



ICNC: Diseño de bases de columna articulada con "tacos conectores"

Esta ICNC proporciona las reglas para el diseño de "tacos conectores" para bases de columna. Las reglas que se presentan, son complementarias a aquellas proporcionadas en las ICNCs SN037 y SN043, para el diseño de uniones con placas de base articuladas o empotradas, respectivamente.

Contenido

1.	Introducción	2
2.	Tipos de tacos conectores	3
3.	Parámetros	5
4.	Modelo de diseño	6
5.	Caso de diseño 1: Dimensionar una placa base con taco para resistir la fuerza cortante	8
6.	Caso de diseño 2: Determinar la resistencia a cortante de uniones con placa base con taco	12
7.	Referencias	13

1. Introducción

Los tipos de bases de columnas, tratados en la presente ICNC son las bases de columna articulada descrita en [SN037](#), y las bases de columna empotrada descrita en [SN043](#).

La resistencia a cortante desarrollada por la fricción entre la placa base de la columna a compresión y el material de relleno de la junta (mortero de cemento), tal como se calculó en [SN037](#), es generalmente adecuada para la mayoría de uniones con placas de base articuladas y empotradas.

Para uniones con placas de base articuladas, si existe tensión axial, no se podrá desarrollar la resistencia a cortante por fricción. Para placas de base empotradas, la resistencia a cortante, únicamente por fricción, podría no ser suficiente, cuando un cortante alto se combina con un momento bajo, ya sea con una fuerza de compresión o de tracción baja.

En los últimos casos, se requieren otras formas para transferir la fuerza de cortante.

A parte de la fricción, los otros medios utilizados para la transferencia de la fuerza cortante a la cimentación, son los siguientes:

- ☐ Cortante / resistencia de los pernos de anclaje (véase [§6.2.2\(7\) de EN 1993-1-8](#)).
- ☐ Fijar el extremo de la columna junto con su placa base, dentro de una cavidad del bloque de cimentación. La profundidad de la cavidad, usualmente es 300 mm o mayor y se rellena con hormigón sin retracción, una vez que se ha colocado la columna. Esta forma es adecuada para uniones de placa base de columna empotradas. La fuerza lateral se transfiere por apoyo lateral de la parte empotrada de la columna en la cavidad rellena de hormigón. Puede ser necesario reforzar el hormigón alrededor de la cavidad, según EN 1992-1 para transferir los momentos y fuerzas del extremo de la columna.
- ☐ Colocando la columna con su placa base, en una cavidad poco profunda, usualmente no mayor que 100 mm. El comportamiento de la unión se puede asimilar al del "taco" que se mencionada abajo. La cavidad poco profunda, por lo general, no es recomendable para uniones de placa base articulada, porque las rotación del extremo de la columna, podrían producir un daño localizado, al hormigón ubicado encima y alrededor de la placa base.
- ☐ Proporcionando una conexión entre el extremo de la columna en una la losa adyacente. Puede que sea necesario utilizar un refuerzo apropiado en la losa para controlar la fuerza de atado horizontal.
- ☐ Proporcionando un taco conector soldado en la parte inferior de la placa base, la cual se coloca en una cavidad de la cimentación del tamaño que sea necesario. La cimentación se rellena con hormigón sin retracción, después de haber colocado la columna y los pernos de anclaje.

No es práctica común, utilizar pernos de anclaje trabajando a cortante. Para asegurar esto, uno debe asegurarse que la fuerza cortante que se transmite a la cimentación a través de los pernos de anclaje, sea hecha en lo posible sin originar un movimiento lateral excesivo en la base de la columna (véase [§6.2.2\(5\) de EN 1993-1-8](#)). Si los pernos de anclaje se colocan en fundas, no son muy fiables trabajando a cortante/apoyo. Por lo general, se utilizan agujeros sobredimensionados en las placas de base, a fin de tener en cuenta las tolerancias en la colocación de los pernos de anclaje en el hormigón. En el último caso, las arandelas utilizadas



bajo las tuercas de los pernos de anclaje, deberían soldarse a las placas de base, para poder transferir la fuerza cortante a los pernos de anclaje. Se recomienda que el tamaño de los agujeros en estas arandelas se reduzca al mínimo, por ejemplo $d + 1,5 \text{ mm}$ (donde d es el diámetro nominal del perno de anclaje). Con estas consideraciones, cuando sea necesario, se puede añadir a la resistencia por fricción, la resistencia de cálculo de los pernos de anclaje a cortante/apoyo, la cual está dada en [§6.2.2\(7\) de EN 1993-1-8](#).

En esta ICNC, no se considera el diseño de cavidades de cimentación (pero véase más adelante para el caso de "cavidad poco profunda") para uniones de placa base empotrada, ni tampoco las uniones a la losa del suelo.

El tema de la presente ICNC es el diseño de "tacos conectores" debajo de la placa base, la cuales se utilizan para la transferencia de fuerzas cortantes a la cimentación.

Generalmente, un taco conector consiste en una sección de acero de corta longitud, soldada a la parte inferior de la placa base. Una vez que se ha colocado el hormigón en la cavidad destinada a los pernos de anclaje y se ha colocado el mortero en su posición final, se empotra el taco en la cimentación. La fuerza cortante que actúa sobre la base de columna, puede transmitirse a la cimentación, por medio del taco, que actúa horizontalmente, originando compresión sobre la superficie vertical del taco contra la cimentación de hormigón.

En la práctica, se encuentra dos casos de diseño:

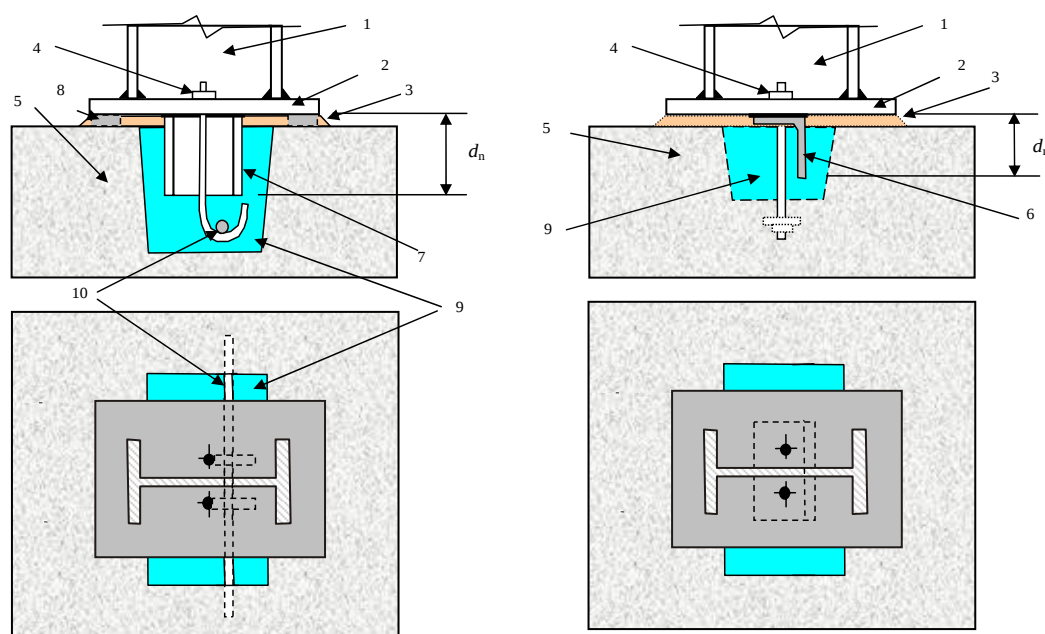
1. Se conocen la sección de la columna y las fuerzas de diseño. Debe calcularse las dimensiones necesarias de la placa base y el taco conector.
2. Se conocen la sección de la columna, placa base, taco conector y las dimensiones de la cimentación. Debe determinarse la resistencia de cálculo por compresión de la base de la columna, incluyendo aquella del taco..

El procedimiento usual es empezar por el diseño de la placa base, empleando los procedimientos proporcionados en las secciones 4 ó 5 de [SN037](#) o [SN043](#), el que sea aplicable. Luego, se procede con el diseño del taco, utilizando los procedimientos dados en la sección 5 y 6 de esta ICNC, respectivamente.

2. Tipos de tacos conectores

La Figura 2.1 muestra dos tipos de tacos conectores, de uso común, una es un ángulo de pequeña longitud, capaz de resistir fuerzas relativamente pequeñas y la otra es una sección I de corta longitud, que se utiliza si las fuerzas cortantes que se transmiten son relativamente altas.

Nota: la Figura 2.1 muestra detalles de placas de base con tacos Para placas de base empotradas (véase la figura 1.1 de [SN043](#)) las filas de pernos de anclaje no están en el eje principal de la columna, como se muestra aquí, sino generalmente más allá de las alas de la columna, en la partes salientes de las placas de base.



Leyenda:

- | | |
|---|---|
| 1. Columna de sección en I | 6. Taco de sección en ángulo |
| 2. Placa base | 7. Taco de sección I |
| 3. Espacio de la unión que se rellena con mortero | 8. chapa de acero utilizada para ubicar/nivelar la placa |
| 4. Perno de anclaje | 9. Reserva de cavidad a llenarse con hormigón sin retracción, o mortero después de colocar la columna |
| 5. Cimentación de hormigón | 10. Barra de refuerzo de la cimentación |

Figura 2.1 Bases de columna típicas con tacos conectores

Otros tipos de tacos conectores aparte de las mostradas en la Figura 2.1 son:

- ☐ una chapa vertical soldada a la placa base, la cual actúa según lo descrito abajo para el lado vertical del taco en ángulo.
- ☐ Una placa horizontal con el tamaño necesario (espesor empotrado en el hormigón, el perímetro soldado a la placa base) para desarrollar la resistencia necesaria del hormigón como apoyo y de la soldadura.

Aunque las reglas de diseño proporcionadas a continuación, cubren específicamente los tipos de tacos mostrados en la Figura 2.1, estas pueden adecuarse fácilmente para el diseño de los últimos tipos de tacos, así como también al tipo de "cavidad profunda" mencionada en el Sección 1.

Idealmente, los tacos conectores se sueldan a la placa base, centradas con relación a los ejes de la columna. En el caso de un taco de ángulo en una placa base articulada, mientras que la longitud del ángulo (ancho del taco) puede estar centrada alrededor del eje menor de la columna, el ángulo de soporte que se proyecta hacia abajo en la cimentación debe estar ligeramente afuera del eje mayor de la columna, a fin de no interferir con los pernos de anclaje. Si la longitud del ángulo es mayor que la del espaciamiento del perno de anclaje, el lado horizontal de la sección del ángulo, necesita agujeros, para permitir que pasen los pernos de anclaje de lado del eje menor. Para un taco hecha con un ángulo desigual, es usual soldar el soporte del lado menor a la placa base.

3. Parámetros

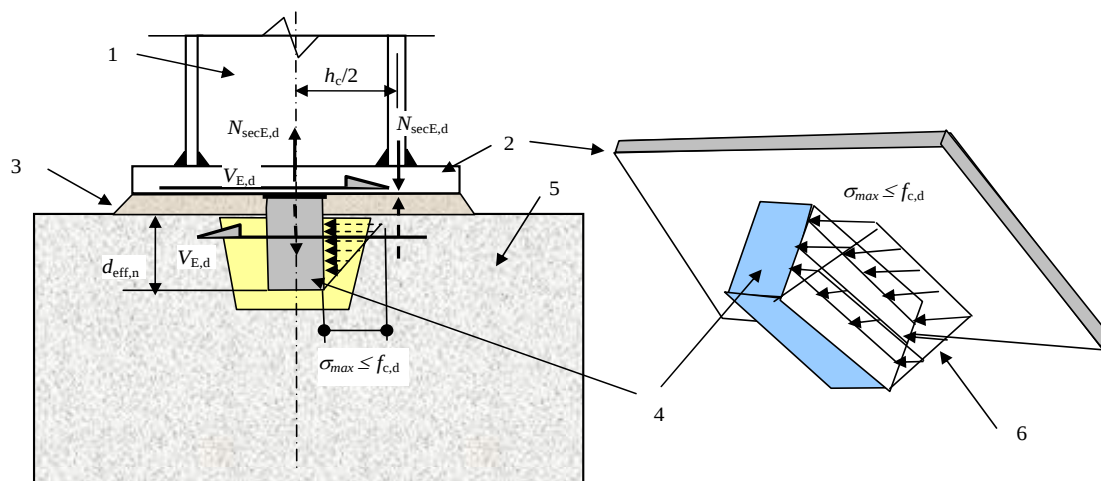
La siguiente tabla proporciona los parámetros relacionados con esta ICNC:

Tabla 3.1 Parámetros (incluye aquellos para SN037)

Parámetro	Definición	Parámetro	Definición
α	Razón de la anchura o canto de la placa base del área de distribución de diseño dentro de la cimentación, a la anchura o canto de la placa base.	h_f	Longitud del lado empotrado en la cimentación del taco de ángulo
α_{cc}	Coefficiente que toma en cuenta los efectos a largo plazo y efectos desfavorables debidos a la forma de carga en la resistencia a compresión del hormigón (véase EN 1992-1-1)	h_c	Canto (altura) de la sección de columna.
β_1	Coefficiente del material de la unión de la cimentación.	h_n	Longitud en planta de un taco de sección I.
γ_c	Factor parcial en la resistencia a compresión del hormigón (véase EN 1992-1-1).	h_p	Canto de la placa base.
γ_{M0}	Factor parcial en la resistencia a flexión de la placa base.	t_{fc}	Espesor del ala de la columna.
b_a	Longitud del lado horizontal del taco en ángulo (longitud del lado soldado a la placa base).	l_{eff}	Longitud efectiva de un casquillo en T de placa base en compresión.
b_p	Anchura de la placa base.	$d_{eff,n}$	Canto efectivo del taco
b_f	Anchura de la cimentación (correspondiente a la anchura de columna).	d_n	Canto total del taco
b_{fc}	Anchura de la sección de columna (anchura del ala de la columna de sección I).	t_{wc}	Espesor del alma de la columna.
b_{eff}	Anchura efectiva de un casquillo en T de la placa base en compresión.	t_{an}	Espesor del lado de un taco en ángulo.
b_n	Anchura horizontal del taco	t_{fn}	Espesor del ala de un taco de sección I
c	Anchura de apoyo adicional (fuera del perímetro de la sección de columna).	t_p	Espesor de la placa base.
d_f	Profundidad de la cimentación.	A_{c0}	Área de compresión bajo la placa base de dimensiones b_p y h_p .
f_{yb}	Límite elástico del perno de anclaje	$F_{f,Rd}$	Resistencia de diseño a cortante de fricción:
f_{yp}	Límite elástico de la placa base.	$F_{v,Rd}$	Resistencia de diseño a cortante de la unión de la placa base de la columna.
f_{jd}	Resistencia de apoyo del material de unión de la cimentación.	$N_{sec,Ed}$	Fuerza axial secundaria en la cimentación del taco
f_{cd}	Resistencia de cálculo a compresión del hormigón, según EN 1992-1-1.	$N_{j,Rd}$	Resistencia de diseño a compresión de la base de la columna.
f_{un}	Resistencia a tensión del Itaco de acero.	V_{Ed}	Fuerza de diseño a cortante en la base de la columna.

4. Modelo de diseño

El modelo mecánico adoptado para el taco se muestra esquemáticamente en la Figura 4.1. La fuerza cortante en la base de la columna es resistida por la presión desarrollada sobre la cara vertical (o caras) del taco empotrada en el hormigón de la cimentación. La excentricidad entre la reacción horizontal en el taco y la fuerza aplicada en la base de la columna, origina un momento secundario, produciendo un par de fuerzas verticales adicionales ($N_{sec,Ed}$) en la unión de la placa base, una fuerza de compresión y una de tensión. La fuerza de tensión puede ser resistida ya sea por los pernos de anclaje o por el taco en sí misma. En la presente ICNC, se asume conservadoramente que la fuerza de tracción es resistida por el taco. Frecuentemente, la fuerza de compresión adicional entre la placa base y el material de la unión (mortero), se desprecia en el diseño, aunque se puede añadir a aquella en el casquillo en T del área en compresión del ala de la columna, cuando se hace la verificación final del diseño de la unión de la placa base.



Leyenda:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Columna de sección en I | 4. Taco |
| 2. Placa base | 5. Cimentación de hormigón |
| 3. material de la unión (mortero) | 6. Distribución triangular de presión en el taco |

Figura 4.1 *Modelo de taco de corte, donde se muestran las fuerzas y esfuerzos inducidos: distribución de esfuerzos de compresión sobre el taco de corte y fuerzas secundarias*

Se asumen las siguientes simplificaciones en el modelo de diseño[1]:

- ❑ Ambas alas empotradas de un taco de sección I proporcionan una resistencia horizontal igual a la fuerza cortante aplicada en la base de la columna.
- ❑ Se considera una distribución triangular de esfuerzos de compresión sobre el canto efectivo del taco, en toda la anchura del soporte de ángulo o ala dentro de la cimentación (véase las Figuras 4.1 y 4.2).
- ❑ El canto efectivo del taco $d_{eff,n}$, se toma igual a la altura total, d_n , debajo de la placa base menos el espesor en la superficie superior para dejar un margen, por la posibilidad que el material de unión (mortero) no sea adecuado, debajo de la placa base. Es usual asumir que el último espesor citado es igual a aquel de la capa de mortero, el cual es usualmente 30 mm y raramente mayor que 50 mm de espesor. En adelante se tomará un espesor de 30 mm.

- ❑ Se considera que el momento secundario, es resistido por un par de fuerzas actuando en la base de la columna, con una fuerza de tensión normal en la placa base sobre el taco y una fuerza de compresión entre la placa base y el mortero el cual está centrado bajo una de las alas de la columna. Asumiendo que, el taco esté centrada en el centro de gravedad de la columna y el espesor de la capa de mortero sea 30 mm, se obtiene las siguientes fuerzas de diseño de tensión axial:

o taco de sección I: Tracción axial en un ala del taco:

$$N_{Ed} = V_{Ed} \left(\frac{d_{eff,n}}{3} + 30 \right) \left(\frac{1}{h_n - t_{fn}} \right) + V_{Ed} \left(\frac{d_{eff,n}}{3} + 30 \right) \left(\frac{2}{h_c} \right) \left(\frac{1}{2} \right) = V_{Ed} \left(\frac{d_{eff,n}}{3} + 30 \right) \left(\frac{1}{h_n - t_{fn}} + \frac{1}{h_c} \right)$$

o Taco de ángulo: Tracción axial en el lado vertical: $N_{Ed} = V_{Ed} \left(\frac{d_{eff,n}}{3} + 30 \right) \frac{2}{h_c}$

- ❑ A fin de asegurar que el taco no se desprenda del hormigón de la cimentación y tener un taco que trabaje eficientemente, se han establecido los siguientes límites para las dimensiones del taco:

o Canto de un taco de sección I: $h_n \leq 0,4 h_c$

o Canto efectivo en la cimentación de un taco de sección I: $60 \text{ mm} \leq d_{eff,n} \leq 1,5 h_n$

o Canto efectivo en la cimentación de un taco de ángulo: $60 \text{ mm} \leq d_{eff,n} \leq 1,5 h_n$

En el caso de una placa base articulada, se recomienda respetar los últimos límites de las dimensiones del taco, para evitar crear una condición de base de columna empotrada

- ❑ Estando empotrada en el hormigón, se considera que los lados del ángulo o las alas de secciones I están sujetas a flexión local despreciable. Para que esta suposición sea válida, se ha establecido el siguiente criterio de esbeltez máxima:

o taco con sección I: Máxima esbeltez del ala: $(b_{fn} / t_{fn}) \leq 20$

(este criterio lo cumplen todos los perfiles IPE y HE, excepto los HEA 260, 280 y 300)

o Taco de ángulo: Máxima esbeltez del soporte: $(d_n / t_{an}) \leq 10$

(no todos las secciones en ángulo laminados en caliente cumplen el último requisito)

- ❑ Para un taco de sección I, la fuerza cortante se transfiere desde la base a través del alma. El momento al nivel de la parte inferior de la placa base, es resistido por un par de fuerzas en las alas. Más que asumir que los pernos de anclaje tomen dicho momento, se considera que la fuerza de tensión normal secundaria, sea compartida por las secciones de las alas. El ala en tensión es la más cargada. El alma de la columna opuesta al ala, también resiste la fuerza total obtenida de esa forma.
- ❑ Para el lado de un taco de sección en ángulo, tanto la fuerza cortante como la fuerza normal secundaria, son tomadas por el lado vertical. Se desprecia la flexión en la parte superior del lado vertical del ángulo.

El enfoque del diseño básico, es asegurar que los esfuerzos de compresión sobre la superficie vertical del taco, en contacto con la cimentación, no exceda la resistencia del hormigón, ni tampoco origine esfuerzos excesivos en el taco (soporte, ala o alma)

Las verificaciones de diseño adicionales, son las siguientes:

- ☐ El alma de la columna se verifica, para la fuerza concentrada correspondiente a la fuerza de tensión secundaria en el lado del ángulo del taco o el ala del taco,
- ☐ Se verifica, la resistencia de la soldadura entre la placa base y el taco, tanto por cortante horizontal, como por las fuerzas de tensión secundaria.

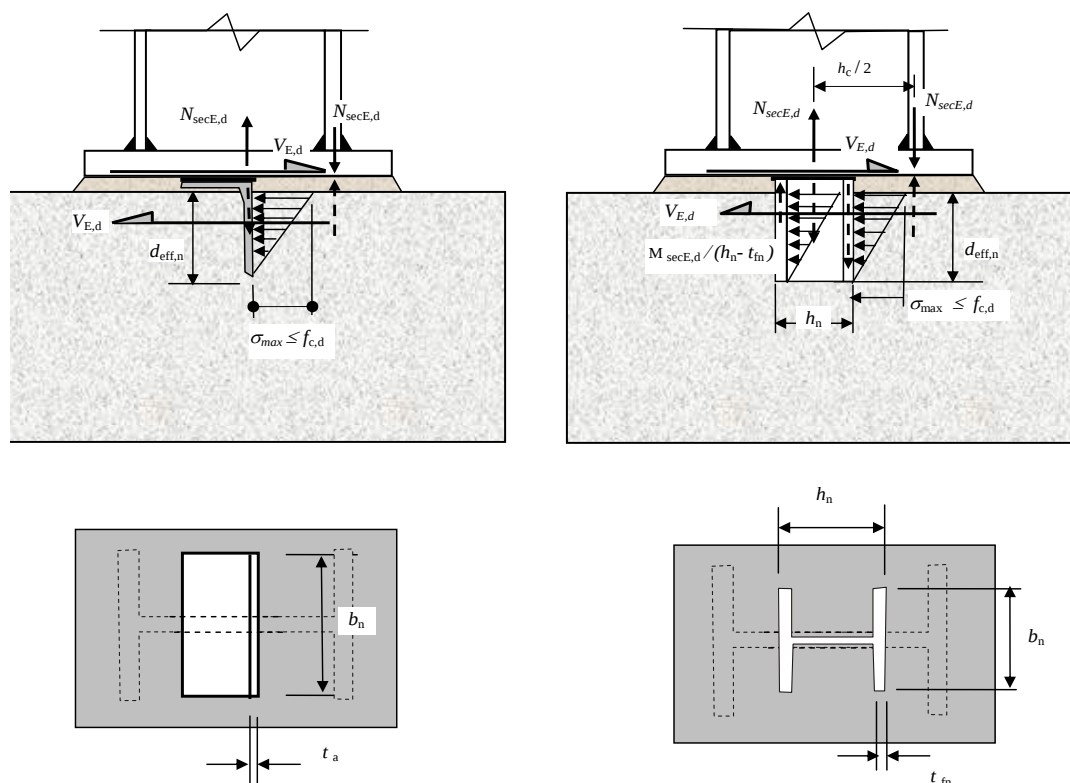


Figura 4.2 Dimensiones de los tacos conectores, distribución de esfuerzos de compresión y fuerzas secundarias

5. Caso de diseño 1: Dimensionar una placa base con taco para resistir la fuerza cortante

Si se conocen las fuerzas en la columna, se puede seguir el siguiente procedimiento, para dimensionar la placa base y el taco. Es conservador, asumir que el taco, proporciona toda la resistencia de cortante necesaria, por ejemplo, no se toma en cuenta la resistencia a fricción de la columna cuando ésta trabaja a compresión, así como tampoco, la resistencia a cortante de los pernos de anclaje.

Aunque, es usual tener un taco del mismo tipo de acero (f_{yn}) que la placa base, ambas pueden ser de grados diferentes.

Las reglas proporcionadas cubren el caso de una fuerza cortante actuando en la base de la columna en el plano del alma de la columna, por ejemplo una fuerza cortante paralela al eje secundario de la sección de la columna. El método de diseño puede adoptarse para los casos en que la fuerza cortante es paralela al eje principal de la columna o cuando hay componentes de la fuerza cortante a lo largo de ambos ejes.



❑ **Paso 1: Dimensionar la placa base tomando como referencia [SN037](#) o [SN043](#)**

Se asumen las dimensiones de la placa base (h_p , b_p , t_p) para la sección de columna (h_c , b_c , t_{wc} , t_{fc}) carga y tipo de hormigón (f_{cd}) que se va a utilizar.

❑ **Paso 2: Dimensionar el taco si se requiere**

Nota: No es usual tener que seleccionar entre los dos tipos de taco .

Asumir que la capa de material de la unión (mortero) tiene 30 mm de espesor

Adoptar una anchura práctica del taco , b_n , dentro de los siguientes límites, $\min b_n \geq b_n \leq \max b_n$:

$$\text{Taco de ángulo : } \min b_n \geq \max(90 : \frac{V_{Ed}}{30 f_{cd}}) \text{ mm y } \max b_n \leq b_p - 2t_{fc}$$

$$\text{Taco de sección I : } \min b_n \geq \max(90 : \frac{V_{Ed}}{15 f_{cd}}) \text{ mm y } \max b_n \leq b_p - 2t_{fc}$$

Taco de sección en ángulo:

Se identifican las secciones de ángulos disponibles y adecuadas (h_a , b_a , t_a). Obsérvese que es usual utilizar ángulos desiguales, pero también se pueden utilizar ángulos de lados iguales. La idoneidad de una sección de ángulo dada requiere que:

$$t_a \geq h_a/10$$

donde h_a es la longitud del lado más largo, el lado que va a empotrarse en la cimentación de hormigón.

- a) Estimar el canto mínimo requerido para el taco de ángulo:

$$\min d_{eff,n} \geq \max(60 : \frac{2V_{Ed}}{b_n f_{cd}}) \text{ mm}$$

- b) Verificar los límites prácticos máximos del canto del taco:

$$\min d_{eff,n} + 30 \text{ mm} \leq \min(0,8d_f : h_a) .$$

Si no se cumple la última condición, reiniciar utilizando una anchura más grande de taco b_n (longitud de la sección tipo ángulo).

- c) Seleccionar un tamaño de ángulo tal que:

$$h_a \geq (\min d_{eff,n}) + 30 \text{ mm} ; h_a \leq 0,8d_f ; h_a \leq 0,6h_c \quad b_a \leq 0,6h_c \quad \text{y } t_a \geq h_a/10$$

$$\text{Tomar } d_{eff,n} = h_a - 30 \text{ mm}$$

Estimar la fuerza de tensión secundaria en el lado vertical del ángulo:

$$N_{sec Ed} = V_{Ed} \left(\frac{d_{eff,n}}{3} + 30 \right) \frac{2}{h_c}$$

Verificar el espesor del lado bajo la combinación de cortante y tensión, utilizando el criterio de Von Mises:

$$t_a \geq \sqrt{\left[\frac{N_{\text{sec Ed}}}{b_n f_{\text{yn}}} \right]^2 + 3 \left[\frac{V_{\text{Ed}}}{b_n f_{\text{yn}}} \right]^2} = \frac{V_{\text{Ed}}}{f_{\text{yn}} b_n} \sqrt{\left[\frac{2(d_{\text{eff,n}}/3 + 30)}{h_c} \right]^2 + 3}$$

Si no es posible completar las verificaciones modificando la anchura y/o el canto, cambiar a un taco de sección I.

Taco de sección I:

Realizar los siguientes pasos en orden.

- a) Seleccionar una sección I: la anchura del taco, $b_n = b_{f, \text{nib}}$, dentro de los límites máximo y mínimo dados arriba.

- b) Verificar que el canto de la sección del taco $h_{\text{nib}} \leq 0,4 h_c$.

Si se cumple, tomar el canto del taco $h_n = h_{\text{nib}}$.

Si no se cumple la condición, reiniciar el procedimiento con una sección I menos profunda.

- c) Verificar la esbeltez del ala de la sección del taco:

$$(h_n / t_f)_{\text{taco}} \leq 20$$

- d) Estimar el canto mínimo necesario del taco:

$$\min d_{\text{eff,n}} \geq \max(60 : \frac{V_{\text{Ed}}}{b_n f_{\text{cd}}}) \text{ mm}$$

- e) Verificar los límites máximos recomendados para el canto efectivo del taco (en el hormigón):

$$\min d_{\text{eff,n}} + 30 \text{ mm} \leq \min(0,8d_f : 1,5h_n) .$$

Si no se cumplen las últimas condiciones, reiniciar utilizando una sección I diferente de mayor anchura (b_f , h_c) sección del taco.

- f) Confirmar la idoneidad de la sección elegida: $h_n \leq 0,4 h_c$; $t_{\text{fn}} \geq b_{\text{fn}}/10$;

- g) Verificar la resistencia a cortante del alma del taco:

$$V_{\text{pl,Rd}} = A_{\text{vn}} f_{\text{yn}} / (\gamma_{\text{M0}} \sqrt{3}) \geq V_{\text{Ed}}$$

Si es necesario, reiniciar el proceso con otra sección proporcionando una adecuada resistencia a cortante del alma.

- h) Adoptar el valor para el canto del taco: $d_{\text{eff,n}} \geq \max(60 : \frac{V_{\text{Ed}}}{b_n f_{\text{cd}}}) \text{ mm}$

Para el canto del taco, estimar la fuerza normal secundaria en el ala de la taco:

$$N_{\text{secEd}} = V_{\text{Ed}} \left(\frac{d_{\text{eff,n}}}{3} + 30 \right) \left(\frac{1}{h_n - t_{\text{fn}}} + \frac{1}{h_c} \right)$$

- i) Verificar la resistencia del ala del taco a tracción: $A_{\text{fn}} f_{\text{yn}} / \gamma_{\text{M0}} \geq N_{\text{sec Ed}}$

Si se satisfacen todas las verificaciones anteriores, la sección elegida del taco es adecuada.



❑ Paso 3: Determinar el tamaño de la soldadura entre el taco y la placa base

Generalmente, se adopta un tamaño de cordón de soldadura. El tamaño mínimo de la garganta es 3mm.

Taco de sección en ángulo:

Se adopta un cordón de soldadura alrededor de todo el perímetro. Se asume que la fuerza cortante será tomada por los dos lados soldados y el pie del cordón de soldadura, todos con el mismo tamaño de garganta a_v . Se asume que la fuerza normal es tomada por la soldadura en el lado del ángulo de tamaño de soldadura a_N . Se toma la resistencia de la soldadura $f_u = \min(f_{up} : f_{un})$

Los tamaños mínimo de soldadura requeridos son:

$$a_v \geq \frac{\sqrt{3}\beta_w \gamma_{M2} V_{Ed}}{f_u (2h_n + b_n)} \quad \text{cordón en ángulo alrededor del perímetro del lado de la sección de ángulo}$$

$$a_N \geq \frac{\sqrt{2}\beta_w \gamma_{M2} N_{sec Ed}}{f_u b_n} \quad \text{cordón en ángulo al extremo del lado vertical}$$

Taco de sección I:

Se asume que el alma del taco toma la fuerza cortante de la base de la columna y que el ala del taco toma la fuerza normal secundaria. Generalmente, se utiliza soldadura de cordón.

$$\text{Soldaduras de doble cordón en ángulo en el alma:} \quad a_v \geq \frac{\sqrt{3}\beta_w \gamma_{M2} V_{Ed}}{f_u (h_{c, nib} - 2t_{f, nib})}$$

$$\text{Soldaduras de doble cordón en ángulo en el ala:} \quad a_N \geq \frac{\sqrt{2}\beta_w \gamma_{M2} N_{sec Ed}}{f_u (2b_{fn} - t_{wn})}$$

❑ Paso 4 : Verificar la resistencia local del alma de la columna

El alma de la columna está sometida a la fuerza de tensión secundaria concentrada $N_{sec Ed}$. Se efectúa la siguiente verificación de la resistencia local:

$$N_{sec Ed} \leq (t_{wc} b_{eff}) f_{yc} / \gamma_{M0}$$

Se asume que la fuerza se distribuye sobre la siguiente anchura efectiva en el alma de la columna:

$$\text{Taco en ángulo:} \quad b_{eff} = t_a + 2t_p + 5(\sqrt{2} a_{wc})$$

$$\text{Taco de sección I:} \quad b_{eff} = t_{fn} + 2t_p + 5(\sqrt{2} a_{wc}).$$

donde a_{wc} es el espesor de garganta del cordón de la soldadura en ángulo doble entre el alma de la columna y la placa base.

Si la resistencia local del alma de la columna no es adecuada, se puede reforzar el alma localmente, ya sea por un rigidizador vertical o por una doble placa.

6. Caso de diseño 2: Determinar la resistencia a cortante de uniones con placa base con taco

❑ Paso 1: Determinar la resistencia a cortante del taco en base al hormigón

Taco de sección en ángulo:
$$V_{Rd} = \frac{b_n d_{eff,n} f_{cd}}{2}$$

Taco de sección I:
$$V_{Rd} = b_n d_{eff,n} f_{cd}$$

❑ Paso 2: Determinar la resistencia a cortante del taco en base a las soldaduras

Se toma la resistencia del acero de soldadura como $f_u = \min(f_{up} : f_{un})$.

Taco de sección en ángulo:
$$V_{Rd} = \frac{f_u a_v (2h_n + b_n)}{\sqrt{3} \gamma_{M2} \beta_w}$$

$$V_{Rd} = \frac{3 f_u a_N b_n h_c}{2 \sqrt{2} \gamma_{M2} \beta_w (d_{eff,n} + 90)}$$

Taco de sección I:
$$V_{Rd} = \frac{f_u a_v (2h_{c,nib} - 2t_{f,nib})}{\sqrt{3} \gamma_{M2} \beta_w}$$

$$V_{Rd} = \frac{3 f_u a_v}{\sqrt{2} \gamma_{M2} \beta_w} \frac{(2h_n - t_{wn})}{(d_{eff,n} + 90)} \frac{h_c (h_n - t_{fn})}{(h_c + h_n - t_{fn})}$$

❑ Paso 3: Determinar la resistencia a cortante del taco en base a la resistencia del lado del ángulo o resistencia del ala y del alma

Taco en ángulo:

Resistencia de la sección del lado bajo fuerzas axiales y cortantes:

$$V_{Ed} = \frac{f_{yn}}{\gamma_{M0}} \frac{b_n t_a}{\sqrt{\left[\frac{2(d_{eff,n} + 90)}{3h_c} \right]^2 + 3}}$$

Taco de sección I:

$$V_{Rd} = \frac{A_{fn} f_{yn}}{\gamma_{M0}} \frac{3h_c (h_n - t_{fn})}{(h_c + h_n - t_{fn})(d_{eff,n} + 90)} \quad (\text{ala del taco en tracción})$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{vn} f_{yn}}{\gamma_{M0} \sqrt{3}} \quad (\text{alma del taco a cortante})$$



- ❑ **Paso 4: Determinar la resistencia a cortante del taco en base a la resistencia del alma de la columna**

Taco de sección en ángulo:
$$V_{Rd} = \frac{3 f_{yn}}{2 \gamma_{M0}} \frac{t_a h_c (t_a + 2 t_p + 5 \sqrt{2} a_{wc})}{(d_{eff,n} + 90)}$$

Taco de sección I:
$$V_{Rd} = \frac{3 A_{fn} f_{yn}}{\gamma_{M0}} \frac{t_{wc} h_c (h_n - t_{fn}) (t_a + 2 t_p + 5 \sqrt{2} a_{wc})}{(h_c + h_n - t_{fn}) (d_{eff,n} + 90)}$$

- ❑ **Paso 5: La resistencia de cálculo se toma como el menor valor para la resistencia a cortante $V_{R,d}$ dado por los pasos 1 a 4**

7. Referencias

- 1 Lescouarc'h, Y.
"Bases de columnas articuladas", colección CTICM, 1982 (en francés).



Registro de Calidad

TÍTULO DEL RECURSO	ICNC: Diseño de bases de columna articulada con "tacos conectores"		
Referencias(s)			
DOCUMENTO ORIGINAL			
	Nombre	Compañía	Fecha
Creado por	Ivor RYAN	CTICM	20/12/05
Contenido técnico revisado por	Alain Bureau	CTICM	20/12/05
Contenido editorial revisado por			
Contenido técnico respaldado por los siguientes socios de STEEL:			
1. Reino Unido	G W Owens	SCI	07/04/06
2. Francia	A Bureau	CTICM	07/04/06
3. Suecia	B Uppfeldt	SBI	07/04/06
4. Alemania	C Müller	RWTH	07/04/06
5. España	J Chica	Labein	07/04/06
Recurso aprobado por el Coordinador técnico	G W Owens	SCI	31/07/06
DOCUMENTO TRADUCIDO			
Traducción realizada y revisada por:		eTeams International Ltd.	19/06/06
Recurso de traducción aprobado por:	J Chica	Labein	18/07/06