.000
Densidad (Kg/m^3)	7.850

Valores Eficaces

Espesor (mm)	Peso (daN/m^2)	Área Bruta (mm^2/m)	M. Inercia (mm^4/m)			M. Resistente (mm^3/m)	
			Bruta	Eficaz +	Eficaz -	Eficaz +	Eficaz -
0,70	9,81	1.250	3.350.623	2.916.680	2.724.710	29.957	34.836
0,80	11,21	1.429	3.829.309	3.450.391	3.251.666	35.906	41.724
1,00	14,01	1.786	4.786.712	4.768.768	4.887.140	51.566	54.888
1,20	16,82	2.143	5.744.164	5.902.309	5.556.108	64.709	66.955
1,50	21,02	2.679	7.180.459	7.605.500	7.194.412	84.555	85.151

Tabla de Uso

Carga Máxima (daN/m^2)



Espesor (mm)	Luz entre apoyos (m)													
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,70	255 262 16 2,00	229 227 16 2,00	208 194 16 2,00	194 182 16 2,00	178 162 16 2,00									
0,80			258 242 16 2,00	235 210 16 2,00	219 187 16 2,00	201 165 16 2,00								
1,00					288 217 16 2,00	272 197 16 2,00	258 177 16 2,00	229 175 16 2,00	208 152 16 2,00					
1,20							324 260 20 2,00	293 215 20 2,00	276 187 20 2,00	249 159 20 2,00	221 137 20 2,00	194 120 20 2,00		
1,50									402 277 24 2,00	368 240 24 2,00	317 202 24 2,00	272 172 24 2,00	229 147 24 2,00	195 125 24 2,00
Radio (mm)	11.831	13.014	14.197	15.380	16.563	17.747	18.930	21.403	23.820	26.389	29.099	31.928	34.849	38.033
Flecha (mm)	1.108	1.219	1.330	1.441	1.552	1.663	1.774	1.760	1.766	1.769	1.772	1.776	1.782	1.780
Ángulo (°)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	23,4	22,2	21,1	20,1	19,2	18,4	17,6

E	L		Q1: Carga máxima ELU (daN/m^2)	Q2: Carga máxima ELS ($\text{L}/250$) (daN/m^2)	DT: Diámetro del Tirante (mm)	ST: Separación entre Tirantes (m)
	Q1	Q2				
	DT	ST				

Los valores de resistencia ELU y ELS a carga distribuida uniformemente que aparecen en la tabla se han obtenido mediante la explotación de resultados de ensayos experimentales. Modificar la configuración de los tirantes indicada en la tabla supone reevaluar la resistencia de la cubierta.

Legenda de Cálculo

v21.06.16

Combinación de Acciones:

PP: Peso Propio ; CP: Carga Permanente

ELU: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Uso}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Viento} + 0,75 * \text{Nieve}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve} + 0,90 * \text{Viento}$

ELS: $Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Uso}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Viento} + 0,50 * \text{Nieve}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Nieve} + 0,60 * \text{Viento}$

ELU_{Asimétrica}: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve}$

Normativa:

UNE-EN 1993-1-3: Eurocódigo 3 Parte 1-3

Declaración de prestaciones: www.incoperfil.com/dop

Solicitud informe de cálculo: www.incoperfil.com/cyd



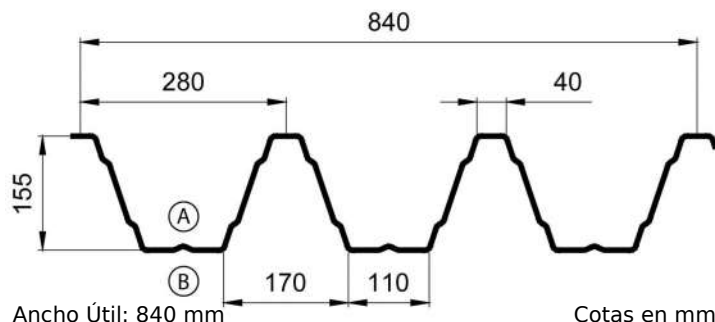
EN 14782:2006

INCO 155.3 Curvado[®]

CUBIERTA AUTOPORTANTE ($f_y = 320 \text{ N/mm}^2$)



Dimensiones del Perfil



Características del Material

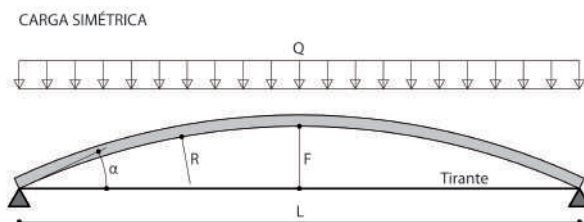
Material	Acero
Límite Elástico (N/mm^2)	320
Módulo Elasticidad (N/mm^2)	2.100.000
Densidad (Kg/m^3)	7.850

Valores Eficaces

Espesor (mm)	Peso (daN/m^2)	Área Bruta (mm^2/m)	M. Inercia (mm^4/m)			M. Resistente (mm^3/m)	
			Bruta	Eficaz +	Eficaz -	Eficaz +	Eficaz -
0,70	9,81	1.250	3.350.623	2.916.680	2.724.710	29.957	34.836
0,80	11,21	1.429	3.829.309	3.450.391	3.251.666	35.906	41.724
1,00	14,01	1.786	4.786.712	4.768.768	4.887.140	51.566	54.888
1,20	16,82	2.143	5.744.164	5.902.309	5.556.108	64.709	66.955
1,50	21,02	2.679	7.180.459	7.605.500	7.194.412	84.555	85.151

Tabla de Uso

Carga Máxima (daN/m^2)



Espesor (mm)	Luz entre apoyos (m)													
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,70	291 262 16 2,00	260 228 16 2,00	234 195 16 2,00	220 182 16 2,00	201 163 16 2,00									
0,80		325 277 16 2,00	293 242 16 2,00	270 209 16 2,00	247 187 16 2,00	227 164 16 2,00								
1,00				348 292 20 2,00	323 262 20 2,00	304 237 20 2,00	288 209 20 2,00	254 178 20 2,00	229 152 20 2,00					
1,20						375 322 24 2,00	360 287 24 2,00	323 247 24 2,00	291 217 24 2,00	258 185 24 2,00	227 160 24 2,00	197 140 24 2,00	171 120 24 2,00	
1,50									434 277 24 2,00	389 239 24 2,00	330 202 24 2,00	281 172 24 2,00	237 146 24 2,00	201 126 24 2,00
Radio (mm)	11.831	13.014	14.197	15.380	16.563	17.747	18.930	21.257	23.728	26.341	29.085	31.976	35.014	38.180
Flecha (mm)	1.108	1.219	1.330	1.441	1.552	1.663	1.774	1.773	1.773	1.773	1.773	1.773	1.773	1.773
Ángulo (°)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	23,6	22,3	21,1	20,1	19,2	18,3	17,5

E	L		Q1: Carga máxima ELU (daN/m^2)	Q2: Carga máxima ELS ($\text{L}/250$) (daN/m^2)	DT: Diámetro del Tirante (mm)	ST: Separación entre Tirantes (m)
	Q1	Q2				
	DT	ST				

Los valores de resistencia ELU y ELS a carga distribuida uniformemente que aparecen en la tabla se han obtenido mediante la explotación de resultados de ensayos experimentales. Modificar la configuración de los tirantes indicada en la tabla supone reevaluar la resistencia de la cubierta.

Legenda de Cálculo

v21.06.16

Combinación de Acciones:

PP: Peso Propio ; CP: Carga Permanente

ELU: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Uso}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Viento} + 0,75 * \text{Nieve}$

$Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve} + 0,90 * \text{Viento}$

ELS: $Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Uso}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Viento} + 0,50 * \text{Nieve}$

$Q = 1,00 * (PP + CP) + 1,00 * \text{Nieve} + 0,60 * \text{Viento}$

ELU_{Asimétrica}: $Q = 1,35 * (PP + CP) + 1,50 * \text{Nieve}$

Normativa:

UNE-EN 1993-1-3: Eurocódigo 3 Parte 1-3

Declaración de prestaciones: www.incofil.com/dop

Solicitud informe de cálculo: www.incofil.com/cyd



EN 14782:2006

Ingeniería y Construcción del Perfil S.A.

Carrer Nou, nº 16-27 • Pol. Industrial Mas del Polio
46469 Beniparrell • Valencia
Tel: 96 121 1778 • Fax: 96 121 1504

www.incoperfil.com

Ingeniería y Construcción del Perfil S.A. Todos los derechos reservados

