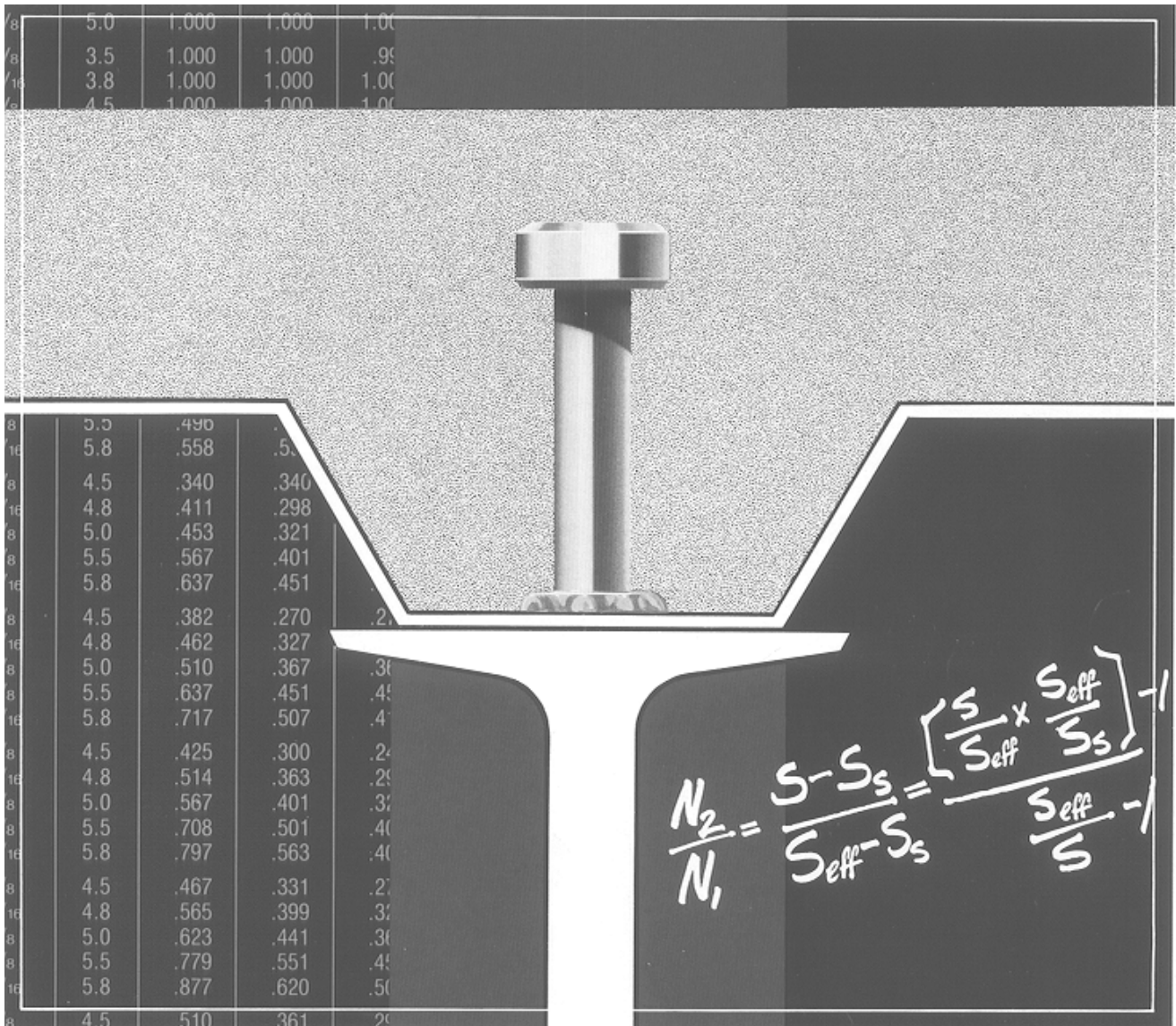


NELSON[®] WELD-THRU DECK

GUIA PARA EL DISEÑO

CONECTADORES DE CORTE NELSON[®]



Introducción

Las especificaciones AISC hechas efectivas en Noviembre de 1978, provee nuevos criterios de diseño para vigas compuestas formadas con steel deck. Las partes de aplicación de dichas especificaciones están transcritas en las páginas siguientes.

La totalidad de la especificación deberá ser estudiada y aplicada. En la misma se introducen nuevas ecuaciones y variables para la determinación de los esfuerzos de corte admisibles en los conectores.

Están contemplados los cálculos con orientación del nervio del deck ya sea perpendicular (1.11.5.2) como paralelo (1.11.5.3) a la viga metálica resistente.

Deck perpendicular a la viga

Las tablas de diseño* (Ver al Final de esta Publicación) intentan simplificar los cálculos para la selección de los conectores de corte, incluyen los rangos típicos de variables de cálculo. Se han considerado las alturas de decks más utilizadas con un amplio rango de relaciones w/h. Los largos de los pernos son estándar para facilitar su elección.

Estas tablas para el factor de reducción R están basadas en la fórmula (1.11-8) de las especificaciones AISC.

$$R = 0.85 (N)^{\frac{1}{2}} (w/h) (H_s/h - 1)$$

$$Q_r = R \times Q_s$$

Donde

R = factor de reducción de los conectores en el nervio del deck

h = altura nominal del nervio

w = ancho promedio del nervio

L_s = longitud del conector de corte

H_s = longitud del conector de corte una vez soldado.

N = número de conectores de corte sobre la viga en un nervio

Q_s = esfuerzo de corte admisible por conector colocado en una placa sólida.

Q_r = esfuerzo de corte admisible por conector ubicado en el nervio del steel deck.

ESPECIFICACIONES AISC

Secc. 1.11 - Construcción Compuesta

1.11.1. Definición

La construcción compuesta consiste en vigas de acero soportando una losa de hormigón e interconectadas de tal manera que la viga y la losa actúan juntas para resistir los esfuerzos de flexión. Cuando la losa se extiende a ambos lados de la viga, el *ancho efectivo* del ala superior de hormigón no debe ser tomado como más de 1/4 de la luz de la viga y a partir del borde de la viga no debe ser tomado como más de la 1/2 de la luz libre a la viga adyacente, ni más de 8 veces el espesor de la losa. Cuando la losa está de un sólo lado de la viga, el *ancho efectivo* debe ser tomado como no más de 1/12 de la luz de la viga, ni más de 6 veces su espesor, ni más de la mitad de la luz libre a la viga adyacente.

Las vigas totalmente embebidas en hormigón con 2 pulgadas o más de recubrimiento a sus lados y en el fondo y formando una unión monolítica con la losa, pueden ser consideradas como si estuvieran interconectadas con el hormigón por un ligamento natural sin necesidad de un anclaje adicional, en la medida en que la parte superior de la viga se encuentre por lo menos a 1 1/2 pulgadas del borde superior de la losa y a 2 pulgadas del borde inferior y siempre que el hormigón alrededor de la viga tenga una malla metálica adecuada u otro refuerzo de acero en toda su altura y a lo largo del fondo para prevenir el despegue del hormigón. Cuando se prevean conectores de corte de acuerdo a la Secc. 1.11.4, no se requerirá embeber la viga para conseguir acción compuesta.

1.11.2. Supuestos del diseño

1.11.2.1 Las vigas embebidas deben ser dimensionadas para soportar por si mismas todas las cargas muertas aplicadas previamente al endurecimiento del hormigón (a menos que esas cargas sean soportadas temporalmente por apuntalamientos), y actuando en conjunto con la losa, para soportar todas las cargas muertas y vivas aplicadas después del fraguado del hormigón, sin sobrepasar una sollicitación por flexión de 0.66 F_y, siendo F_y la tensión de fluencia de la viga de acero. El esfuerzo de flexión producido por las cargas después que el hormigón ha fraguado deben ser calculado basándose en las propiedades de la sección compuesta. No se considerarán los esfuerzos de tracción del hormigón. Alternativamente, la viga de acero por si sola podrá ser dimensionada para resistir el momento positivo producido por todas las cargas, vivas y muertas utilizando una sollicitación máxima por flexión igual a 0.76 F_y, en cuyo caso no es necesario realizar apuntalamiento temporal.

1.11.2.2 Cuando se utilizan conectores de corte de acuerdo con la Secc. 1.11.4. la sección compuesta debe ser dimensionada para soportar todas las cargas sin exceder la tensión admisible indicada en la Secc. 1.5.1.4. incluso cuando la sección de acero no este apuntalada durante la construcción. En los cálculos que contemplan secciones compuestas, en las secciones de momentos positivos, la sección de acero está exceptuada de los requerimientos de ala compacta de los subpárrafos 2, 3 y 5 de la Secc. 1.5.1.4.1.

Los refuerzos paralelos a la viga dentro del ancho efectivo de la losa, cuando son anclados de acuerdo a lo especificado en el código de construcción, pueden ser incluidos en el cómputo de las propiedades de la sección compuesta siempre que los conectores de corte sean calculados de acuerdo a los requerimientos de la Secc. 1.11.4. Las propiedades de la sección compuesta podrán ser calculadas de acuerdo a la teoría elástica. No se considerarán esfuerzos de tracción en el hormigón. En el cálculo de las tensiones, el área de compresión del hormigón liviano u hormigón normal será tratada como un área equivalente de acero, dividiéndola por la relación modular *n* para hormigón de peso normal y de resistencia especificada, para hallar las propiedades de la sección. Para los cálculos de deflexión las características de la sección transformada deberán basarse en la apropiada relación modular *n*, para el tipo de hormigón especificado según su resistencia y peso, donde $n = E/E_c$.

E = Módulo de Elasticidad del acero

E_c = Módulo de Elasticidad del hormigón

En los casos en que no es factible o necesario proveer conectores adecuados para absorber los esfuerzos de corte horizontal para lograr una acción compuesta total, el Módulo resistente efectivo se determinará:

$$S_{eff} = S_s + (V'_h / V_h)^{1/2} (S_{tr} - S_s) \quad (1.11-1)$$

donde:

V_h y V'_h son según la definición de la Secc. 1.11.4

S_s = Módulo resistente de la sección de la viga de acero referida a su ala inferior.

S_{tr} = Módulo resistente de la sección compuesta transformada referida a su ala inferior, basada sobre el mayor ancho efectivo permitido del ala de hormigón (Secc. 1.11.1).

Para ejecuciones sin apuntalamiento temporario, los esfuerzos en la sección de acero podrán ser calculados considerando el momento total de cargas muertas y vivas y en este caso el módulo resistente de la sección transformada S_{tr} no deberá exceder:

$$S_{tr} \leq (1.35 + 0.35 M_L / M_D) S_s \quad (1.11-2)$$

Donde:

M_L = es el momento causado por todas las cargas después que el hormigón alcanza el 75% de la resistencia requerida

M_D = es el momento causado por las cargas aplicadas previamente a ese tiempo

S_s = es el módulo resistente de la viga de acero referido al ala donde el esfuerzo será calculado.

En secciones sometidas a momento flector positivo, el esfuerzo debe ser calculado para el ala de acero traccionada. En secciones sometidas a momento flector negativo, el esfuerzo debe ser calculado para las alas de acero traccionadas y comprimidas. Estos esfuerzos no deben exceder los indicados en la Secc. 1.5.1. La Sec. 1.5.6 no se aplica para los esfuerzos en el área de momento negativo calculados según lo considerado en este párrafo.

El módulo resistente de la sección compuesta transformada deberá ser usado en el cálculo del esfuerzo a la compresión del hormigón originado por flexión, y para la ejecución sin apuntalamientos temporales, este esfuerzo debe basarse sobre las cargas aplicadas después de que el hormigón ha alcanzado el 75% de la resistencia requerida. El esfuerzo en el hormigón no deberá exceder $0.45 f'_c$.

1.11.3. Esfuerzo de Corte

El alma y los apoyos de la viga de acero deben ser diseñadas para soportar los esfuerzos totales.

1.11.4. Conectores de Corte

Excepto en el caso de vigas embebidas, como están definidas en la Secc. 1.11.1, el total del esfuerzo de corte horizontal en la unión de la viga de acero y la losa de hormigón debe asumirse que será

transferido por conectores de corte soldados al ala superior de las vigas y sumergidos en el hormigón. Para una acción compuesta total con el hormigón sometido a compresión por flexión, el total del corte horizontal a ser resistido entre el punto del máximo momento positivo y los puntos de momento cero debe ser considerado como el menor valor usando las Fórmulas (1.11-3) y (1.11-4):

$$V_h = 0.85 f'_c A_c / 2 \quad (1.11-3)^* \quad y$$

$$V_h = A_s F_y / 2 \quad (1.11-4)$$

donde

f'_c = resistencia a la compresión especificada del hormigón

A_c = área del ala efectiva del hormigón definida en la Secc.1.11.1

A_s = área de la viga de acero.

***El término $A_s F_y / 2$ deberá sumarse a 1.11.3 si se incluyen las mallas de refuerzos con área A'_s localizados dentro del ancho efectivo.**

En vigas compuestas continuas donde se considera que los refuerzos longitudinales de acero actúan en conjunto con la viga de acero para la zona de momentos negativos, el esfuerzo total de corte a ser soportado por los conectores entre un apoyo interno y cada punto adyacente de contraflexión deberá ser considerado con la siguiente expresión:

$$V_h = A_{sr} F_{yr} / 2 \quad (1.11-5)$$

donde :

A_{sr} = área longitudinal total del refuerzo de acero ubicado dentro del ancho de ala efectiva especificado en Sec. 1.11.1

F_{yr} = tensión de fluencia mínima especificada del refuerzo de acero.

Para una acción compuesta total, el número de conectores que deban soportar el esfuerzo de corte V_h a cada lado del punto de máximo momento no deberá ser inferior al determinado por la relación V_h / q , siendo q la carga admisible de corte del conector dada en la Tabla 1.11.4 para losas planas de hormigón realizadas con agregados C33 según Norma ASTM. En caso de losas planas de hormigón realizadas con agregados de horno rotativo según Norma ASTM C330 con densidades no menores a 90 lbs/pie³, el esfuerzo de corte de un conector se obtendrá multiplicando los valores de la Tabla 1.11.4 por el coeficiente de la tabla 1.11.4 A.

Para una acción compuesta parcial con el hormigón sujeto a compresión por flexión, el esfuerzo de corte V'_h a ser utilizado para el cómputo de la S_{eff} deberá ser calculado como el producto de q veces el número de conectores colocados entre el punto de momento máximo y el punto más cercano a momento nulo.

El valor de V'_h no será menor de $\frac{1}{4}$ del menor valor de la Fórmula 1.11.3, utilizando el valor máximo permitido de ancho efectivo del ala de hormigón, ó la fórmula 1.11.4.

El momento de inercia efectivo para el cálculo de flexión se deberá determinar como:

$$I_{eff} = I_s + (V'_h / V_h)^{1/2} \times (I_{tr} - I_s) \quad (1.11-6)$$

Donde

I_s = momento de inercia de la viga de acero

I_{tr} = momento de inercia de la sección compuesta transformada

Tabla 1.11.4

Esfuerzo de corte admisible para un conector (q), en KIPS^a

Conector de Corte ^b	Resistencia a la Compresión del Hormigón (f'_c), ksi		
	3.0 (\cong H20)	3.5 (\cong H24)	≥ 4.0 (\cong H28)
1/2" diam. x 2"	5.1 (2313 Kg.)	5.5 (2494 Kg.)	5.9 (2676 Kg.)
5/8" \emptyset x 2-1/2"	8.0 (3628 Kg.)	8.6 (3900 Kg.)	9.2 (4173 Kg.)
3/4" \emptyset x 3"	11.5 (5216 Kg.)	12.5 (5670 Kg.)	13.3 (6032 Kg.)
7/8" \emptyset x 3-1/2"	15.6 (7076 Kg.)	16.8 (7620 Kg.)	18.0 (8164 Kg.)

^aAplicable solo para cemento con agregados s/ASTM C33
^bLos esfuerzos admisibles podrán ser utilizados para conectores más largos que los tabulados.

Tabla 1.11.4 A

Coefficientes para utilizar cuando el hormigón se realiza con agregados C330.

f'_c	Peso del Hormigón Secado al Aire, pcf						
	90	95	100	105	110	115	120
< 4.0 ksi	0.73	0.76	0.78	0.81	0.83	0.86	0.88
≥ 5.0 ksi	0.82	0.85	0.87	0.91	0.93	0.96	0.99

Donde f'_c = Resistencia a la Compresión del Hormigón

Los conectores requeridos en cada lado del punto de máximo momento en la zona de momento positivo podrán ser distribuidos uniformemente entre ese punto y los puntos adyacentes de momento cero, excepto que N_2 , el número de conectores requerido entre cualquier carga concentrada y el punto de momento nulo, no deberá ser menor al determinado por la Formula 1.11.7.

$$N_2 = N_1 (M \beta / M_{m\acute{a}x.} - 1) / (\beta - 1) \quad (1.11-7)$$

Donde:

M = Momento (menor al momento máximo) en el punto de carga concentrada

N_1 = Número de conectores requeridos entre el punto de momento máximo y momento nulo, determinado por la relación V_n/q ó V'_n/q según el caso.

Siendo $\beta = S_{tr}/S_s$ ó S_{eff}/S_s según el caso.

Para vigas continuas, los conectores requeridos en la zona de momento negativos podrán ser distribuidos uniformemente entre el punto de máximo momento y cada punto de momento nulo.

Los conectores de corte deberán tener por lo menos 1" de hormigón lateral, excepto por los conectores instalados en los nervios del steel deck. Salvo que se localicen sobre el alma, el diámetro de los pernos no deberá superar 2,5 veces el espesor de las alas en las cuales son soldados. La distancia mínima entre los pernos deberá ser de 6 diámetros en la dirección de la viga portante y de 4

diámetros en el sentido transversal a la viga. La máxima separación admisible entre conectores no deberá exceder 8 veces el espesor total de la losa.

1.11.5. Vigas Compuesta con steel deck

Las consideraciones para el cálculo de la estructura compuesta deberán guiarse por las secciones 1.11.1 a 1.11.4 con las siguientes modificaciones.

1.11.5.1 Generalidades

1. La Secc. 1.11.5 es aplicable a steel decks con altura de nervio no superiores a 3".
2. El ancho promedio del nervio de concreto, w_r , no deberá ser menor de 2", pero en los cálculos no se debe tomar un ancho mayor que el ancho mínimo libre cerca de la parte superior del tablero de acero. Ver Secc. 1.11.5.3 subpárrafos 2 y 3.
3. La losa de hormigón estará conectada a la viga de acero con conectores de corte de diámetro $\frac{3}{4}$ " ó menor. Los conectores podrán ser soldados directamente a la viga de acero o a través del steel deck.
4. Los conectores de corte deberán superar por lo menos en 1 $\frac{1}{2}$ " el borde superior del steel deck.
5. El espesor de la losa total incluyendo los nervios será utilizado para determinar el ancho efectivo del perfil compuesto.
6. El espesor de la losa por sobre el borde superior del nervio no deberá ser menor a 2".

1.11.5.2 Orientación De Los Nervios Del Steel Deck Perpendicular A La Viga Portante.

1. Para determinar las propiedades de la sección compuesta y para el cálculo de A_c de la Fórmula (1.11-3) no se considerará el hormigón por debajo de la parte superior del steel deck.
2. La separación de los conectores de corte no deberá ser superior a 32".
3. El esfuerzo de corte máximo admisible por conector, q , deberá surgir de lo estipulado en las secciones 1.1.4 (Tablas 1.11.4 y 1.1.4 A) multiplicadas por el siguiente factor de reducción:

$$0.85 (N_r)^{-\frac{1}{2}} (w_r/h_r) (H_s/h_r - 1) \leq 1 \quad (1.11-8)$$

donde:

h_r = altura nominal del nervio(pulg.)

H_s = longitud del conector de corte una vez soldado (en pulgadas) no deberá exceder el valor de ($h_r + 3$ ").

N_r = número de conectores de corte sobre la viga en un nervio, no deberá exceder la cantidad de 3, si bien es posible colocar más de tres.

w_r = ancho promedio del nervio. Ver Secc. 1.11.5.1 subpárrafo 2.

4. Para soportar los esfuerzos de levantamiento, el steel deck deberá ser anclado a lo largo de la viga portante con un espaciamiento no mayor de 16". Dichos anclajes podrán ser conectores de corte o combinaciones de conectores y soldaduras.

1.11.5.3 Orientación De Los Nervios Del Steel Deck Paralelos A La Viga Portante

1. La capa de hormigón por debajo del borde superior del steel deck podrá ser incluida para determinar las propiedades de la sección compuesta y entonces deberá ser incluida en el cálculo de A_c para la fórmula (1.11-3).
2. Los nervios del steel deck por sobre la viga portante podrán dividirse y separarse formando un cordón de hormigón.
3. Cuando la altura nominal del steel deck es mayor ó igual a $1\frac{1}{2}$ ", el ancho promedio w_r , no será menor de 2" para el primer conector de corte de la fila transversal más 4 diámetros por cada conector adicional.
4. El esfuerzo de corte admisible por conector, q , surgirá de la Secc. 1.11.4(Tablas, 1.11.4 y 1.11.4 A) excepto cuando la relación w_r/h_r sea menor a 1,5, en cuyo caso la carga admisible deberá ser multiplicada por el siguiente factor de reducción

$$0,6 (w_r/h_r) (H_s/h_r - 1) \leq 1 \quad (1.11-9)$$

donde H_s y h_r están definidos en la Secc. 1.11.5.2 y w_r es el ancho promedio del nervio (ver Secc. 1.11.5.1, subpárrafo 2, y secciones 1.11.5.3, subpárrafo 3).

1.11.6. Casos Especiales

Cuando la construcción compuesta no se conforma según los requerimientos de la Secc. 1.11.1 al 1.11.5 la capacidad de los conectores de corte deberá ser evaluada puntualmente.

Comentarios Adicionales

Sección 1.11 Construcción Compuesta

1.11.1 Definición

Cuando las dimensiones de la losa de hormigón soportada por las vigas de acero son tales que las mismas pueden efectivamente servir como el ala de una sección T-compuesta y el hormigón y el acero están ligados de tal manera que actúan como una unidad, la viga podrá ser dimensionada bajo los supuestos de una acción compuesta.

Se reconocen dos casos posibles : vigas de acero completamente inmersas en hormigón, en cuyo caso dependerá de la unión natural que se produce entre ambos materiales , y el caso de anclajes mecánicos en la viga(conectores de corte) .

Para vigas compuestas con steel deck, estudios han demostrado que el espesor total de la losa, incluyendo el nervio, podrá ser utilizado para determinar el ancho efectivo de la misma.

1.11.2 Supuestos de Diseño

Salvo que se utilicen apuntalamientos temporales, las vigas inmersas en hormigón e interconectadas solamente por una unión natural , deberán ser dimensionadas para soportar todas las cargas muertas que actúan en la sección simple más la superposición con

las cargas vivas en la sección compuesta sin exceder el esfuerzo de flexión admisible del acero provisto en Secc.1.5.1.

Debido a que el perfil de acero está restringido de pandeos localizados y laterales es posible considerar una tensión admisible de 0,66 F_y en lugar de 0,60 F_y cuando el análisis se basa en las propiedades de la sección transformada. La provisión alternativa de considerar en el diseño que la viga de acero por si sola resiste todas las cargas a un esfuerzo no mayor de 0,76 F_y es práctica común cuando se desea evitar el cálculo de las propiedades de la sección transformada.

Es práctica aceptable que cuando se utilicen conectores de corte para obtener acción compuesta, la misma puede ser asumida dentro de ciertos límites, en el dimensionamiento de la viga por los momentos creados por la suma de las cargas muertas y vivas, inclusive para construcciones sin apuntalamiento. Esta libertad se basa en el concepto de último esfuerzo , si bien las previsiones para el dimensionamiento están basadas en el módulo elástico de la sección transformada.

La capacidad de flexión de la viga compuesta diseñada para una acción compuesta total es igual para un hormigón ligero como normal, dada la misma área de la losa y resistencia de hormigón, pero con el número de conectores de corte que correspondan según el tipo de hormigón. Es posible utilizar el mismo nivel de tensiones de diseño para ambos tipos de hormigones.

Para que el máximo momento de flexión en la viga bajo carga de servicio se encuentre por debajo del valor de fluencia inicial, independientemente de la relación entre las cargas vivas y muertas, el módulo resistente de la sección compuesta, referido al borde inferior de la viga para construcciones sin apuntalamiento, se limita en el cálculo a $(1,35+0,3 M_L/M_D)$ veces el módulo resistente de la viga de acero.

Por otro lado , los requerimientos de que los esfuerzos de flexión de la losa, debido a la acción compuesta, sean computados sobre la base del módulo resistente transformado, referido a la parte superior del hormigón, y limitado a la tensión límite aceptable de trabajo, se hace necesario para evitar sobredimensionamientos en la relación losa-viga.

Investigaciones en la Universidad de Lehigh han demostrado que, dado un conjunto losa-viga, el incremento del esfuerzo de flexión entre una acción compuesta nula y plena depende del desarrollo de la resistencia de corte entre el acero y el hormigón, (ej.: dada la cantidad de conectores de corte provisto entre este límite). Usualmente no es necesario y ocasionalmente no es factible poder proveer acción compuesta total. Es por ello que la especificación reconoce dos condiciones posibles: acción compuesta total y parcial.

Para el caso en que el esfuerzo total de corte, V_h , desarrollado entre el acero y el hormigón entre la zona de momento máximo y nulo sea menor que V_h , podrá utilizarse la Fórmula (1.11-1) para obtener el módulo efectivo de la sección S_{eff} , teniendo un valor menor que para una acción compuesta total S_{tr} , pero mayor que la viga de acero por si sola. En las especificaciones de 1969 adoptaron el uso más conservador de la Fórmula 1.11.1, a la espera de los resultados del estudio. El estudio concluyó posteriormente que la función parabólica utilizando $(V_h/V_h)^{1/2}$ se ajustaba muy bien a los resultados.

1.11.3 Conectores de Corte

En vigas compuestas en las cuales los conectores de corte se distribuyeron conforme al esfuerzo de corte, e idéntica construcción en la cual se distribuyeron uniformemente, han mostrado poseer igual resistencia última y deflexión bajo cargas de trabajo normal. Solamente es necesaria una ligera deformación en el hormigón y una mayor sollicitación en algunos conectores para redistribuir el corte horizontal a otros conectores menos sollicitados. La consideración clave es que el número total de conectores de corte sea suficiente para desarrollar V_h , a cada lado del máximo momento. Lo expuesto en la especificación se basa en este concepto de acción compuesta.

Para el cálculo del momento de inercia en los puntos de máximo momento negativo, podrán ser considerados los refuerzos paralelos a la viga bajo la zona de ancho efectivo, siempre y cuando dichos refuerzos sean apropiadamente anclados mas allá de la zona de momento negativo. Para este caso es necesario colocar conectores de corte suficientes para la transferencia de esfuerzos de la losa a la viga de acero, $\frac{1}{2}$ de la resistencia última a tracción del refuerzo.

Estudios han definido que los esfuerzos de corte de los conectores, Q_u , en términos de hormigón normal y liviano, como una función del módulo de elasticidad y resistencia del hormigón:

$$Q_u = 0,5 A_s (f'_c E_c)^{\frac{1}{2}}$$

Donde

A_s = sección transversal del conector

f'_c = resistencia a compresión del hormigón

E_c = módulo de elasticidad del hormigón

Ensayos han demostrado que vigas compuestas diseñadas usando las tablas 1.11.4 y/o 1.11.4 A, como apropiadas, y el hormigón que cumpla los requerimientos de la Parte 3, capítulo 4, "Calidad del Hormigón", del ACI Standard 318-71, realizados con agregados ASTM C33 ó C330, desarrollaron su máxima capacidad de flexión. Para hormigón de peso normal y resistencias a compresión mayores a 4 Kips/pulg², no aumenta la capacidad de los conectores de corte como se observa en tabla 1.11.4. En caso de hormigón liviano y resistencias a la compresión mayores a 5 Kips/pulg² no aumenta la capacidad de corte de los conectores

Cuando se provee acción compuesta parcial para otorgar capacidad de flexión, la restricción en el valor mínimo de V_h se hace para prevenir exceso de resbalamiento, como así también una pérdida sustancial en la rigidez de la viga. Estudios demuestran que la fórmulas 1.11-1 y 1.11-6 reflejan apropiadamente la reducción de capacidad de flexión y rigidez, cuando se decide montar menor cantidad de conectores de corte que los requeridos para una acción compuesta completa.

Cuando la adecuada capacidad de carga a flexión es provista por la viga actuando por si sola, es decir, no se requiere de la acción compuesta para absorber los esfuerzos de flexión, pero se desea incorporar conectores de corte por razones de rigidez, no se deberá considerar el requerimiento de que V_h no deba ser menor que $V_h/4$.

Los conectores de corte necesarios pueden colocarse de manera uniforme entre los puntos de momento máximo y nulo. Sin embargo, determinadas condiciones de carga pueden producir una condición donde espaciamentos menores de conectores en una porción de esta distancia sean requeridos.

Por ejemplo, considere el caso de una viga simple cargada uniformemente que a su vez requiera soportar 2 cargas concentradas simétricamente dispuestas cerca del centro, tal que el momento en la carga concentrada es levemente inferior que el momento máximo central.

El número de conectores de corte, N_2 , requeridos entre los apoyos y la carga será levemente inferior a los requeridos entre los apoyos y el centro (N_1).

La Fórmula 1.11-7 se provee para determinar el número de conectores N_2 , requerida entre la carga concentrada y el punto próximo de momento cero.

Se basa en los siguientes requerimientos

$$N_2/N_1 = (S - S_s) / (S_{eff} - S_s) = ((S/S_{eff} \times S_{eff}/S_s) - 1) / (S_{eff}/S_s - 1)$$

Donde

S = módulo resistente requerido en la carga concentrada en la cual el momento es M .

S_{eff} = módulo resistente requerido para $M_{máx}$ (equivalente a S_{tr} para acción compuesta total)

S_s = módulo resistente de la viga de acero

N_1 = número de conectores de corte desde $M_{máx}$ a momento nulo.

N_2 = número de conectores de corte desde M a momento nulo.

M = momento en la carga concentrada

$M_{máx}$ = momento máximo de la viga.

Observar que $S/S_{eff} = M/M_{máx}$, y definiendo $\beta = S/S_{eff}$, la ecuación arriba expuesta equivale a la fórmula (1.11-7).

Con la promulgación del Suplemento Nro. 3 de las Especificaciones de AISC de 1969, el requerimiento de 1" de recubrimiento por sobre la parte superior del conector fue eliminado. Solamente el hormigón ubicado por debajo de la cabeza contribuye a la capacidad del conector para resistir corte. Cuando los conectores de corte se colocan en conjunto con el steel deck, los recubrimientos de hormigón laterales adyacentes a los bordes del nervio no son críticos. Pruebas han concluido que si los pernos son colocados tan cerca como lo permita el soldado, no se reduce la capacidad de acción compuesta.

Los conectores que no están localizados sobre el alma de la viga tienden a arrancar una delgada porción del ala antes de lograr su máxima capacidad de corte. Para prevenir esta contingencia, la medida del perno que no este localizado sobre el alma debe ser limitado a $2 \frac{1}{2}$ veces el espesor del ala.

1.11.5 Vigas compuestas formadas con steel deck

El requerimiento de espaciado mínimo de los conectores de corte en el sentido longitudinal de 6 diámetros esta basado en ensayos de sollicitación hasta la rotura. La reducción de la capacidad de conexión para una distancia menor está dada por el parámetro $0,85/(N_r)^{1/2}$ en la Fórmula (1.11-8).

Cuando se utilizan conectores de corte con steel deck, se podrán soldar directamente a través del mismo o a través de agujeros ó cortes previamente realizados. El procedimiento habitual consiste en soldar directamente a través del deck, sin embargo cuando el calibre del deck supera 16, ó se utilizan dos láminas de calibre 18, ó el espesor total de la capa galvanizada sea mayor de 1.25 onzas/pie² se deberán tomar ciertas precauciones recomendadas por el fabricante.

La Figura C1.11.5 grafica la terminología utilizada en la Secc.1.11.5.

Las reglas de dimensionamiento que se agregan para construcciones compuestas con steel deck se basan en los resultados de un estudio de la Universidad de Lehigh. Los parámetros limitantes listados en la Secc. 1.11.5.1 fueron establecidos para mantener la construcción compuesta con steel deck dentro de parámetros experimentados.

Fueron probadas diecisiete vigas compuestas con steel deck y los resultados fueron complementados por 58 pruebas realizadas externamente. Los rangos del steel deck y los conectores de corte de las 75 pruebas fueron limitados a:

- 1 Dimensiones del conector 3/4" diam. x 3" a 7"
- 2 Ancho del nervio (w_r) 1,94" a 7,25"
- 3 Altura del deck (h_r) 0,88" a 3"
- 4 Relación w_r/h_r 1,30 a 3,33
- 5 Relación H_s/h_r 1,50 a 3,41
- 6 Nro. De pernos/nervio 1,2 ó 3

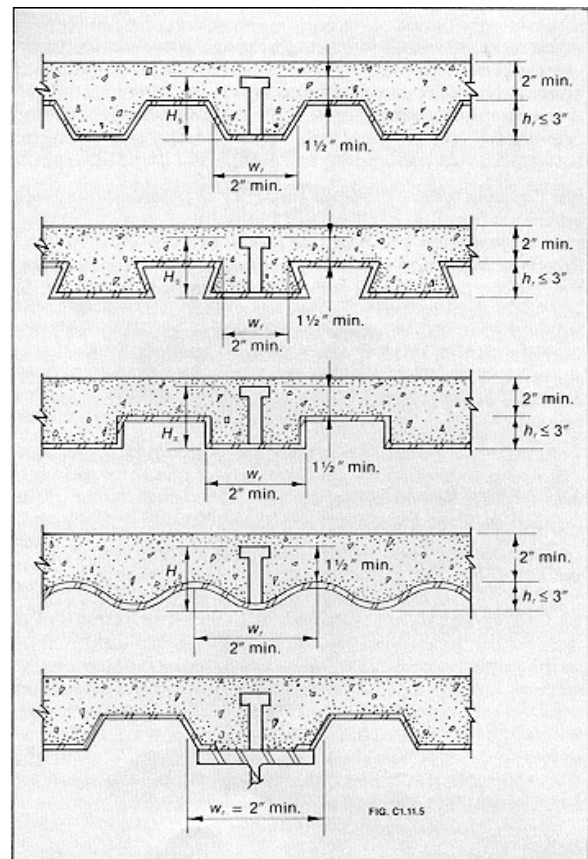
Basado en ensayos, la resistencia de los conectores de corte en losas planas de hormigón, determinados en pruebas previas, cuando se multiplica por los valores dados por la fórmula (1.11-8), aproxima razonablemente la resistencia de los conectores de corte instalados en los nervios del steel deck orientados perpendicular a la viga resistente. Por tanto dicha Fórmula provee factores de reducción razonables para aplicar en el diseño en las Tablas 1.11.4 y 1.114 A.

Para aquellos casos en que la orientación de los nervios del steel deck sean paralelas a la viga portante, algunas pruebas han demostrado que no se ve afectado significativamente la capacidad de corte por la presencia de los nervios. Sin embargo, para nervios muy angostos donde la Relación w_r/h es menor de 1,5, se recomienda la utilización de un factor de reducción, Fórmula (1.11-9) en vista de la falta de datos de ensayo.

El estudio Lehigh indica que la Fórmula (1.11-1) y (1.11-6) para el módulo resistente y momento de inercia efectivos respectivamente son válidos para la construcción compuesta con steel deck.

Cuando el steel deck incluye unidades para los tendidos eléctricos, es frecuente que los canales transversales se coloquen sobre el deck, perpendicular al nervio, creando canales que reemplazan parcial o totalmente secciones de la losa por sobre el deck. Estos canales que cruzan paralelos o perpendiculares a la viga, reducen el ala efectiva de la estructura compuesta. Si no se toman precau-

dos especiales para reemplazar los sectores de hormigón desplazado por el canal, se deberá considerar que existe una disconti-



nidad en la sección compuesta.

Cuando los canales son paralelos a la sección compuesta, la sección efectiva se determinará considerando su existencia.

Los canales que atraviesan la viga deberán ser localizados en lo posible en las zonas de baja sollicitación a la flexión, y disponer la cantidad de conectores totales entre las zonas de los canales y el punto de momento máximo positivo. En caso de que los canales no puedan ubicarse en la zona de bajo momento, la viga deberá tratarse como no-compuesta.

Tablas de factor de Reducción R

Deck Perpendicular a la Viga Portante

□

Para altura de Deck de 3"					
w/h	Ls	Hs	Cantidad de pernos/nervio		
			1	2	3
0,7	(pulg.)	(pulg.)			
	4 7/8	4,50	0,298	0,210	0,172
	5 3/16	4,80	0,357	0,252	0,206
	5 3/8	5,00	0,397	0,280	0,229
	5 7/8	5,50	0,496	0,351	0,286
	6 3/16	5,80	0,555	0,393	0,321
0,8	4 7/8	4,50	0,340	0,240	0,196
	5 3/16	4,80	0,408	0,288	0,236
	5 3/8	5,00	0,453	0,321	0,262
	5 7/8	5,50	0,567	0,401	0,327
	6 3/16	5,80	0,635	0,449	0,366
	4 7/8	4,50	0,383	0,270	0,221
0,9	5 3/16	4,80	0,459	0,325	0,265
	5 3/8	5,00	0,510	0,361	0,294
	5 7/8	5,50	0,638	0,451	0,368
	6 3/16	5,80	0,714	0,505	0,412
	4 7/8	4,50	0,383	0,270	0,221
	5 3/16	4,80	0,459	0,325	0,265
1,0	5 3/8	5,00	0,510	0,361	0,294
	5 7/8	5,50	0,638	0,451	0,368
	6 3/16	5,80	0,714	0,505	0,412
	4 7/8	4,50	0,383	0,270	0,221
	5 3/16	4,80	0,459	0,325	0,265
	5 3/8	5,00	0,510	0,361	0,294
1,1	5 7/8	5,50	0,638	0,451	0,368
	6 3/16	5,80	0,714	0,505	0,412
	4 7/8	4,50	0,468	0,331	0,270
	5 3/16	4,80	0,561	0,397	0,324
	5 3/8	5,00	0,623	0,441	0,360
	5 7/8	5,50	0,779	0,551	0,450
1,2	6 3/16	5,80	0,873	0,617	0,504
	4 7/8	4,50	0,510	0,361	0,294
	5 3/16	4,80	0,612	0,433	0,353
	5 3/8	5,00	0,680	0,481	0,393
	5 7/8	5,50	0,850	0,601	0,491
	6 3/16	5,80	0,952	0,673	0,550
1,3	4 7/8	4,50	0,553	0,391	0,319

1,4	5 3/16	4,80	0,663	0,469	0,383
	5 3/8	5,00	0,737	0,521	0,425
	5 7/8	5,50	0,921	0,651	0,532
	6 3/16	5,80	1,000	0,729	0,595
	4 7/8	4,50	0,595	0,421	0,344
	5 3/16	4,80	0,714	0,505	0,412
1,5	5 3/8	5,00	0,793	0,561	0,458
	5 7/8	5,50	0,992	0,701	0,573
	6 3/16	5,80	1,000	0,785	0,641
	4 7/8	4,50	0,638	0,451	0,368
	5 3/16	4,80	0,765	0,541	0,442
	5 3/8	5,00	0,850	0,601	0,491
1,6	5 7/8	5,50	1,000	0,751	0,613
	6 3/16	5,80	1,000	0,841	0,687
	4 7/8	4,50	0,680	0,481	0,393
	5 3/16	4,80	0,816	0,577	0,471
	5 3/8	5,00	0,907	0,641	0,523
	5 7/8	5,50	1,000	0,801	0,654
1,7	6 3/16	5,80	1,000	0,898	0,733
	4 7/8	4,50	0,680	0,481	0,393
	5 3/16	4,80	0,816	0,577	0,471
	5 3/8	5,00	0,907	0,641	0,523
	5 7/8	5,50	1,000	0,801	0,654
	6 3/16	5,80	1,000	0,898	0,733
1,8	4 7/8	4,50	0,765	0,541	0,442
	5 3/16	4,80	0,918	0,649	0,530
	5 3/8	5,00	1,000	0,721	0,589
	5 7/8	5,50	1,000	0,902	0,736
	6 3/16	5,80	1,000	1,000	0,824
	4 7/8	4,50	0,808	0,571	0,466
1,9	5 3/16	4,80	0,969	0,685	0,559
	5 3/8	5,00	1,000	0,761	0,622
	5 7/8	5,50	1,000	0,952	0,777
	6 3/16	5,80	1,000	1,000	0,870
	4 7/8	4,50	0,850	0,601	0,491
	2,0	4 7/8	4,50	0,850	0,601

2,1	5 3/16	4,80	1,000	0,721	0,589
	5 3/8	5,00	1,000	0,801	0,654
	5 7/8	5,50	1,000	1,000	0,818
	6 3/16	5,80	1,000	1,000	0,916
	4 7/8	4,50	0,893	0,631	0,515
	5 3/16	4,80	1,000	0,757	0,618
2,2	5 3/8	5,00	1,000	0,841	0,687
	5 7/8	5,50	1,000	1,000	0,859
	6 3/16	5,80	1,000	1,000	0,962
	4 7/8	4,50	0,935	0,661	0,540
	5 3/16	4,80	1,000	0,793	0,648
	5 3/8	5,00	1,000	0,882	0,720
2,3	5 7/8	5,50	1,000	1,000	0,900
	6 3/16	5,80	1,000	1,000	1,000
	4 7/8	4,50	0,978	0,691	0,564
	5 3/16	4,80	1,000	0,829	0,677
	5 3/8	5,00	1,000	0,922	0,752
	5 7/8	5,50	1,000	1,000	0,941
2,4	6 3/16	5,80	1,000	1,000	1,000
	4 7/8	4,50	1,000	0,721	0,589
	5 3/16	4,80	1,000	0,865	0,707
	5 3/8	5,00	1,000	0,962	0,785
	5 7/8	5,50	1,000	1,000	0,981
	6 3/16	5,80	1,000	1,000	1,000
2,5	4 7/8	4,50	1,000	0,751	0,613
	5 3/16	4,80	1,000	0,902	0,736
	5 3/8	5,00	1,000	1,000	0,818
	5 7/8	5,50	1,000	1,000	1,000
	6 3/16	5,80	1,000	1,000	1,000
	4 7/8	4,50	1,000	0,751	0,613

Esfuerzo De Corte Admisible Por Conector (Q_s) en KIPS

Tipo	Características Del Hormigón					
	Peso		Resistencia a la compresión			
	lib./pie ³	kgr/m ³	3 KSI	3,5 KSI	4 KSI	5 KSI
Regular C33	145	2328	11,50	12,50	13,30	13,30
Liviano C330	120	1926	10,12	11,00	11,70	13,17
	115	1846	9,89	10,75	11,44	12,77
	110	1766	9,54	10,37	11,04	12,37
	105	1685	9,31	10,12	10,77	12,10
	100	1605	8,97	9,75	10,37	11,57
	95	1525	8,74	9,50	10,11	11,30
	90	1445	8,39	9,12	9,71	10,91

Notas :

- No se debe interpolar entre dos relaciones w/h tabuladas. Si se requiriera mayor precisión utilizar la fórmula para R con el valor exacto de w/h.
- La Tabla se basa en la combinación de las tablas 1.11.4 y 1.1.4A especificadas por AISC y se lee directamente en KIPS por cada conector de 3/4". (1KIP = 1000 libras = 454 Kgr.)
- KSI = 1000 libras/pulg.²; 3KSI=211 Kgr/cm²
- Cuando se requiera utilizar otros valores de resistencia a la compresión del hormigón, los valores Q_s variarán proporcionalmente a la raíz del cociente de ambas resistencias.(Ver Comentarios AISC 1.11.4 Conectores de Corte).

OTROS PRODUCTOS DE ALCOR EN ARGENTINA



STEEL DECK - ALCOR

Sistemas de placas colaborantes. En etapa constructiva es encofrado perdido y plataforma de trabajo, sin requerir, s/ valores tabulados, apuntalamiento temporal, permitiendo trabajar en niveles simultáneos. Provee refuerzo positivo por flexión a la losa en etapa estructural, sin necesitar armadura de tracción. Funciona como diafragma para cargas horizontales. S/espesor de chapa (cal 24 a 18) y luces de apoyo, admite sobrecargas admisibles $h/2000$ kg/m².

Usina Dock Sud



PERNOS AUTOSOLDABLES - NELSON

En estructuras acero-hormigón, estos pernos de corte transmiten el corte horizontal a la losa de hormigón, permitiendo que trabajen como una sola unidad. La alta resistencia del perno incrementa la capacidad de carga admisible y reduce hasta un 20% la sección de acero necesaria por la colaboración del hormigón como ala comprimida. En caso de usarse steel deck, el soldado de estos pernos puede realizarse a través de la chapa.

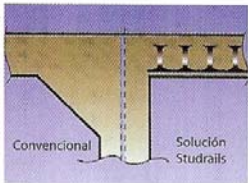
Puente Rosario Victoria



PASADORES PARA JUNTAS DE DILATACIÓN - ANCON

Evitan duplicación de estructuras en juntas de dilatación y ejecución de ménsulas o machimbres e/losas. Transfieren corte efectivamente y permiten movimientos entre losas. Existen modelos p/movimientos bidireccionales, perpendiculares y paralelos a la junta. Se colocan fácilmente simplificando el procedimiento constructivo

Estacionamiento Estadio C.A River Plate



PERNOS PARA PUNZONADO - HALFEN

Armadura de cortante y punzonamiento. En losas planas reemplazan al capitel en columnas y al armado de estribos. Garantiza una adecuada transferencia de los esfuerzos de punzonado, evitando la habitual "contaminación" de acero de estribos, con el consiguiente riesgo de nidos o huecos en la masa de hormigón.



ALCOR S.A.

Sánchez de Bustamante 1818 9° D (1425) Buenos Aires - Tel. / Fax: 4821 0500
web: www.alcor.com.ar - e-mail: info@alcor.com.ar