HOKYO

HACIA LA RESILIENCIA URBANA EN EL AMSS

GUÍA

PARA LA INSPECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN **DE OBRAS DE REFORZAMIENTO SÍSMICO EN EDIFICIOS EXISTENTES DE** CONCRETO REFORZADO

JICA

COAMSS OPAMSS

Créditos

"Fortalecimiento de Capacidades para la Evaluación y Reforzamiento Sísmico de Edificaciones en el Área Metropolitana de San Salvador", conocido como Proyecto HOKYO.

Con la cooperación técnica y financiera de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), a través del Proyecto HOKYO, se ejecutó el presente documento, en acompañamiento de OPAMSS.

Dirección Ejecutiva OPAMSS
Msc. Luis Rodríguez
Director Ejecutivo de OPAMSS

Miembros de los Grupos de Trabajo
Dr. Alex Chávez
Gerente del Proyecto

Grupo de Trabajo 1
Susan Durán
Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano
Eduardo García
Coordinador, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano
Claudia López
Supervisora, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano
Douglas Palacios
Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano
Omar Anthony Madrid
Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano

Grupo de Trabajo 2
Ricardo Ulloa
Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano
Edward Quintanilla
Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano
Karla López
Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano
Yanira Muñoz
Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano

Grupo de Trabajo 3
Juan Carlos Henríquez
Supervisor, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano
Daniel Rosales
Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano
Claudia Fuentes
Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano

Grupo de Trabajo 4
Claudia Avelar
Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano
Laura Quintanilla
Supervisora, Unidad de Simplificación de Procedimientos, Acreditaciones y Mejora de la Reglamenación
Kathya Cruz
Subdirectora de Control y Desarrollo Urbano
Karla Solano
Técnico, Subdirección de Control y Desarrollo Urbano
Armando Barrios
Técnico, Unidad de Comunicaciones y Relaciones Públicas

Coordinación por parte de JICA
Hiromi Nai
Jefa Representante
Ken UCHIMOTO
Asesor de Formulación de Proyectos
Ernesto CRUZ
Oficial de Programa

Equipo de Expertos del Proyecto
Jun MATSUO
Líder del Equipo de Expertos
Koichi SHIWAKU
Sublíder del Equipo de Expertos
Akira INOUE
Experto en evaluación sísmica y diseño del reforzamiento sísmico
Matsutaro SEKI
Experto en evaluación sísmica
Noboru NARA
Experto en diseño del reforzamiento sísmico
Seiichi HORIKOSHI
Experto en supervisión de la calidad de la construcción
Yoko SHIRAISHI
Experta para la revisión e inspección de edificios
Masanori KOBAYASHI
Experto para el desarrollo del plan de promoción del reforzamiento sísmico

OPAMSS
Torre Quattro- Nivel 11, World Trade Center
87 ave norte, Col Escalón, San Salvador Centro, El Salvador, América Central
Tel: (503) 2234-0600
https://opamss.org.sv

JICA El Salvador
87 Avenida Norte y Calle El Mirador
Edificio Torre Futura, Nivel 8, Colonia Escalón, San Salvador El Salvador, América Central
Tel: (503) 2565-8700
https://www.jica.go.jp/overseas/elsalvador/office/index.html
"Guiar al mundo con lazos de confianza"

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1	**Funcionamiento de la guía de inspección para la construcción de obras de reforzamiento sísmico**	.....	**1**
1.1	Alcance de la guía	.....	1
1.2	Cargo y finalidad del guía en las obras de construcción gestionadas por la OPAMSS	.....	1
1.3	Problemas con el funcionamiento de la Guía para la inspección para la construcción de obras de reforzamiento sísmico	.....	1
1.4	Utilización de la Guía para la inspección para la construcción de obras de reforzamiento sísmico	.....	2
1.5	Abreviaciones	.....	2
Capítulo 2	**Institución inspectora**	.....	**3**
2.1	Inspección intermedia e inspección final según LDOTAMSS (Decreto No. 732) y RLDOTAMSS	.....	3
2.1.1	Provisión de inspecciones	.....	3
2.1.2	Modificaciones durante la construcción	.....	5
2.1.3	Reglamento interno de proyectos que son objetivo a inspección	.....	7
2.1.4	Registro de la construcción (Bitácora de campo)	.....	8
2.1.5	Registro y archivo de inspecciones	.....	10
2.2	Actividades a verificar en la inspección intermedia y programación de la inspección	.....	12
2.3	Personal que debe de estar presente al momento de la inspección	.....	14
2.4	Documentos requeridos para una inspección intermedia	.....	16
Capítulo 3	**Flujo del proceso para la inspección de obras de reforzamiento**	.....	**17**
3.1	Flujo del proceso / revisión durante la construcción de las obras	.....	17
3.2	Gestión de inspecciones	.....	20
3.3	Inspección de la calidad de las obras en ejecución	.....	20
3.3.1	Proceso de inspección	.....	20
3.3.2	Método de inspección	.....	21

3.4	Inspección de la calidad de las obras de construcción al momento de la recepción final de las obras y permiso de habitar	.....	21
3.4.1	Solicitud de recepción de las obras	.....	21
3.4.2	Solicitud de recepción parcial de las obras	.....	25
3.4.3	Formulario de solicitud, documentos adjuntos y proceso de inspección	.....	26
3.5	Seguridad industrial	.....	31
3.6	Sanciones en caso de transgresiones a los procedimientos	.....	34
3.7	Apelaciones	.....	44
Capítulo 4	**Inspección de la calidad de la construcción**	.....	**47**
4.1	Método de inspección de calidad de la construcción durante la inspección intermedia	.....	47
4.1.1	General	.....	47
4.1.2	Obras de reforzamiento	.....	50
4.1.3	Especificaciones para los materiales	.....	59
4.2	Inspección de la calidad de las obras por medio de hojas de inspección	.....	160
4.2.1	Propósito de las hojas de inspección	.....	160
4.2.2	Flujo de trabajo de la inspección intermedia	.....	160

APÉNDICE..... i

Capitulo 1. Funcionamiento de la guía de inspección para la construcción de obras de reforzamiento sísmico,

1.1. Alcance de la guía.

Las regulaciones y especificaciones técnicas de OPAMSS son elementos cruciales para garantizar la seguridad de una edificación. Sin embargo, en caso de que las obras de construcción sean realizadas por constructores que no tengan pleno conocimiento del propósito fundamental de los reglamentos y las especificaciones, el cumplimiento de las mismas podrá no hacerse cumplir cabalmente, lo que podría obstaculizar el desarrollo de la industria de la construcción y la adecuada ejecución de las obras, por lo tanto, es esencial que todos los organismos involucrados en la construcción de edificios hagan cumplir estrictamente el cumplimiento de los Reglamentos y las Especificaciones.

La inspección intermedia por parte de OPAMSS sería un método disuasivo para todas las personas involucradas como constructores, directores, supervisores y propietarios de edificios, que podrían cometer violaciones de las regulaciones y especificaciones aplicables a las construcciones, ya que la OPAMSS verifica si las obras de construcción cumplen o no con los planos aprobados, los Reglamentos y las Especificaciones en la obra.

Esta guía que describe claramente el Reglamento y las Especificaciones relativas a las obras de reforzamiento sísmico, ha sido organizada para que sea apoyo a la OPAMSS en la implementación de inspecciones en las obras de construcción en el AMSS mediante la cooperación técnica de JICA. Se espera que estas directrices promuevan la implementación de inspecciones apropiadas para las obras de reforzamiento sísmico como elemento disuasivo de transgresiones y el “Manual para la construcción y supervisión de reforzamientos en edificaciones de concreto reforzado” también se utilizará para promover la optimización general en las obras.

1.2. Cargo y finalidad del guía en las obras de construcción gestionadas por la OPAMSS.

El contenido de la Guía se divide en dos partes principales: Reglamento y Especificaciones Técnicas. Se divide así ya que no sólo las Especificaciones sino también el Reglamento son cruciales para garantizar el desempeño de la resistencia a terremotos de las edificaciones, el Reglamento de debe ejecutarse sobre la base del “DECRETO”.

En particular, el Control del desarrollo urbano y las construcciones en el AMSS se encuentran regulados en los artículos 6, 55 y 56 de la LDOTAMSS (Decreto No.732). Los artículos declaran la autoridad y responsabilidad de la OPAMSS. En el Capítulo 2 y el Capítulo 3 se presentan varios artículos y detalles de la gestión de parte OPAMSS durante la construcción.

1.3. Problemas con el funcionamiento de la Guía para la inspección para la construcción de obras de reforzamiento sísmico.

Las diferencias en la capacidad técnica tienden a aparecer dependiendo de la experiencia de los inspectores. Por lo tanto, OPAMSS puede hacer que los constructores garanticen el control de calidad, ya que esta guía pretende unificar procesos o criterios para una Inspección Intermedia utilizando la

Hoja de Inspección en las obras de reforzamiento sísmico. Este guía busca facilitar las inspecciones del personal designado para este tipo de obras y así equilibrar las capacidades técnicas del personal.

La parte técnica de las obras de reforzamiento sísmico representativas se presentan en el Capítulo 4: "4.1.2. Obras de reforzamiento" y las metodologías técnicas de inspecciones in situ se presentan en el Capítulo 4: "4.2. Inspección de la calidad de las obras por medio de hojas de inspección".

Además, si hay una desconexión entre los elementos a inspeccionar y la práctica, no tiene sentido utilizar la Hoja de Inspección. Por lo tanto, la Hoja de Inspección debe revisarse periódicamente y ajustarse a las condiciones que se presenten.

1.4. Utilización de la Guía para la inspección para la construcción de obras de reforzamiento sísmico.

Se puede presentar el caso en que no se puedan verificar algunos elementos estructurales importantes, por cuestiones de programación, y que los anclajes adhesivos post-instalados o el refuerzo estructural en algún sistema de reforzamiento quedarán ocultos por elementos de concreto o Grout. Por lo tanto, los elementos de interés a inspeccionar y la coordinación son puntos cruciales en la inspección intermedia.

Esta Guía presenta los elementos de inspección de interés y momentos apropiados para realizar la inspección intermedia con respecto a cada trabajo de modernización sísmica que se resumen en las tablas del Capítulo 2 "2.2. Actividades a verificar en la inspección intermedia y programación de la inspección.".

Los procedimientos y metodologías de Inspección Intermedia utilizando la Hoja de Inspección se presentan en el Capítulo 4.2 "4.2. Inspección de la calidad de las obras por medio de hojas de inspección" y el Apéndice.

1.5. Abreviaciones.

ACI	: American Concrete Institute
AISC	: American Institute of Steel Construction
ANSI	: American National Standards Institute
ASCE	: American Society of Civil Engineers
ASTM	: American Society for Testing and Materials
ASME	: American Society of Mechanical Engineers
JASS	: The Japanese Architectural Standard Specification
LDOTAMSS (Decreto No.732)	: Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y de los Municipios Aledaños y su Reglamento con anexos.
RLDOTAMSS	: Reglamento a la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y de los Municipios Aledaños y su Reglamento con anexos.

Capitulo 2. Institución inspectora

2.1. Inspección intermedia e inspección final según LDOTAMSS (Decreto No.732) y RLDOTAMSS

2.1.1. Provisión de inspecciones.

El propósito de una inspección de obras de reforzamiento a realizar por el inspector en el sitio de construcción es garantizar que las obras de reforzamiento estén de acuerdo con los planos y las especificaciones aprobadas.

La inspección por parte de OPAMSS tendrá la función de encontrar posibles fallas que generalmente son generadas por falta de conocimiento o de una mala implementación de los métodos constructivos, además verificara si se están ejecutando las obras de acuerdo a los planos aprobados. La inspección intermedia tiene como objetivo identificar problemas potenciales y/o anomalías en los procesos para que estos sean corregidos en la etapa inicial de la construcción, en particular, para evitar que se produzcan problemas graves. En consecuencia, una inspección intermedia debe implementarse en la etapa inicial del período de construcción. La realización de inspecciones por parte de OPAMSS son útiles para quienes trabajan en un sitio de construcción mantengan un estado mental de alerta.

Esta guía es aplicable para 14 distritos ubicados en los departamentos de San Salvador y La Libertad, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 2.1 Distritos bajo la jurisdicción de OPAMSS.

Departamento	Nombre del Distrito	Municipio
SAN SALVADOR	SAN SALVADOR	SAN SALVADOR CENTRO
	AYUTUXTEPEQUE	
	MEJICANOS	
	CIUDAD DELGADO	
	CUSCATANCINGO	
	SAN MARCOS	SAN SALVADOR SUR
	SOYAPANGO	SAN SALVADOR ESTE
	SAN MARTIN	
	ILOPANGO	
	TONACATEPEQUE	
	APOPA	SAN SALVADOR OESTE
	NEJAPA	
LA LIBERTAD	ANTIGUO CUSCATLAN	LA LIBERTAD ESTE
	SANTA TECLA	LA LIBERTAD SUR

La construcción, incluida la inspección, está regulada por los Art.6, Art55 y Art56 del LDOTAMSS; y los Art. VIII26 y 27 del RLDOTAMSS, presentados a continuación:

2.1.1.1. LDOTAMSS (Decreto No.732)

El control del desarrollo urbano y la construcción en el AMSS está regulada en LDOTAMSS. El siguiente artículo declara la autoridad y responsabilidad de la OPAMSS en este decreto.

LDOTAMSS (Decreto No.732)

TÍTULO I,

CAPÍTULO ÚNICO DEL OBJETO DE LA LEY, DEL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR Y DE LOS MUNICIPIOS ALEDAÑOS

Art. 6.-La presente ley comprenderá los aspectos siguientes:

a) El Marco institucional que define los organismos responsables de la planificación, coordinación y control del desarrollo territorial en el AMSS;

b) El Marco Técnico, que define el Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial del AMSS, con su Esquema Director y Planes Sectoriales, así como las normas técnicas para el manejo del medio ambiente en el mismo;

c) El Control del desarrollo urbano y de las construcciones, que define reglas para la obtención de permisos de parcelación y construcción, <u>inspección y recepción de obras</u>, así como el señalamiento de la competencia y responsabilidades en las actuaciones relacionadas con la ejecución de los planes y de los proyectos.

LDOTAMSS (Decreto No.732)

CAPÍTULO III

DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN Y SU CONSTRUCCIÓN

Art. 55.-Todo propietario que desea ejecutar una obra de urbanización o construcción en el AMSS deberá asegurarse de poner a cargo de la misma, las personas idóneas para dirigir, supervisar y controlar su ejecución, quienes deberán dar constancia del fiel cumplimiento a las disposiciones técnicas contenidas en los planos y memorias del proyecto, así como de la buena calidad de las obras y de los materiales empleados en ella.

Art. 56.-Todo fabricante de materiales de construcción o importador de los mismos, tendrá <u>la obligación de comprobar y certificar ante la OPAMSS,</u> que sus materiales cumplen con las especificaciones ofrecidas, por medio de ensayos de laboratorio realizados por una empresa dedicada a la geotécnica y a la ingeniería de materiales debidamente registrada. Cuando no exista un laboratorio especializado en el control de calidad de alguno de los materiales, el certificado correspondiente deberá ser extendido por el fabricante.

2.1.1.2. RLDOTAMSS

RLDOTAMSS está aprobado por COAMSS y agrega la autoridad de OPAMSS con detalles concretos no regulados en LDOTAMSS.

Art. VIII. 26. Inspección de las obras (1) (9) (16)

La OPAMSS con la colaboración de las Instituciones que considere convenientes y de las municipalidades del AMSS, podrá inspeccionar toda clase de obras de parcelación y/o construcción con personal idóneo debidamente autorizado para hacer cumplir este Reglamento.

Los constructores o propietarios de la obra no podrán impedir la labor de inspección, debiendo facilitar el acceso a la documentación señalada en este reglamento.

En proyectos que por su complejidad y envergadura requieren de inspecciones o de visitas técnicas para el seguimiento y control durante la ejecución de la obra, la OPAMSS requerirá las visitas de campo para aquellos procesos constructivos tales como: terracería, excavación, cimentación, colados, entre otros, conforme a lo que se establezca en el Permiso respectivo y el cronograma presentado al momento de la notificación del inicio de obra. Siendo dichas visitas requisito indispensable para solicitar la Recepción de Obra.

Art. VIII. 27 Atribuciones y responsabilidades de los inspectores (9)(16)

Los inspectores de la OPAMSS previa identificación, podrán entrar en terrenos o inmuebles en donde se estén ejecutando obras de parcelación y/o construcción, para comprobar si se ajustan a las disposiciones legales correspondientes.

Cuando se trate de seguimiento a las obras autorizadas, los inspectores realizarán visitas a los proyectos, conforme a lo establecido en la resolución del permiso correspondiente. Dejando constancia de la visita en la bitácora del proyecto. En caso se detecten irregularidades, el inspector de OPAMSS deberá dejar constancia para los efectos correspondientes.

Para las visitas de seguimiento de campo mencionadas en el Art. VIII.26 no es necesario que el propietario del proyecto solicite las inspecciones, pero sí que la OPAMMS hagan la respectiva notificación previa al propietario de la visita a realizar, aunque estas se hayan dejado definidas en el Permiso de Construcción, actualmente estas visitas tienen un costo si están definidas en el permiso de construcción otorgado. La OPAMSS tiene entre sus funciones realizar las visitas de seguimiento conforme al reglamento, lo cual facilita la Recepción de la Obra al finalizar del Proyecto. Además, pueden realizarse visitas de campo si a las oficinas de OPAMSS llega una denuncia o si durante el proceso constructivo ocurre un accidente.

2.1.2. Modificaciones durante la construcción.

Los planos correspondientes aprobados podrían ocasionalmente requerir modificaciones debido a las condiciones reales del sitio, las condiciones de la construcción y los aumentos en los costos de materiales por cambios en las condiciones sociales o solicitudes del propietario del edificio. La necesidad de aplicación de la modificación se determina en términos de lo dispuesto en “RLDOTAMSS Art VIII.21 Modificaciones”. De ser necesario, el propietario deberá obtener un nuevo permiso de construcción considerando las modificaciones realizadas al diseño, previo a la

construcción. Las obras donde haya modificaciones y requieran nuevos permisos deben iniciarse hasta que se aprueben las modificaciones al permiso de construcción. En ocasiones, este procedimiento genera un gran impacto a los involucrados. Por ello, antes de la inspección in-situ, se recomienda solicitar que un director o supervisor de obra confirme si los planos han sido modificados o no. Si se encuentra una modificación, se debe exigir al propietario del edificio que obtenga el permiso correspondiente en este caso la inspección intermedia no tendría validez.

Cualquier persona u organismo responsable de una construcción que deba realizar modificaciones deben de ejecutarlas en conformidad con las normativas de diseño vigente y otras leyes y regulaciones relacionadas, como la ACI para concreto y la AISC para construcciones de acero. OPAMSS es responsable de que con la gestión de permisos de construcción evalué que los documentos solicitados se ajusten a las disposiciones válidas del RLDOTAMSS y de otras regulaciones aplicables. En este caso, la OPAMSS debe verificar las condiciones del proyecto y juzgar si el nuevo plan con sus modificaciones está acorde y cumple con las disposiciones relacionadas.

Art. VIII.21 Modificaciones (9) (16)

El Director de la Obra deberá solicitar la modificación al permiso correspondiente previo a su ejecución, en los casos siguientes:

a. Cambios en sistema estructural de las edificaciones.
b. Cambios en las condiciones de acceso y circulación.
c. Modificación a las obras de protección.
d. Cambios en el sistema de aguas lluvias.
e. Incremento del área autorizada de construcción mayor a 50 m2.
f. Incremento de áreas verdes y equipamiento social

Aquellos proyectos que incrementen áreas verdes, equipamiento social o modifiquen vías de circulación deberá solicitar previamente la modificación de la Revisión Vial y Zonificación. En los casos de proyectos que tengan un régimen de condominio inscrito en el CNR deberán presentar el aval de esas modificaciones conforme a lo dispuesto en su reglamento o en la normativa que rige los condominios.

En proyectos que incluyan usos habitacionales o que sean industriales, que incrementen áreas verdes, equipamiento social o modifiquen vías de circulación, según corresponda, deberá solicitar previamente la modificación de la Revisión Vial y Zonificación. En los casos de proyectos que tengan un régimen de condominio inscrito en el CNR deberán presentar el aval de esas modificaciones conforme a los dispuesto en su reglamento o en la normativa que rige los condominios.

Cuando se incremente el área del terreno del proyecto autorizado, deberá iniciar los trámites correspondientes, casos especiales podrán ser resueltos de manera simultánea, previo pago de los derechos respectivos. Por ningún motivo podrán ejecutarse modificaciones contrarias a las disposiciones contenidas en las resoluciones de los Trámites Previos, sin la debida autorización.

Los requisitos a presentar adjuntos al formulario de modificación de permiso deberán estar acordes a lo establecido en este Reglamento, según corresponda.

Para referencia considerar el siguiente artículo del RLDOTAMSS:

Art. VIII. 4 Obras autorizadas sin solicitud previa

Las obras que no requerirán del trámite de Permiso de Construcción ante la OPAMSS, siempre y cuando no contravenga las disposiciones establecidas en lo que a Uso del Suelo se refiere, son las que poseen las características siguientes:

a. Que la construcción, remodelación o ampliación sea en primer nivel, individual y no un grupo de ellas, techada con estructura liviana; paredes con claros menores a 4 m., y que la suma de la superficie a intervenir no sobrepase a 50 m2.

b. Que se trate de estructuras para elementos publicitarios, cuya área de rótulo no exceda a 30 m2 o la mínima establecida en la ordenanza municipal respectiva.

c. Construcción de fosas sépticas y cisternas unifamiliares, con profundidad máxima de 2 m.

d. Construcción de tapiales interiores y exteriores, sin retención de suelo.

Para dichas construcciones se deberá tramitar previamente la Línea de Construcción, cuando de conformidad a lo establecido en el Art. VIII.7, literal b. así se requiera.

OPAMSS podrá elaborar mapas base de referencia, indicando los derechos de vías en el AMSS, a fin de facilitar información a los usuarios.

Asimismo, se podrán ejecutar obras de mantenimiento referidas a:

e. Reparación de mampostería, recubrimientos, pisos, cielos, puertas, ventanas y de todo elemento constructivo no estructural.

f. Amarre de cuarteaduras y arreglo o cambio de techo.

g. Apertura de vanos de cualquier medida en edificaciones de una planta y de 1.50 m. de ancho como máximo en construcciones de dos pisos, siempre que no afecte la estructura, no invada la privacidad del vecino y respete las separaciones a colindancia.

h. Reparación de instalaciones de todo tipo.

Lo anterior sin perjuicio de las normas o procesos establecidos por las ordenanzas municipales respectivas.

2.1.3. Reglamente interno de proyectos que son objetivo a inspección.

Para realizar una inspección intermedia no se requiere realizar ningún tramite. Se realizará una inspección intermedia para las obras descritas en el permiso de construcción y de acuerdo con el cronograma de construcción presentado por el propietario. Dado que el cronograma de construcción se ve fácilmente influenciado por las condiciones del sitio, como el clima, es necesario comunicarse con el supervisor o el gerente de construcción para confirmar las condiciones del sitio y el progreso del trabajo de construcción.

Aunque ninguna disposición dentro de LDOTAMSS o RLDOTAMSS aclara el tipo de lugar donde se llevaran a cabo las inspecciones, se estipula que la inspección debe realizarse en el sitio de construcción. Por lo tanto, las edificaciones a inspeccionar que requieran inspección intermedia están reguladas como se muestra a continuación.

Tipos de edificaciones que requieren inspección intermedia:

- Edificio de cinco o más niveles
- Edificios con dos o más sótanos
- Urbanizaciones o construcciones con Servidumbres, protecciones, ríos, etc.
- Naves industriales mayores a 1,000 m2 (50 m x 20 m)
- Proyectos cuyo terreno es afectado por condiciones de riesgo (quebradas, laderas)
- Reforzamiento de estructuras.

Dado que esta guía estipula principalmente la inspección de las estructuras de Concreto Reforzado existentes que se van a reforzar, todas las estructuras de Concreto Reforzado diseñadas siguiendo las normativas de diseño y los requerimientos de los permisos de construcción son objetivos de inspección. Además, el alcance de la inspección en la guía se ajusta a los alcances de la Norma Técnica para Diseño por sismo.

2.1.4. Registro de la construcción (Bitácora de campo)

El gerente de construcción y el supervisor deben de velar que se sigan los correspondientes planos aprobados y disposiciones que se muestran a continuación.

Art. VIII. 22. Proceso constructivo (1)(9)(16)

Todo el proceso de la obra estará bajo la responsabilidad del constructor o Director de la Obra quien responderá en todo tiempo, sobre cualquier infracción a las disposiciones de las leyes, ordenanzas y reglamentos de la materia, solidariamente con el propietario de la parcelación y/o construcción.

El constructor o Director de la Obra, será responsable que permanezcan en la obra las resoluciones y planos de los permisos, la bitácora del proyecto, cronograma actualizado de su ejecución y otra información que se requiera para la disposición de sus inspectores. Toda esta información podrá estar en formato digital o físico.

La bitácora del proyecto deberá ser fiel reflejo de todo el proceso constructivo de la obra. OPAMSS podrá desarrollar aplicaciones o herramientas tecnológicas para facilitar el registro de esta, y su llenado en tiempo real.

En la bitácora deberá anotarse los temas relevantes que garanticen las buenas prácticas de los diseños y procesos constructivos, tales como:

a. Visitas y observaciones, fechadas, firmadas y selladas por los profesionales y técnicos responsables de: Dirección de la obra, áreas de diseño del proyecto, según la complejidad y magnitud del proyecto, Laboratorio de suelos y control de calidad de materiales, de la supervisión externa si lo hubiese, inspecciones de la Municipalidad y de la OPAMSS cuando fuese procedente; órdenes de cambio autorizadas por el o los responsables del diseño.

b. Fecha de inicio de cada etapa de la obra.

c. Fecha de inicio y finalización de las principales actividades del programa de construcción de la obra.

d. Ordenes de cambio debidamente autorizadas por los responsables, y que no constituyan modificaciones al proyecto acorde a lo establecida en el Art. VIII.21.

e. Recepciones Parciales y Final de la obra, realizadas por ANDA, OPAMSS y otras instituciones de servicios.

El constructor deberá asegurar el debido resguardo de la información contenida en la bitácora, ya sea que utilice formato físico, digital o electrónico, debiendo contar siempre con el respaldo de la misma con el objeto de recuperar la información en ella contenida en casos de destrucción o pérdida del documento original en cualquiera de sus formatos.

Cuando exista pérdida de la información de la bitácora, deberá notificarlo a la OPAMSS, indicando que habrá una reposición de la bitácora, adjuntando las copias de la bitácora extraviada o destruida en el formato que esté utilizando.

Las visitas técnicas por parte de los inspectores de OPAMSS son obligatorias, debiendo solicitarlas con una antelación de 3 días hábiles, conforme al cronograma de la obra y sus actualizaciones, y al pago correspondiente.

La elaboración de una bitácora de campo incluyendo el estudio de suelos, los resultados de los ensayos de materiales y los informes técnicos de construcción es un requerimiento que está de acuerdo a la disposición en "RLDOTAMSS Art. VIII. 22. Proceso constructivo", estos documentos se mantendrán en el proyecto. En la actualidad la Bitácora, ya no se sella por OPAMSS, el formato es libre este puede ser un libro con hojas físicas o hojas digitales, ella se debe presentar cuando se requiera y tenerla al día, si hay un proyecto que se visita y no cuente con bitácora, se le deberá dejar acta de monitoreo y podrá ser acreedor de una sanción por parte de la Municipalidad donde se encuentre ubicado el proyecto. En la bitácora se deberá anotar las cuestiones relevantes de los trabajos de construcción, como se muestra a continuación:

Tabla 2.2 Registros requeridos por actividad en la bitácora de campo.

	Actividad	**Registro***	**Persona/organismo responsable**
a)	Visitas y observaciones	Gestión de la construcción	Supervisor y gerente de la construcción.
		Diseño de proyecto	Supervisor y gerente de la construcción.
		Pruebas de laboratorio de suelos	Ingeniero geotecnista.
		Control de calidad de materiales / Verificación de la calidad por medio del certificado de calidad del proveedor. ***	Ingeniero de control de calidad / fabricante
		Ordenes de cambio	Diseñador / supervisor / constructor
		Inspección	Supervisión interna o externa.
b)	Programación	Fecha inicial de cada etapa del Proyecto.	Supervisor y gerente de la construcción.

c)	Avance de las obras	Fecha de Inicio y finalización de las actividades principales (criticas).	Supervisor, gerente de la construcción y residente.
d)	Modificaciones que ameritan permisos.	Confirmación de órdenes de cambio y considerando lo dispuesto en el art. VIII.21.	OPAMSS
e)	Recepción	Recepción de las obras incluyendo las inspecciones de campo.	ANDA**, OPAMSS, y cualquier otra institución involucrada.

*Es obligación dejar plasmada la fecha, firma y sello de los profesionales responsables.

**Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)

***Excepto en los casos que la supervisión externa indique otro medio de verificación.

2.1.5. Registro y archivo de inspecciones.

Algunos de los materiales deberán ser sometidos a pruebas de control de calidad estipuladas en el RLDOTAMSS. Los materiales como el acero de refuerzo, concreto, bloques de concreto, morteros, etc. están regulados y además son objeto de Inspección obligatoria. OPAMSS debe de verificar y confirmar el registro de los resultados de estas pruebas en la inspección intermedia e inspección final.

Estas disposiciones están reguladas por el RLDOTAMSS Articulo VII. 13 y Articulo VIII. 23, como se muestra a continuación:

Art. VII. 13 De la calidad del suelo y de los materiales (9)

Todo constructor está en la obligación de comprobar y certificar la calidad del suelo y de los materiales, lo cual deberá hacerse por medio de ensayos realizados por un laboratorio de geotecnia e ingeniería de materiales, como se establece en el Art. VIII.23 del presente Reglamento. En el caso de materiales, esta comprobación podrá hacerse por medio del certificado de calidad del proveedor, exceptuando aquellos casos en que la supervisión externa indique lo contrario.

El profesional responsable de cada área de diseño, recomendará el tipo de pruebas de laboratorio que deberá realizarse para asegurar y certificar la calidad de la obra de acuerdo a las especificaciones y normas aplicadas en el diseño, y a la magnitud de la obra.

Todo fabricante de materiales de construcción y/o importador de los mismos, tendrá la obligación de comprobar y certificar que sus materiales cumplen con las especificaciones ofrecidas, por medio de ensayos de laboratorio realizados por una empresa dedicada a la geotecnia y a la ingeniería de materiales debidamente especializado en el control de calidad de alguno de los materiales, el certificado correspondiente deberá ser extendido por el fabricante.

Toda empresa dedicada a la geotecnia y a la ingeniería de materiales de construcción, deberá contar con un Regente, profesional de la ingeniería civil o especialista en la materia debidamente inscrito en el Registro Nacional competente

Art. VIII. 23 Control de calidad en la obra. (3)(12)(16)

Todo Constructor deberá asegurar que durante el proceso constructivo se cumplan con todas las especificaciones técnicas del proyecto a nivel de normativa urbanística, normativa internacional aplicable al proyecto, materiales,

maquinaria y de los procesos constructivos, así como las condiciones adecuadas de la obra para garantizar la correcta ejecución de la construcción.

Durante el proceso constructivo el Constructor o Director de la Obra deberá considerar para el seguimiento de la obra o proyecto lo siguiente:

1. **Control de calidad del proyecto, el cual estará referido al seguimiento y control documental a fin de asegurar que el proyecto está cumpliendo con los dispuesto en los permisos y modificaciones si las hubiese, estudios técnicos, especificaciones técnicas, normativa nacional vigente, entre otros.**

   Además, deberá contar en la obra de una copia ya sea en físico o digital de los permisos y planos autorizados a fin de garantizar que el personal involucrado en la obra, así como los inspectores de OPAMSS y de las municipalidades cuenten con la información necesaria para el seguimiento de los procesos.

2. **El control de calidad de la Ejecución de la Obra relacionado a la verificación técnica de los materiales, procesos constructivos y uso de maquinaria en los procesos constructivos conforme a los manuales y especificaciones del proveedor u otra normativa vigente.**

   Cuando debido al nivel de complejidad y envergadura del proyecto o de los procesos a desarrollar en la construcción de elementos que formen parte de la estructura, cimentación y contención, concretos, pavimentos, presión de tuberías, entre otros, sea requerido un laboratorio de suelos, este deberá estar acreditado por el Organismo Salvadoreño de Acreditación.

   El profesional responsable de cada área de diseño recomendará el tipo de prueba de laboratorio que deberá realizarse para asegurar la calidad de la ejecución de la obra, de acuerdo a lo detallado en este Reglamento, las especificaciones y normas internacionales, debiendo estar avaladas dichas pruebas por la supervisión técnica del proyecto. Cuando no exista la supervisión técnica OPAMSS podrá solicitar la opinión de una tercera parte, a fin de garantizar que dichas pruebas son pertinentes y suficientes para garantizar la seguridad estructural de edificación

El contenido básico del Estudio de Suelos se detalla en este Reglamento.

El siguiente cuadro indica la relación entre los materiales de construcción según lo dispuesto en el "Art VIII. 23 Control de calidad en la obra." y las obras de reforzamiento sísmico según el reglamento en el "Capítulo 4. Inspección de la calidad de la construcción.". Se requiere confirmar debidamente las condiciones de las obras y los resultados de sus pruebas.

Tabla 2.3 Materiales obligatorios a inspeccionar y las obras de reforzamiento sísmico involucradas.

	Material	Obras de Reforzamiento Sísmico
1)	Acero estructural	Encamisado de columna de concreto reforzado, Encamisado de viga de concreto reforzado, Pared de corte de concreto reforzado, Construcción de pared tipo ala de concreto reforzado, Arrostramiento metálico, Reforzamiento de fundaciones.

	Material	Obras de Reforzamiento Sísmico
2)	Concreto	Encamisado de columna de concreto reforzado, Encamisado de viga de concreto reforzado, Pared de corte de concreto reforzado, Construcción de pared tipo ala de concreto reforzado, Arrostramiento metálico, Reforzamiento de fundaciones.
3)	Bloque de concreto	Para obras reparadas
4)	Mortero / Grout	Pared de corte de concreto reforzado, Construcción de pared tipo ala de concreto reforzado, Arrostramiento metálico, Envoltura con fibra de carbono.
5)	Suelo	Reforzamiento de fundaciones.

OPAMSS deberá resguardar los registros de las inspecciones, el tiempo que según la ley y reglamentos vigentes requiera.

2.2. Actividades a verificar en la inspección intermedia y programación de la inspección.

Como se mencionó anteriormente en “2.1.1 Provisión de inspecciones”, la intención de la inspección intermedia es identificar problemas potenciales y que sean corregidos en la etapa temprana de la construcción para prevenir problemas aún más serios. La programación es crucial para realizar las inspecciones a la obra. El propietario, Supervisor o Director de obra podrán saber si hay obras que no cumplen con las especificaciones y planos aprobados mediante la realización de una inspección intermedia. Además, será más fácil de demoler o corregir las obras para cumplir con los planos aprobados en la fase inicial ya que las obras están parcialmente construidas. Por lo tanto, es eficaz realizar la inspección en la fase inicial de las obras antes de que se oculten ciertos trabajos. Por ejemplo, inspeccionar la colocación de las barras de refuerzo antes de ser cubiertas por el primer colado de concreto.

La selección del objetivo de inspección se basa en varios criterios, como la ubicación o el riesgo de accidente en el proyecto; sin embargo, OPAMSS no tiene que verificar todo, puede realizar las inspecciones de elementos objetivo al azar y verificar que la gestión de construcción por parte del Constructor y el Supervisor se esté ejecutando debidamente.

Dado que las auto-inspecciones tienen un impacto muy positivo en el control de calidad de las obras, será muy eficaz realizar reuniones para la programación de las auto-inspecciones y los objetivos de ellas.

Las actividades a verificar relacionadas con las obras de reforzamiento sísmico y la programación de las inspecciones, lo cual tiene como objetivo mantener un control de calidad adecuada durante la construcción, se muestran en la siguiente tabla, sin embargo, no se limita a ella. Para más detalles ver la descripción de “4.1.2. Obras de Reforzamiento”.

Tabla 2.4 **Actividades Objetivo y programación de la inspección por reforzamiento.**

Obra de reforzamiento	Actividad objetivo a inspeccionar	Programación de la inspección.
Revestimiento de columna con concreto reforzado	Varillas de refuerzo (incluyendo distribución)	Antes del colado de concreto
	Elemento de concreto	
	Anclajes	
	Elemento estructural existente	
	Fundaciones (si es necesario)	
	Calidad de los materiales	
Revestimiento de viga con concreto reforzado	Igual que Revestimiento de columna con concreto reforzado	Igual que Revestimiento de columna con concreto reforzado
Pared de corte de concreto reforzado	Igual que Revestimiento de columna con concreto reforzado	Igual que Revestimiento de columna con concreto reforzado
Arriostramiento con marco de acero	Varillas de refuerzo (incluyendo distribución)	Antes del colado del grout entre el marco metálico y el marco existente.
	Anclajes	
	Vigas y vigas secundarias	
	Fundaciones	
	Perfiles metálicos	
	Soldadura	
	Pernos de cortante	
	Elemento estructural existente	
	Calidad de los materiales	
Hendidura estructural	Tipo, ubicación y dimensiones.	Antes del sellado de la junta.
	Pared existente.	
	Varillas de refuerzo existente.	
Envoltura con fibra de carbono	Fibra de carbono	Después del inicio de la envoltura y durante la envoltura del elemento.
	Elemento estructural existente	
	Mortero	
	Calidad de los materiales	
Reforzamiento de fundaciones	Elemento estructural (Zapata / cabezal de pilotes)	Antes del colado de concreto en la Zapata o cabezal del pilote.
	Varillas de refuerzo (incluyendo distribución)	
	Anclajes	

Obra de reforzamiento	Actividad objetivo a inspeccionar	Programación de la inspección.
	Elemento estructural existente	
	Calidad de los materiales (incluyendo el pilote)	
Suelo	Excavación	Igual al anterior
	Compactación	
	Condición del sub-suelo / cama de fundación.	
	Mejoras del suelo de acuerdo a las pruebas de laboratorio realizadas.	

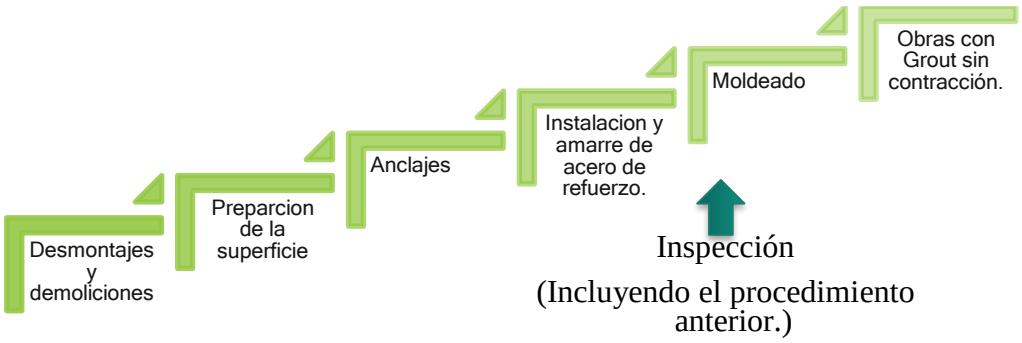


Figura 2.1 Procedimiento general de las obras de reforzamiento sísmico.

2.3. Personal que debe de estar presente al momento de la inspección:

Los asistentes a las inspecciones son directores o supervisores, ya que comprenden adecuadamente las obras de construcción y las condiciones reales de la construcción. En algunos casos también estarán presentes arquitectos e ingenieros. Si es así, OPAMSS puede verificar aspectos técnicos o calidad de la mano de obra fácilmente.

Por otra parte, todas las obras de construcción deberán realizarse bajo la responsabilidad de una persona natural o jurídica, previamente inscrita en el registro nacional competente. Las responsabilidades del Contratista están estipuladas en LDOTASS Art.54, RLDOTASS Art. VII. 11 y art. VII. 15 como se muestra a continuación. Por lo tanto, la persona designada también deberá estar presente para la inspección.

LDOTAMSS

Art. 54.-Toda obra de urbanización o de construcción que se realice en el AMSS deberá ser ejecutada bajo la responsabilidad de una persona idónea, natural o jurídica, previamente inscrita en el registro nacional competente.

Art. VII. 11 De los Constructores

1. Toda obra de desarrollo urbano y/o de construcción que se realice en el AMSS, deberá ser ejecutada bajo la responsabilidad de una persona idónea, natural o jurídica, previamente inscrita en el registro nacional competente.

2. Toda persona natural o jurídica, responsable para la ejecución de las obras señaladas en este artículo, deberá rendir declaración jurada, en la que se consigne la responsabilidad asumida con el permiso correspondiente y del cumplimiento de las disposiciones derivadas del presente reglamento, para obtener el permiso de inicio de la obra correspondiente.

3. Todo propietario que desee ejecutar una obra de urbanización y/o construcción en el AMSS, deberá asegurarse de poner a cargo de la misma, las personas idóneas para dirigir, supervisar y controlar su ejecución, las cuales deberán dar fe del fiel cumplimiento de las disposiciones técnicas contenidas en los planos y memorias del proyecto, así como de la buena calidad de las obras y de los materiales empleados en ella.

4. Las empresas dedicadas a la geotecnia y a la ingeniería de materiales de construcción, deberán registrarse en el organismo nacional competente.

Art. VII. 15 De las Responsabilidades

Toda persona natural o jurídica que haya participado en la planificación dentro de las áreas de diseño establecidas en el presente reglamento, en la ejecución y/o en la supervisión de las obras y/o el control de los materiales utilizados en las mismas, será responsable por las fallas en las edificaciones, provenientes de la negligencia y/o deficiencia de su trabajo; esto manifiesto en los documentos idóneos tales como planos, especificaciones técnicas de construcción, reportes, bitácoras y otros, por lo cual responderá ante las autoridades correspondientes. Toda persona que altere las condiciones del suelo de las edificaciones o cambie el uso de las mismas para el cual fueron diseñadas, sin autorización de la OPAMSS, liberará de toda responsabilidad a las personas mencionadas en el inciso anterior, y será el propietario quien responderá ante la autoridad competente por daños causados a terceros, sin perjuicio de las sanciones impuestas por otras leyes. Asimismo, el propietario responderá por daños y perjuicios a terceros, cuando la obra sea ejecutada sin contar con las personas idóneas para su dirección y supervisión.

Los Concejos Municipales de los Municipios que conforman el AMSS, serán los responsables de la custodia y mantenimiento de las áreas verdes y equipamiento social, los cuales no podrán hacer otro uso de las mismas, más que aquellos que la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS, este Reglamento, el AMSS o el Código Municipal establezca.

Ninguna autoridad gubernamental y/o Municipal, podrá hacer uso o autorizar el uso de zonas de protección ecológica, zonas de protección de ríos y quebradas y otros accidentes naturales, servidumbres y derechos de vía para fines diferentes para los cuales fueron destinados.

En una inspección intermedia en la cual se verificarán las condiciones del suelo, la calidad de los materiales de construcción y las condiciones de la construcción es un obligatoria la asistencia, de la persona responsable, como el ingeniero geotécnico, un ingeniero de control de calidad o su supervisor.

En particular, en el caso de que no pase la inspección, es necesario solicitar una explicación al ingeniero responsable sobre las acciones a tomar. Por lo tanto, es conveniente solicitar con antelación

la asistencia de la persona responsable a la inspección intermedia. A continuación, se presentan ejemplos de asistentes claves

i. Gerente de construcción.
ii. Supervisor del proyecto.
iii. Inspector del laboratorio de suelos y materiales
iv. Supervisor especialista según las actividades a inspeccionar.

El trabajo de la supervisión se basa en la verificación del estado de la administración de la construcción de parte del contratista, sin embargo, si se realiza o no una verificación mediante testigos depende del contrato con el propietario de la construcción. Por lo tanto, las verificaciones por parte del director de obra y del supervisor, en algunas ocasiones, se basa únicamente en informes escritos sin la inspección en sitio del director de obra y del supervisor. Como resultado, dado que la implementación sin una inspección en sitio puede no funcionar de manera efectiva, es posible que el propietario del edificio asista a las inspecciones intermedias y finales y comparta observaciones y sugerencias a tener en cuenta en algunos casos.

2.4. Documentos requeridos para una inspección intermedia:

Dado que en ocasiones se desconocen las condiciones de las obras, se hace demasiado difícil que por medio de la inspección intermedia se confirme el estado real de lo construido, especialmente la distribución de las barras de refuerzo después del colado de concreto. Por esta razón, es necesario aclarar y confirmar las condiciones desconocidas pero reales y si estas cumplen o no con los respectivos planos aprobados siguiendo el “Capítulo 4 Inspección de calidad de la construcción”. El inspector decidirá adecuadamente el momento de la inspección y lo confirmará por medio de la bitácora en el proyecto. En el “Capítulo 4 Inspección de calidad de la construcción” se mencionan los documentos a revisar y muestra los métodos de inspección y pruebas apropiadas a los elementos objetivo en una Inspección Intermedia.

La verificación de la condición estructural real y un examen estricto son cruciales, ya que la empresa constructora que participa en un proyecto de reforzamiento sísmico de escala relativamente pequeña o mediana pudiera tener poca experiencia en ese tipo de obras. Particularmente, en el caso de empresas constructoras medianas o pequeñas con menos experiencia, los inspectores deben de prestar atención a los pequeños detalles según los planos aprobados.

Capitulo 3. Flujo del proceso para la inspección de obras de reforzamiento.

3.1. Flujo del proceso/revisión durante la construcción de las obras.

El procedimiento para las inspecciones intermedias y final se muestran a continuación. Para las actividades que se les determine algún incumplimiento durante la inspección, la OPAMSS tiene la facultad de solicitar el cumplimiento de los planos aprobados y especificaciones a la Supervisión de parte del propietario del proyecto. El procedimiento para las inspecciones intermedias y final se muestran a continuación:

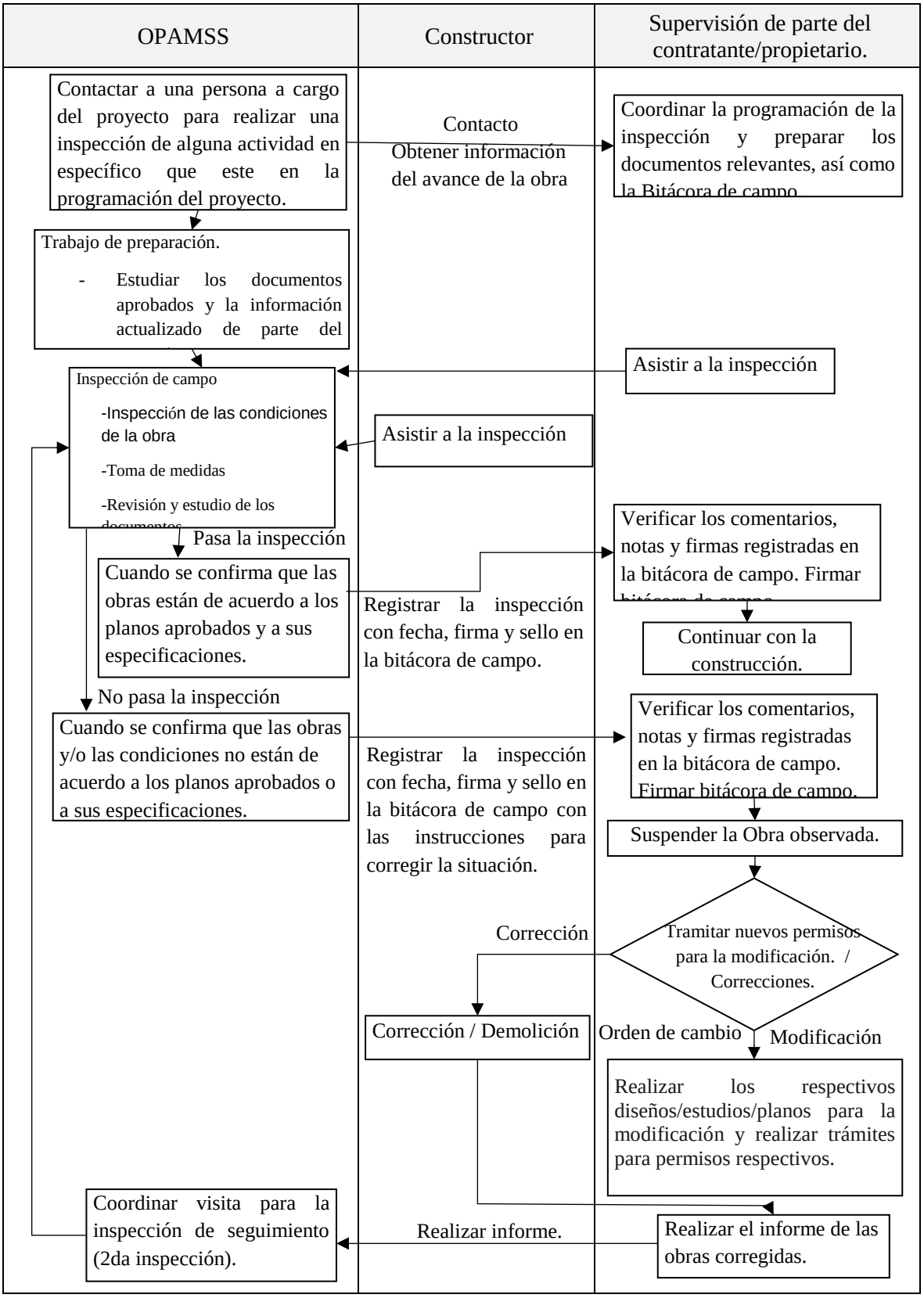


Figura 3.1 Flujo **del proceso de la** inspección intermedia.

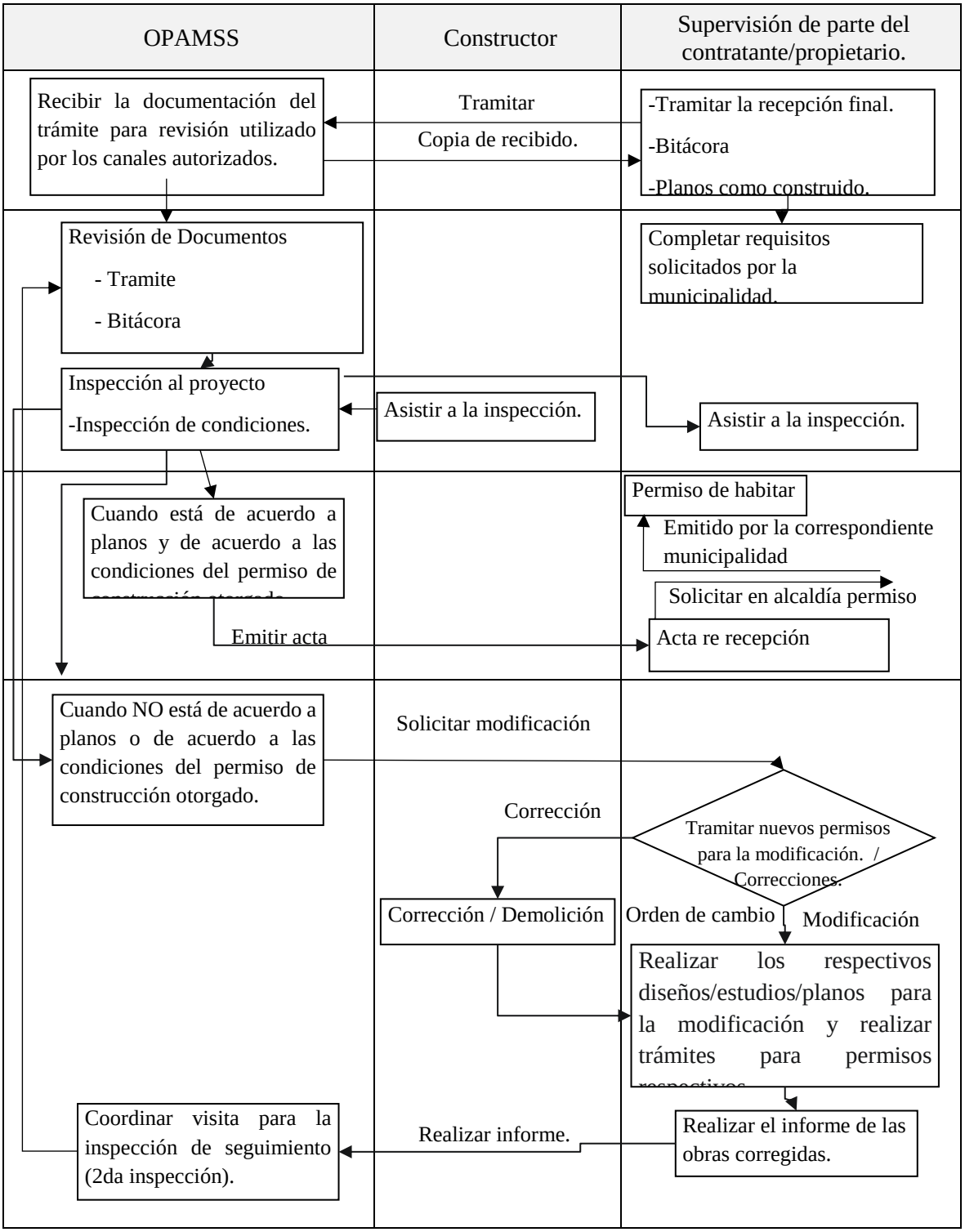


Figura 3.2 Flujo del proceso de la inspección Final (Otorgamiento de permiso)

3.2. Gestión de Inspecciones.

Generalmente, una obra de construcción no tiene el mismo concepto que un producto de mercadería ensamblado utilizando maquinaria tecnológica de producción en serie. Una obra de construcción es ensamblar una cantidad enorme de productos independientes y que posea una combinación individual de sistema estructural, forma, escala, materiales y ocupación, adaptada a las condiciones de un proyecto, a la vez afectada grandemente por las condiciones del clima y por cualquier otra condición del entorno. Existe una situación completamente diferente con un sistema de gestión controlada como el manufacturar grandes cantidades y eliminar varios productos defectuosos, con el objetivo de entregar sólo un producto de buena calidad al mercado.

Desde este punto de vista, es complicado el eliminar obras de construcción defectuosas ya que requieren modificación o reforzamiento en estricto cumplimiento de lo establecido en LDOTAMSS, RLDOTAMSS o en cualquier otra regulación relacionada en materia de obras de construcción, excepto para la instalación de productos prefabricados.

En consecuencia, la calidad de la obra terminada se ve significativamente afectada por el control de calidad de la obra de construcción, el control de calidad del material, las inspecciones, la supervisión y la gestión durante la construcción. La OPAMSS será la encargada de monitorear no sólo las obras de construcción autorizadas, sino también que el contratista, supervisor y director de obra ejecuten adecuadamente los constructivos de las obras.

3.3. Inspección de la calidad de las obras en ejecución.

3.3.1. Proceso de Inspección.

Las inspecciones de parte de OPAMSS se realizarán para las obras que están detalladas en el respectivo permiso de construcción y de acuerdo a la programación entregada al momento de la notificación del inicio del proyecto, esto según lo estipulado en “RLDOTAMSS Art VIII. 26. Inspección de las Obras”.

Sin embargo, dado que el reglamente no especifica a detalle cuales son las actividades que se deben de inspeccionar, dependerá de la OPAMSS el determinar las actividades a inspeccionar y el proceso de inspección a realizar. Las actividades y los procesos de inspección para las obras son los que se proponen en esta guía. En el caso del encamisado de columnas, se debe de realizar una inspección a las obras de armaduría y moldeado en su primera etapa, especialmente si estas se encuentran en un primer nivel, ya que, de encontrarse algún mal procedimiento o materiales deficientes, las correcciones pudieran aplicarse más fácilmente y a tiempo. Adicionalmente, si se realizaran obras de fundaciones de concreto reforzado o se incorporan pilotes, es conveniente realizar por lo menos una inspección al momento de la construcción de estas obras.

3.3.2. Método de inspección.

Existen dos etapas en la inspección; la primera es la Inspección In-Situ y la otra es la Revisión de Documentos de las obras en construcción, así como se muestra a continuación:

1) Inspección In-Situ: durante una inspección de las obras en construcción, se realiza el cotejo y revisión de las obras con los planos aprobados y los documentos relacionados. Es necesario y efectivo llevar a cabo la inspección In-Situ en conjunto con el gerente del proyecto y el supervisor.

2) Revisión de Documentos: en la bitácora de campo se anota lo relevante de la ejecución de las obras, como: problemas encontrados, acuerdos para solucionar los problemas, modificaciones, ingreso de materiales, resultados de las pruebas a los materiales, resultados del estudio de suelos, notas de las auto-inspecciones, etc. Respecto a las calidades del refuerzo y del concreto en áreas donde ya se ha realizado el colado y la visualización de dichas calidades ya no es posible, se podrán realizar las verificaciones por medio de la bitácora de campo en donde se registrarán fotografías, confirmación de medidas, aprobación de procesos constructivos y los resultados de los ensayos a los materiales.

Las solicitudes y confirmaciones realizadas al momento de ejecutar una Inspección In-Situ deben de ser registradas en la bitácora de campo.

Es importante utilizar Hojas de Inspección para los dos tipos de inspección mencionados anteriormente, para que estas sean lo más confiables y efectivas. En el “Apéndice Hojas de Inspección de Campo”, se muestra un ejemplo de Hoja de Inspección para reforzamientos estructurales. En el “Capítulo 4 Inspección de la Calidad de la Construcción”, se presentan los lineamientos para inspeccionar la mano de obra y materiales de cada reforzamiento. Esta guía es una referencia útil para realizar las inspecciones de parte de OPAMSS y además servirá para una mejor comprensión de los reforzamientos.

En el caso de que se presentaran incumplimiento de los planos y/o especificaciones, la OPAMSS deberá solicitar medidas la implementación de medidas correctivas a un supervisor y a un gerente de construcción con base en los resultados de la inspección y luego recibir el reporte de las acciones correctivas. Posteriormente la OPAMSS visitara el proyecto y verificara la condición correctiva reportada.

3.4. Inspección de la calidad de las obras de construcción al momento de la recepción final de las obras y permiso de habitar.

3.4.1. Solicitud de recepción de las obras.

El propietario de la construcción remite la solicitud de recepción de las obras al finalizar el proyecto. Hay algunas actividades que no se pueden verificar en la inspección intermedia como la resistencia del concreto, superficie de acabado, etc., en esta fase se verifican dichas actividades; además OPAMSS inspeccionara el proyecto junto con la bitácora para ver si hay diferencias entra la obra

construida y los planos aprobados. Se puede utilizar los formado de las hojas de inspección que se presentan en esta guía.

La realización de la Recepción Final está estipulada en "RLDOTAMSS Art VIII. 30 Solicitud de Recepción" como se muestra más adelante; adicionalmente, también se estipula la realización de la Recepción Parcial. Para la ocupación de la edificación es necesario que el propietario realice la Solicitud de Recepción y obtenga el Acta de Recepción.

Art. VIII. 30. Solicitud de Recepción. (9) (16)

A la finalización del proyecto o de sus etapas, y previo a su escrituración, será obligatorio solicitar la Recepción Final de las obras de urbanización y/o construcción según corresponda. A conveniencia del interesado podrán solicitarse recepciones parciales previas a la finalización del proyecto.

Las modalidades para este trámite son las siguientes:

RO-01: Recepción de obras para parcelaciones, conjuntos habitacionales o edificaciones individuales, pudiendo ser parcial o final.

RO-02: Ampliaciones, remodelaciones.

RO-03: Construcción nueva Vivienda Unifamiliar de uno o más niveles.

RO-04: Parcelaciones/ urbanizaciones / condominios/ Recepción de Obras Parcial.

RO-05: Parcelaciones/ urbanizaciones / Recepción de Obras Final.

RO-06: Condominios /Final.

RO-07: Complejos urbanos, edificaciones con usos mixtos u otros usos / Recepción de Obras parcial o final.

RO-08: Otro tipo de obras civiles e Infraestructuras:

Los requisitos generales para todas las modalidades para el trámite de Recepción de Obras, sea parcial o final son los siguientes:

a) Formulario en línea tipo encuesta, debiendo completar los campos siguientes:

1. Datos Generales del proyecto
2. Datos particulares del proyecto
3. Datos para Mandamiento de pago
4. Declaración jurada firmada por el Director de Obra
5. Datos y Declaración jurada firmada del profesional solicitante, en caso que sea distinto al Director de Obra.

b) Informe de conformidad o Certificación de Buena Obra por parte del Director de obra / Constructor debidamente firmadas y selladas, cuyo contenido mínimo deberá ser conforme al modelo establecido en la plataforma de trámites de OPAMSS. Cuando no se utilice firma electrónica deberá entregar el original en físico al momento de retirar la resolución favorable.

c) Informe de la conformidad o Certificación de Buena Obra del supervisor responsable del área estructural, debidamente firmadas y selladas cuyo contenido mínimo deberá ser

conforme al modelo establecido en la plataforma de trámites de OPAMSS. Cuando no se utilice firma electrónica deberá entregar el original en físico al momento de retirar la resolución favorable.

d) Visitas técnicas de seguimiento durante el proceso de construcción.

Los requisitos particulares para todas las modalidades para recepción parcial:

e) Copia de Bitácora, ya sea en formato físico, digital o electrónico

f) Cuando el proyecto requirió el incremento de lineamientos normativos bases establecidos en el Esquema Director y se acogió a lo dispuesto en el Sistema de Compensación, y así haya sido consignado en el Permiso, sea de Parcelación o de Construcción, los documentos que den soporte al porcentaje de cumplimiento del aporte.

g) Plano, esquema y cuadro de áreas de la/s obra/s que se recibirán

Los requisitos particulares para todas las modalidades para recepción final:

h) Bitácora, con el cierre correspondiente llenada y firmada por los inspectores de OPAMSS y profesionales responsables conforme a este Reglamento, incluyendo un informe final en el que se indique que no existen requisitos pendientes del proyecto.

i) Cuando la edificación sea de tres niveles o más, se colocará en un lugar visible una placa con dimensiones de 0.30 m x 0.30 m, en la que se indiquen como mínimo la siguiente información: año de construcción, uso del edificio, No. de niveles y sótanos, Cargas muertas y vivas, empresa constructora. Debiendo adjuntar en la solicitud de Recepción de Obra Final, el aval del profesional responsable del diseño estructural.

j) Si su proyecto incrementó los lineamientos normativos base y se acogió a lo dispuesto en el Sistema de Compensación, presentar el finiquito o documento que demuestre el cumplimiento total del aporte.

Aplica para RO-01 y RO-04

k) Constancia de la habilitación de los servicios de Agua Potable, alcantarillado y Energía Eléctrica -cuando corresponda- por la instancia competente.

l) Certificación o informe de la conformidad extendida por el laboratorio de suelos referida a los procesos:

1. Terracería: conformación y compactación de terrazas, obras de protección, compactación de zanjas de tubería e instalación de las mismas.
2. Pavimentos: compactación de rasante nivelada, construcción de capa de rodaje, base y sub base especificando sus espesores y colocación de sello cuando se trate de pavimento asfaltico, capacidad de la superficie de rodamiento, entre otros.
3. Concreto: diseño de mezcla y resistencia alcanzado.

Aplica para RO-02

No le aplican requisitos particulares

Aplica para RO-03

m) Para construcción nueva de vivienda unifamiliar deberá presentar los documentos que respalden la habilitación del servicio energía eléctrica, de ANDA, pudiendo presentar el

documento de recepción de campo, documento de habilitación, recibo de entronque de ANDA o de pago del servicio, o documento de la entidad competente que indique la habilitación del servicio de agua potable, alcantarillado y drenajes de aguas lluvias, según sea el caso.

Aplica para RO-04

n) Recepción de Campo parcial de ANDA, o documento de la entidad competente que indique la habilitación del servicio de aguas potable, alcantarillado y drenajes de aguas lluvias, según sea el caso para la/s etapas/ o grupo de unidades que contemple dicha recepción.

Aplica para RO-05

o) Constancia de habilitación de los servicios de Agua potable y Alcantarillados por parte de ANDA, o de la instancia competente, según sea el caso.

p) Constancia de donación del área verde y equipamiento social en físico o económico, emitida por la municipalidad correspondiente. Cuando por circunstancias ajenas al desarrollista no logre obtener la escritura de donación de área verde deberá presentar:

q) Oferta de Donación, acompañada de los documentos que se establece en el presente Reglamento.

r) Documento que muestren la habilitación de los servicios de energía eléctrica.

Para RO-06

s) Régimen de condominio inscrito en CNR y su reglamento.

Para RO-06, RO-07 y RO-08 -cuando aplique

t) Certificación de cumplimiento de medidas de seguridad contra incendio emitido por el Cuerpo de Bomberos. En el caso de RO-06 aplica cuando es condominio vertical.

Para RO-07

u) Si dentro del proyecto alguna tipología de uso requiere tanque de gas industrial, adjuntar el permiso del Ministerio de Economía.

v) Constancia de la habilitación de los servicios de Agua Potable, alcantarillado y Energía Eléctrica -cuando corresponda- por la instancia competente.

Para RO-08 -cuando corresponda

w) Constancia de la habilitación de los servicios de Agua Potable, alcantarillado y Energía Eléctrica -cuando corresponda- por la instancia competente

Asimismo, cuando por la envergadura y complejidad del proyecto requiera presentar de otras certificaciones, informes de la conformidad, autorizaciones o documentación técnica que la normativa vigente exija o se establezcan en el permiso correspondiente.

La OPAMSS no extenderá la Recepción Final en las parcelaciones y/o construcciones, cuando no se haya retirado maquinaria, materiales de construcción y exista acumulación de escombros, constatando que éstos no hayan sido desalojados sobre la vía pública, quebradas o terrenos aledaños.

Cuando con base en toda la información técnica observada durante el proceso constructivo y recopilada en la bitácora, exista una duda razonable sobre la seguridad de la estructura, instalaciones o parte de ellas, la OPAMSS podrá ordenar los estudios y análisis necesarios, a

efectos que el profesional responsable en la especialidad correspondiente certifique los resultados y cuando aplique, la implementación de las medidas correctivas.

3.4.2. Solicitud de recepción parcial de las obras.

En este procedimiento, se inspeccionan los edificios para verificar si están construidos siguiendo los planos aprobados, además se deben de verificar las condiciones del sitio de construcción para que no puedan ocurrir fallas de seguridad. En 1977 en Japón, se estableció un procedimiento similar en respuesta a un grave accidente; un incendio se generó en un almacén que se encontraba en funcionamiento durante la construcción de una ampliación.

Por lo tanto, cuando se realiza la inspección para una recepción parcial, OPAMSS deberá verificar

no solo la parte de las obras terminadas sino también la condición del sitio o la condición del edificio, si en ellas existe la posibilidad de que los residentes, colindantes o transeúntes estén en riesgo por las obras pendientes. A continuación, se dan ejemplos de errores de seguridad en sitios de construcción.

i. Deficiencias en la Protección a caídas de objetos.

ii. No bloquear/asegurar un tablero eléctrico

iii. Deficiencia en la instalación de cintas de señalización para delimitar las áreas terminadas de las inconclusas o en proceso.

iv. Falta de cercos adecuados para delimitar las zonas de trabajo.

Art. VIII. 31. Recepción Parcial (1) (9)

El interesado podrá solicitar que las obras de urbanización y/o construcción sean recibidas por etapas, dejando el 10% del total de lotes o unidades para recepción final, siempre que la obra a recibir se encuentre provista de todas sus instalaciones y servicios.

El área verde y de equipamiento social, en los casos que se requiera, deberán estar completas y provistas con el equipamiento y la infraestructura necesarias para su funcionamiento, previo a la recepción parcial de hasta un máximo del 75% del total del proyecto.

Será responsabilidad del constructor o Director de la Obra proporcionar el mantenimiento adecuado de las obras parcialmente recibidas, mientras no sea otorgada la Recepción Final del proyecto.

Cuando por caso fortuito o fuerza mayor no sea posible el otorgamiento de Recepción Final y se haya comprobado que el propietario está imposibilitado a completar obras adicionales que surjan a raíz de estos, sin menoscabo a la seguridad de los residentes del proyecto, se podrá solicitar una recepción por cierre técnico, debiendo cumplir con lo establecido en el Art. VIII.30 según aplique. Dicha recepción por cierre técnico tendrá una connotación de reconocimiento de la existencia del proyecto aun a pesar del caso fortuito o de fuerza mayor acaecido en el proyecto y su entorno.

3.4.3. Formulario de solicitud, documentos adjuntos y proceso de Inspección.

La inspección final se ejecutará después de enviar el formulario de solicitud. La recepción final requiere que el propietario presente la solicitud con un libro de registro que indique claramente que se ha realizado una inspección intermedia y que se incluyan algunos requisitos para la inspección, como los resultados del estudio de suelos y pruebas de materiales. Como referencia, en la siguiente tabla se muestra una lista de documentos y requisitos con los cuales se debe de contar para realizar una recepción de obras y se deben de ir verificando en una inspección, cuando apliquen.

Tabla 3.1 Lista de documentos para realizar solicitud de recepción de obra.

Ítem	Documento
a)	Formulario en línea
	1. Información general del proyecto
	2. Información particular del proyecto
	3. Información de pago
	4. Declaración jurada firmada por propietario.
	5. Información y declaración jurada firmada por el profesional solicitante.
b)	Informe de conformidad
c)	Se requerirá firma electrónica/física del Gerente de Obra/Contratista.
	Informe de Cumplimiento (Estructura)
	Se requerirá la firma electrónica/física del supervisor responsable.
d)	**Registro de visitas de seguimiento técnico**
e)	**Copia de bitácora**
	Disponible en formato físico, digital o electrónico.
f)	Documentación de cumplimiento con el Plan Maestro y con lo dispuesto en el Sistema de Compensación.
g)	**Plano, esquema y diagrama de áreas de la obra.**
h)	**Bitácora**
	El cierre de la bitácora está firmada por el inspector de OPAMSS.
i)	Una placa con dimensiones de 30 cm x 30 cm
	Información de año de construcción, uso del edificio, número de niveles y sótanos, cargas vivas y muertas, empresa constructora.
j)	La liquidación final o documento que acredite el cumplimiento total del aporte del Sistema de Compensación.
k)	Comprobante de factibilidad de Agua, Alcantarillado y Electricidad.
l)	**Certificación o informe de conformidad emitido por el laboratorio de materiales.**
	Obras de terracería.
	Pavimentos

	Concreto
m)	Para nueva construcción de vivienda unifamiliar, recibo de conexión de ANDA o recibo de pago de servicios, o documento que acredite la autorización.
n)	Recepción parcial en campo por parte de ANDA del documento que acredita la autorización.
o)	Comprobante de autorización de los servicios de agua potable y alcantarillado por parte de la ANDA.
p)	Comprobante de donación del área verde y equipamiento social.
q)	Oferta de Donación establecida en el reglamento.
r)	Autorización de los servicios de energía eléctrica.
s)	Régimen de condominio inscrito en el CNR y su reglamento.
t)	Certificación emitida por el Cuerpo de Bomberos.
u)	Permiso de tanque de gas industrial adjunto del Ministerio de Economía.
v)	Constancia de la autorización de los servicios de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica.

Nota: Los elementos subrayados son de particular importancia en lo que respecta a la inspección estructural.

Con respecto a estos documentos, estos deben de estar conforme a lo solicitado en el permiso de construcción del proyecto, así mismo cualquier requisito que no se le haya mencionado y es necesario debe ser conforme al reglamento. Los documentos pasaran por una revisión al momento de recibirlos, para determinar si se entregan todos los documentos requeridos, posteriormente se realizará la revisión técnica de ellos.

Art. VII. 20 Declaración jurada (9)

Todo profesional o técnico que requiera desarrollar proyectos en el AMSS, deberá rendir declaración jurada ante Notario, indicando el conocimiento y respeto a las leyes, ordenanzas, reglamentos, normas, códigos y demás disposiciones que en materia se dicten, previos a la concesión de un trámite cuando: a) realice trámites previos, b) diseñe un proyecto en sus distintas especialidades, c) sea director, responsable o supervisor externo de la obra.

Esta declaración jurada podrá hacerse en dos formas:

a. Declaración jurada individual por proyecto, según formato.

b. Declaración jurada de carácter general para todo proyecto a ejecutar en el Área Metropolitana de San Salvador, para lo cual debe abrir un expediente en la OPAMSS.

Complementario a lo anterior, el propietario deberá presentar una declaración jurada sobre el conocimiento del proyecto solicitado, expresando y asumiendo la responsabilidad del cumplimiento de las normas legales correspondientes.

3.4.3.1. Método de inspección para la recepción final.

En cuanto a la estructura de concreto reforzado, el acero de refuerzo de los elementos ya no estará visible al momento de la recepción final; en este caso, se realizará una evaluación de los documentos del proyecto como: bitácora, fotografías, reportes, resultados de ensayos a los materiales y certificados de calidad. Por lo tanto, se requiere un método de inspección que requiera la revisión de los documentos en el sitio de construcción, para evaluar adecuadamente el estado y calidad de los elementos construidos. En la siguiente tabla se enlista los elementos a inspeccionar con sus respectivos documentos a revisar (no se limita al contenido de la siguiente tabla).

Tabla 3.2. elementos a inspeccionar con sus respectivos documentos a revisar.

Obra de reforzamiento	Actividad	Inspección en el proyecto	Documento a revisar
Encamisado de columna de concreto reforzado.	Varillas de refuerzo.	Cantidad de varillas de refuerzo, diámetro, espacio libre entre las varillas, longitud de traslapes, ángulo de ganchos, longitud de ganchos, recubrimiento, grado del acero de refuerzo.	Resultados de pruebas de materiales y/o certificados de fábrica.
	Anclajes	Número de anclajes, diámetro, separación entre anclajes, Longitud del ancla, profundidad del anclaje, tamaño de la cabeza del anclaje.	Longitud de anclaje, resultados de la Resistencia del anclaje, resultado de ensayos de calidad a los materiales, certificado de calidad del agente adhesivo, tratamiento de las juntas de construcción.
	Elemento de concreto (Nuevo)	Dimensiones del molde, ubicación, recubrimiento.	Resultados de pruebas de resistencia del concreto, resultados de pruebas de revenimiento, resultados de pruebas de materiales o certificados.
	Mortero	Dimensiones del molde, ubicación, recubrimiento.	Resultados de pruebas de resistencia del mortero, resultados de pruebas de fluidez del mortero, resultados de pruebas de materiales o certificados.
	Elemento de concreto (Existente)	Escarificado de la superficie de concreto, remoción del acabado.	Resultado de la exploración para determinar la distribución y ubicación del acero de refuerzo existente.

Obra de reforzamiento	**Actividad**	**Inspección en el proyecto**	**Documento a revisar**
Encamisado de viga de concreto reforzado.	Igual al: “Encamisado de columna de concreto reforzado”.		
Construcción de pared de corte de concreto reforzado.	Igual al: “Encamisado de columna de concreto reforzado”.		
Construcción de pared de concreto reforzado tipo ala.	Igual al: “Encamisado de columna de concreto reforzado”.		
Arriostramiento con marco de acero.	Varillas de refuerzo	Cantidad de varillas de refuerzo, diámetro, espacio libre entre las varillas, longitud de traslapes, amarres, ángulo de ganchos, longitud de ganchos, recubrimiento, grado del acero de refuerzo.	Resultados de pruebas de materiales y/o certificados de fábrica.
	Anclajes	Número de anclajes, diámetro, separación entre anclajes, Longitud del ancla, profundidad del anclaje, tamaño de la cabeza del anclaje.	Longitud de anclaje, resultados de la Resistencia del anclaje, resultado de ensayos de calidad a los materiales, certificado de calidad del agente adhesivo, tratamiento de las juntas de construcción.
	Elemento de concreto (Nuevo)	Dimensiones del molde, ubicación, recubrimiento.	Resultados de pruebas de resistencia del concreto, resultados de pruebas de revenimiento, resultados de pruebas de materiales o certificados.
	Mortero	Dimensiones del molde, ubicación, recubrimiento.	Resultados de pruebas de resistencia del mortero, resultados de pruebas de fluidez del mortero, resultados de pruebas de materiales o certificados.

Obra de reforzamiento	**Actividad**	**Inspección en el proyecto**	**Documento a revisar**
	Elemento de concreto (Existente)	Escarificado de la superficie de concreto, remoción del acabado.	Resultado de la exploración para determinar la distribución y ubicación del acero de refuerzo existente.
	Acero	Dimensiones, ubicación, precisión del montaje.	Resultados de pruebas de materiales y/o certificados de fábrica, resultados de auto-inspección de la precisión del montaje.
	Soldadura	Calidad de la soldadura, tipo, dimensiones y ubicación.	Resultados de las pruebas de calidad a la soldadura y certificados de calidad del material de aporte.
	Pernos de cortante (Pernos Nelson-Stud)	Calidad de la soldadura, longitud del perno, espaciamiento entre pernos, ubicación.	Resultados de las pruebas de calidad a la soldadura y certificados de calidad de los materiales.
Hendidura estructural	Hendidura	Tipo, ubicación, tamaño de la hendidura, etc.	N/A
	Pared de concreto existente	Condiciones del concreto (grietas o algún otro daño)	N/A
	Varillas existentes	Condiciones de las varillas de refuerzo (no poseen ningún daño)	N/A
Envoltura con fibra de carbono	Fibra de carbón	Condición de la envoltura, traslape y su ubicación.	Resultados de pruebas de materiales y/o certificados de fábrica.
	Elemento estructural existente	Remoción de acabado existente (condición).	N/A
	Mortero	Espesor	Resultados de pruebas de resistencia del mortero, resultados de pruebas de fluidez del mortero, resultados de pruebas de materiales o certificados.
Reforzamiento de fundación.	Varillas de refuerzo	Cantidad de varillas de refuerzo, diámetro, espacio libre entre las varillas, longitud de traslapes, amarres, ángulo de ganchos,	Resultados de pruebas de materiales y/o certificados de fábrica.

Obra de reforzamiento	Actividad	Inspección en el proyecto	Documento a revisar
		longitud de ganchos, recubrimiento, grado del acero de refuerzo.	
	Anclajes	Número de anclajes, diámetro, separación entre anclajes, Longitud del ancla, profundidad del anclaje, tamaño de la cabeza del anclaje.	Longitud de anclaje, resultados de la Resistencia del anclaje, resultado de ensayos de calidad a los materiales, certificado de calidad del agente adhesivo, tratamiento de las juntas de construcción.

Además, luego de obtener la aprobación de OPAMSS, el propietario del proyecto tendrá que tramitar y recibir el respectivo permiso de habitar de parte de la municipalidad que tenga jurisdicción, para que las obras puedan ser puestas en funcionamiento y/o habitadas.

3.5. Seguridad industrial.

En la industria de la construcción, las áreas de trabajo son de alto riesgo de accidentes, por lo que es necesario aclarar las responsabilidades y roles representativos e implementar definitivamente medidas de seguridad para prevenir accidentes.

Dado que el monitoreo por parte del inspector de OPAMSS implica funciones críticas para mantener y motivar la gestión del control de seguridad, es mejor confirmar cómo los contratistas y sus representantes, supervisores o gerentes de construcción las ejecutan a través de la bitácora, reportes, etc., en la inspección intermedia.

La disposición de este apartado está regulada por el RLDOTAMSS Art VI.38 al Art VI.47 como se muestra a continuación.

RLDOTAMSS Art. VI. 38 Responsabilidad

Los constructores y sus representantes, capataces o encargados, están obligados a evitar que la ejecución de las obras cause molestias o perjuicios a terceros.

Art. VI. 39 Seguridad

Los constructores tomarán las precauciones racionales para proteger la vida y la salud de los trabajadores y de cualquier otra persona a la que puedan causarle daños, directa o indirectamente, con la ejecución de la obra.

Art. VI. 40 Construcción de Andamios

Todo andamio fijo deberá estar diseñado para resistir su propio peso más la carga viva a que estará sujeta, la cual no se tomará menor de 100 Kg/m2 más una concentración de 100 Kg. supuesta en la posición más desfavorable. En los andamios sujetos a desplazamientos verticales

se supondrá un factor de ampliación dinámico de tres unidades (3.0). Los andamios deben construirse de manera que protejan de todo peligro a las personas que los usen y a los que pasen cerca o debajo de ellos; tendrán las dimensiones adecuadas y los dispositivos de protección necesarios para estas condiciones de seguridad. Los responsables de las obras vigilarán su construcción, montaje y desmontaje.

Art. VI.41 Precauciones y Protecciones en la Ejecución de Obras

Para la ejecución de obras en la vía pública o en predios de propiedad privada o pública, deberán tomarse las medidas adecuadas para evitar daños o perjuicios a las personas o a los bienes. Siempre que se ejecuten obras de cualquier clase que den hacia la vía pública, se colocarán, para proteger de peligro o perjuicios a terceros dispositivos de acuerdo a las características siguientes:

Barreras:

Cuando se ejecuten obras de pintura, limpieza o similares, se colocarán barreras que se puedan remover al suspenderse el trabajo diario. Estarán pintadas de amarillo y tendrán leyendas de protección.

Marquesinas:

Cuando los trabajos se ejecuten a más de tres metros (3.00 Mts) de altura, se colocarán

marquesinas provisionales que cubran suficientemente la zona de la vía pública inferior al lugar de las obras y predios vecinos. Ningún elemento de estas marquesinas estará a menos de dos metros (2.00 Mts.) de una línea de transmisión eléctrica.

Tapias o Vallas:

Cuando para efectuar una obra sea necesaria la instalación de vallas, cercas o tapias provisionales, no se permitirá invadir la acera con fajas mayores de cincuenta centímetros (50 cms.) que afecten el tránsito en la vía pública. Cuando de acuerdo con la importancia de las obras se requiera mayor superficie de ocupación, será obligatorio obtener del municipio el permiso correspondiente.

Pasos Cubiertos:

En obras cuya altura sea mayor de diez metros (10.00 Mts.) o en aquellas en que la invasión de la acera lo amerite, se construirá un paso cubierto además del tapial o valla provisional.

Art. VI. 42 Características de las Protecciones

Los tapiales o vallas, pasos cubiertos, marquesinas, etc., serán de madera, lámina y otro material que ofrezca las garantías mínimas de seguridad. Cuando haya necesidad de pasos cubiertos, marquesinas, etc., su diseño en ningún caso será inferior al especificado en el Art. VI.40 de este Reglamento. Los tapiales o vallas provisionales, se permitirán únicamente mientras dure la construcción de las obras, tendrán una altura mínima de dos metros (2.00 Mts.) con superficie ondulada o lisa y no invadirán la acera más de cincuenta centímetros a partir de la línea de construcción demarcada. Los pasos cubiertos tendrán cuando menos una altura de dos metros cuarenta centímetros (2.40 Mts.) y una anchura libre de un metro veinte centímetros (1.20 Mts.) y ninguno de sus elementos quedará a menos de cuarenta centímetros (40 cms.) de la vertical del cordón de la acera. Las marquesinas provisionales estarán a una altura tal que la caída de los materiales de demolición o construcción sobre ellos, no exceda de tres metros (3.00 Mts.) Las protecciones se construirán de manera que no obstruyan la vista de las placas de nomenclatura

señaladas de tránsito y aparatos o accesorios de los servicios públicos. En caso necesario, se colocarán éstos, en otro lugar adecuado. Los demoledores de edificios antiguos y los constructores de obras nuevas están obligados a conservar los tapiales o vallas en buenas condiciones de estabilidad y de aspecto. Con excepción de los letreros con los nombres de los responsables de la obra, o de la propaganda que los propietarios quieran hacer del edificio de construcción, no se permitirán rótulos o anuncios en los tapiales o vallas si no cuentan con el permiso correspondiente.

Art. VI. 43 Daños a Servicios Públicos y Propiedades Privadas

Cuando por la ejecución de una obra, pública o privada, se produzca daños o perjuicios a cualquier servicios público o privado, la reparación inmediata de los daños será por cuenta del dueño y/o del constructor de la obra que causare los daños en la construcción. Si el daño se causa al hacer uso de un permiso de cualquier naturaleza que se haya otorgado por autoridad competente, de acuerdo a las características del daño, dicho permiso se suspenderá hasta que el daño sea reparado.

Art. VI. 44 Materiales y Escombros en la Vía Pública

Se prohíbe la acumulación de escombros, maquinaria o materiales de construcción en las vías públicas, salvo los procedentes de la construcción o reparación de dichas vías, por el tiempo necesario y reduciendo al mínimo las molestias al público, garantizando y protegiendo el paso peatonal.

Art. VI. 45 Señales Preventivas para Obras

Toda obra o instalación relacionada con un servicio público que deba de realizarse en las vías públicas, así como excavaciones escombros o cualquier obstáculo para el tránsito por reparación de las vías mismas, originadas por obras públicas o privadas, deberá hacerse notar mediante avisos y señales preventivas, de acuerdo con las normas y reglamentos de la materia, visibles de día y de noche colocados a una distancia razonable de los trabajos.

Art. VI. 46 Construcciones Provisionales

Solo se permitirán las construcciones provisionales necesarias para el desarrollo de las obras de construcción y obligatoriamente deberá contar con servicios sanitarios de tipo provisional indispensables para uso de los trabajadores. Reunirán los requisitos de seguridad e higiene, se construirán dentro de los límites del predio a construir y serán retirados al finalizar la obra.

Art. VI. 47 Demoliciones

Se tomarán las precauciones debidas para evitar que una demolición cause daños y molestias en construcciones vecinas o en la vía pública. Si se emplean puntales, armaduras, vigas o cualquier otro medio de protección, se tendrá cuidado de no introducir esfuerzos que causen perjuicios a las construcciones circundantes. No se permitirá el uso de explosivos para llevar a cabo demoliciones, salvo los casos provistos por el Ministerio de Obras Públicas.

3.6. Sanciones en caso de transgresiones a los procedimientos.

En caso de que existan transgresiones con la obra construida en comparación con los planos aprobados, la OPAMSS preparará cuidadosamente la evidencia apoyado con las Hojas de Inspección.

El propietario deberá de corregir las transgresiones para que estas estén en coherencia con los planos aprobados u obtener nuevamente un permiso de construcción para realizar modificaciones. Después de la revisión del reporte presentado por el propietario, la OPAMSS instruirá al propietario, al supervisor y al director para que realicen las correcciones y/o tramite modificaciones al permiso; en el caso de las correcciones cuando estas se terminen, se deberá de informar inmediatamente a la OPAMSS para que se realicen inspecciones adicionales.

Si el propietario no acata o no cumple con lo indicado respecto a la corrección de la transgresión ni con el procedimiento de la modificación, la OPAMSS pasará a la siguiente etapa en la que participará el Consejo Municipal.

Las disposiciones de este apartado se regulan en LDOTAMSS Art 75 al Art 91, RLDOTAMSS Art VIIII.28 y 37 como se muestra a continuación.

CAPÍTULO VI DE LAS TRANSGRESIONES, SANCIONES Y RECURSOS

Art. 75.-Toda transgresión a la presente ley y su Reglamento, así como el incumplimiento de las normas técnicas determinadas en los planos y documentos, códigos y reglamentos relativos a la urbanización y construcción, resoluciones y permisos de parcelación o construcción, están sujetos a sanción conforme lo establecido en esta Ley y Reglamento.

Art. 76.-Las sanciones antes mencionadas serán las siguientes:

a) Suspensión de la obra;

b) Sanción económica;

c) Suspensión de los servicios públicos;

d) Demolición de la obra objetada;

e) Clausura de la edificación.

Art. 77.-<u>Se ordenarán la suspensión de las obras de construcción o parcelación</u>, cuando se incurra en cualquiera de las siguientes situaciones:

a) Falsedad en los datos consignados en las solicitudes de permisos.

b) Carecer en las obras, sin causa justificada, de la bitácora o por omitirse en la misma los datos necesarios que el Reglamento de esta Ley establezca;

c) Ejecutarse una obra o parcelación sin la autorización correspondiente;

d) Ejecutarse una obra, modificándose lo aprobado en la revisión vial y zonificación, sin haberse autorizado previamente dichas modificaciones;

e) Ejecutarse una obra sin Director;

f) Ejecutarse, sin las debidas precauciones, obras que pongan en peligro la vida o la propiedad de las personas;

g) No acatar las disposiciones relativas a la protección al medio ambiente.

Art. 78.-La aplicación de sanción económica procede cuando el constructor o propietario se haga acreedor a una segunda o tercera notificación sobre la misma transgresión en cuanto a la suspensión de la obra.

Art. 79.- La aplicación de la sanción económica al constructor, cuando se trate de la segunda notificación por la misma transgresión consistiría en el 50% del valor tasado de la parte de obra objetada; en el caso de la tercera notificación será el 100% de dicho valor tasado.

Si el constructor reincidiera en ese tipo de transgresión se trasladará el caso al Registro Nacional de Arquitectos, Ingenieros, Proyectistas y Constructores, para que proceda a la aplicación de la sanción correspondiente. Las trasgresiones a las disposiciones tendientes a la preservación del medio ambiente serán sancionadas con una multa equivalente al 50% del valor del terreno afectado. El monto de dichas sanciones económicas ingresará a los fondos del municipio de la jurisdicción de la obra sancionada.

Art. 80.-Se procederá a la suspensión de los servicios públicos de las obras, cuando el infractor no acate la tercera orden de suspensión en el término señalado en la notificación correspondiente

Art. 81.- Se ordenará la demolición de las obras de construcción o urbanización cuando se incurra en cualquiera de las siguientes situaciones.

a) Por haber ejecutado una obra o parte de ella sin cumplir los requisitos mínimos establecidos en el Reglamento de esta Ley y otros reglamentos afines;

b) Cuando una obra por su mala construcción o ubicación, amenace la salud o ponga en peligro la vida o propiedad de las personas;

c) Cuando en las obras suspendidas o clausuradas no puedan hacerse las modificaciones necesarias para adaptarlas a los requisitos mínimos establecidos en el Reglamento de esta Ley;

d) Por ubicarse la obra fuera de la línea de construcción o dentro de la zona de retiro obligatoria o dentro de la vía pública;

e) Cuando el destino de la obra haya sido considerado como uso prohibido en la calificación de lugar o en el plano general de zonificación del AMSS según la matriz de usos del suelo.

Art. 82.-Se procederá a la demolición por parte del municipio a cuenta del propietario o constructor según el caso, cuando no se hubiere atendido la orden de demolición en el término señalado en la notificación correspondiente.

Art. 83.- Las multas que se impongan, deberán ser pagadas dentro de los quince días siguientes a la notificación de la resolución en que se imponga, salvo que se interponga algún

recurso; en cuyo caso la obligación de pago será dentro de los cinco días hábiles posteriores a la resolución definitiva;

la certificación de la resolución que impone la multa respectiva tendrá fuerza ejecutiva. Fuera de estos plazos, la multa causará el interés del 2% mensual.

Art. 84.- De todo incumplimiento o transgresión en una obra, la OPAMSS deberá comunicarlo al Alcalde Municipal o funcionario delegado de la localidad donde se cometiere la infracción, para los efectos señalados en el artículo 88 de la presente ley.

Toda reincidencia de un constructor será notificada al Registro Nacional de Arquitectos, Ingenieros Proyectistas y Constructores, para que se proceda a la aplicación de sanción correspondiente.

Art. 85.- La variación del uso del suelo, sin el permiso correspondiente, dará lugar a la aplicación de sanción de acuerdo al siguiente procedimiento:

PRIMERA NOTIFICACION

Se indicará la transgresión y el plazo en el cual deberá legalizar su situación.

SEGUNDA NOTIFICACION.

Se indica el término en el se procederá a la suspensión de servicios públicos de no atenderse la primera y segunda notificación, se aplica sanción económica del 10% del valor del inmueble.

TERCERA NOTIFICACION

Suspensión de los servicios públicos y clausura de la edificación.

Art. 86.- La aplicación a la sanción económica al propietario de la parcelación cuando se trate de la segunda notificación por la trasgresión consistirá en una multa en efectivo equivalente al 5% del valor del inmueble según peritaje realizado en el mismo, en caso de la tercera notificación la multa será del 10% del valor del inmueble y clausura de la parcelación definitiva.

Art. 87.- De toda resolución o acuerdo técnico que tome la OPAMSS, conforme a esta ley y su reglamento, y que se considere desfavorable al interesado, este podrá solicitar a la OPAMSS revisión con exposición de motivos. En caso de una resolución negativa, podrá recurrir al Concejo Municipal respectivo, dentro de los quince días hábiles siguientes de notificadas la resolución.

En tal virtud el Concejo Municipal solicitará la información y pruebas pertinentes a la OPAMSS, y resolverá en un plazo no mayor de treinta días, después de oír al interesado.

Art. 88.-La autoridad competente para sancionar, previo el juicio administrativo correspondiente será el Alcalde Municipal o Funcionario delegado de la localidad, donde se cometiere la infracción según lo establece el Código Municipal en el art. 131. Cuando el Alcalde o funcionario delegado tuviere conocimiento por notificación de la OPAMSS, que una persona, natural o jurídica, a cometido infracción a la presente ley, dentro de su ámbito Municipal, iniciara el procedimiento, y

solicitará a la OPAMSS las pruebas que se consideren necesarias. De la prueba obtenida notificará en legal forma al infractor para que comparezca dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes a la notificación. Si compareciere en su rebeldía abrirá apruebas por ocho días y pasado el término resolverá dentro de los dos días siguientes. Para dictar sentencia la autoridad adquirirá su convencimiento por cualquier de los medios establecidos en la ley. La certificación de la resolución que imponga una multa tendrá fuerza ejecutiva.

Art. 89.- De las resoluciones del Alcalde o funcionario Delegado, se admitirá recurso de apelación para ante el Concejo dentro de los tres siguientes a su notificación.

Interpuesto el recurso de apelación, el Alcalde dará cuenta al Concejo en su próxima sesión quien designará algunos de sus miembros o algún funcionario para que lleve la sustanciación del recurso y lo devuelva oportunamente para resolver. Admitido el recurso por el Concejo se notificará al apelante y se abrirá a prueba por el término de cuatro días. Transcurrido el término de pruebas el encargo de la sustanciación devolverá el expediente al Concejo para que resuelva.

Art. 90.- Las multas establecidas en la presente ley, ingresaran al municipio del lugar donde se cometió la infracción.

Art. 91.- En lo no dispuesto en la presente ley, tendrá aplicación la ley de Urbanismo y Construcción o aquella que haga sus veces y sus reglamentos.

Art. VIII.28. Sanciones

En caso de incumplimiento por parte del constructor, de cualquiera de las disposiciones de este Reglamento y en cualquier etapa de construcción de las obras, será sancionado conforme a lo dispuesto en la parte novena del presente Reglamento.

Art. IX.3. De las Transgresiones

Toda transgresión al presente reglamento y a la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS, así como el incumplimiento de las normas Técnicas determinadas en los planos y documentos, Códigos y reglamentos nacionales relativos a la urbanización y construcción, resoluciones y permisos de parcelación y/o construcción, están sujeto a sanción conforme a lo establecido en la Ley y el presente reglamento. Las sanciones antes mencionadas serán las siguientes:

Suspensión de la Obra.

Sanción económica.

Suspensión de los servicios públicos.

Demolición de la obra objetada.

Clausura en la edificación.

Art. IX.4. Suspensión de las obras

Se ordenará la suspensión de las obras de construcción o parcelación, cuando se incurra en cualquiera de las siguientes situaciones:

Falsedad en los datos consignados en las solicitudes de permisos.

Carecer en las obras, sin causa justificada, de la bitácora, o por omitirse en la misma los datos necesarios que este reglamento establezca.

Ejecutarse una obra o parcelación sin la autorización correspondiente;

Ejecutarse una obra, modificándose o aprobado en la revisión vial y zonificación, sin haberse autorizado previamente dichas modificaciones.

Ejecutarse una obra sin Director.

Ejecutarse sin las debidas precauciones, obras que pongan en peligro la vida o la propiedad de las personas.

No acatar las disposiciones relativas a la protección al medio ambiente.

Art. IX. 5. Sanción Económica

La aplicación de sanción económica, procede cuando el constructor o propietario se haga acreedor a

una segunda o tercera notificación sobre la misma transgresión en cuanto a la suspensión de la obra.

Art. IX. 6. Sanción económica en la segunda y tercera notificación y las transgresiones a las disposiciones del medio ambiente

La aplicación de la sanción económica al constructor, cuando se trate de la segunda notificación por la misma transgresión, consistirá en el 50% del valor tasado de la parte de la obra objetada; en el caso de la tercera notificación, será el 100% de dicho valor tasado. Si el constructor reincidiera en ese tipo de transgresión, se trasladará el caso al Registro Nacional de Arquitectos, Ingenieros, Proyectistas y Constructores, para que proceda a la aplicación de la sanción correspondiente. Las transgresiones a las disposiciones tendientes a la preservación del medio ambiente, serán sancionadas, con una multa equivalente al 50% del valor del terreno afectado.

El monto de dichas sanciones económicas, ingresará a los fondos del municipio de la jurisdicción de la obra sancionada.

Art. IX. 7. Suspensión de los servicios públicos

Se procederá a la suspensión de los servicios públicos de las obras, cuando el infractor no acate la tercera orden de suspensión en el término señalado en la notificación correspondiente.

Art. IX. 8. Demolición de la obra objetada

Se ordenará la demolición de las obras de construcción o urbanización, cuando se incurra en cualquiera de las siguientes situaciones:

Por haber ejecutado una obra o parte de ella sin cumplir con los requisitos mínimos establecidos en el presente reglamento y otros reglamentos afines.

Cuando una obra por su mala construcción o ubicación, amenace la salud o ponga en peligro la vida o propiedad de las personas.

Cuando en las obras suspendidas o clausuradas no puedan hacerse las modificaciones necesarias para adaptarlas a los requisitos mínimos establecidos en el presente reglamento.

Por ubicarse la obra, fuera de la línea de construcción o dentro de la zona de retiro obligatoria o dentro de la vía pública.

Cuando el destino de la obra haya sido considerado como uso prohibido en la calificación de lugar o en el plano general de zonificación del AMSS según la matriz de usos del suelo.

Art. IX. 9. Demolición por parte del municipio

Se procederá a la demolición por parte del municipio a cuenta del propietario o constructor según el caso, cuando no se hubiere atendido la orden de demolición en el término señalado en la notificación correspondiente.

Art. IX. 10. Pago de multas

Las multas que se impongan, deberán ser pagadas dentro de los quince días siguientes a la notificación de la resolución en que se imponga, salvo que se interponga algún recurso; en cuyo caso la obligación de pago será dentro de los cinco días hábiles posteriores a la resolución definitiva; la certificación de la resolución que impone la multa respectiva, tendrá fuerza ejecutiva. Fuera de estos plazos, la multa causará el interés del 2% mensual.

Art. IX. 11. Incumplimiento de una obra

De todo incumplimiento o transgresión en una obra, la OPAMSS deberá comunicarlo al Alcalde Municipal o funcionario delegado de la localidad donde se cometiere la infracción, para los efectos señalados en el Art. IX. 14 del presente reglamento.

Toda reincidencia de un constructor será notificada al Registro Nacional de Arquitectos, Ingenieros Proyectistas y Constructores, para que proceda a la aplicación de la sanción correspondiente.

Art. IX. 12 De las Notificaciones

La variación del uso del suelo, sin el permiso correspondiente, dará lugar a la aplicación de sanción de acuerdo al siguiente procedimiento.

PRIMERA NOTIFICACIÓN

Se indicará la transgresión y el plazo en el cual deberá legalizar su situación.

SEGUNDA NOTIFICACIÓN

Se indica el término en el cual se procederá a la suspensión de servicios públicos de no atenderse la primera y segunda notificación, y se aplica sanción económica del 10% del valor del inmueble.

TERCER NOTIFICACIÓN

Suspensión de los servicios públicos y clausura de la edificación.

Art. IX. 13. Aplicación de Sanciones Económicas

La aplicación a la sanción económica al propietario de la parcelación cuando se trate de la segunda notificación por la misma transgresión, consistirá en una multa en efectivo equivalente al 5% del valor del inmueble según peritaje realizado en el mismo. En caso de la tercera notificación, la multa será del 10% del valor del inmueble y clausura de la parcelación definitiva.

Art. IX. 14. De los Procedimientos

De toda resolución o acuerdo técnico que tome la OPAMSS, conforme a este reglamento, y que se considere desfavorable al interesado, éste podrá solicitar a la OPAMSS revisión con exposición de motivos. En caso de una resolución negativa, podrá recurrir ante el Concejo Municipal respectivo, dentro de los quince días hábiles siguientes de notificada la resolución. En tal virtud, el Concejo Municipal, solicitará la información y pruebas pertinentes a la OPAMSS, y resolverá en un plazo no mayor de treinta días, después de oír al interesado.

Art. IX. 15. Autoridad competente para sancionar

La autoridad competente para sancionar, previo el juicio administrativo correspondiente, será el Alcalde Municipal o Funcionario Delegado de la localidad donde se cometiere la infracción, según lo establece el Código Municipal en el art. 131. Cuando el Alcalde o Funcionario delegado, tuviere conocimiento por notificación de la OPAMSS, que una persona natural o jurídica, ha cometido infracción a la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS y el presente reglamento, dentro de su ámbito municipal, iniciará el procedimiento, y solicitará a la OPAMSS las pruebas que se consideren necesarias.

De la prueba obtenida, notificará en legal forma al infractor para que comparezca dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes a la notificación. Si compareciere, o en su rebeldía, abrirá a pruebas por ocho días, y pasado el término, resolverá dentro de los dos días siguientes. Para dictar sentencia, la autoridad adquirirá su convencimiento por cualquiera de los medios establecidos en la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS y el presente reglamento.

La certificación de la resolución que imponga una multa, tendrá fuerza ejecutiva.

Art. IX. l6. De las Resoluciones

De las resoluciones del Alcalde o Funcionario Delegado, se admitirá recurso de apelación para ante el Concejo dentro de los tres días siguientes a su notificación.

Interpuesto el recurso de apelación, el Alcalde dará cuenta al Concejo en su próxima sesión, quien designará algunos de sus miembros o algún funcionario para que lleve la sustanciación del recurso y lo devuelva oportunamente para resolver. Admitido el recurso por el Concejo, se notificará al apelante y se abrirá a prueba por el término de cuatro días.

Transcurrido el término de pruebas, el encargado de la sustanciación, devolverá el expediente al Concejo para que resuelva.

Art. IX. 17. Destino de las Multas

Las multas establecidas en la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS y el presente reglamento, ingresarán al municipio del lugar donde se cometió la infracción.

Art. IX. 18. De lo no dispuesto en el presente Reglamento

En lo no dispuesto en la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS y el presente reglamento, tendrá aplicación la Ley de Urbanismo y Construcción o aquella que haga sus veces y sus reglamentos.

Art. IX.18 A De la primacía del Esquema Director

En caso de contradicción de apartados específicos del citado Reglamento con la nueva normativa del Esquema Director, primará este último.

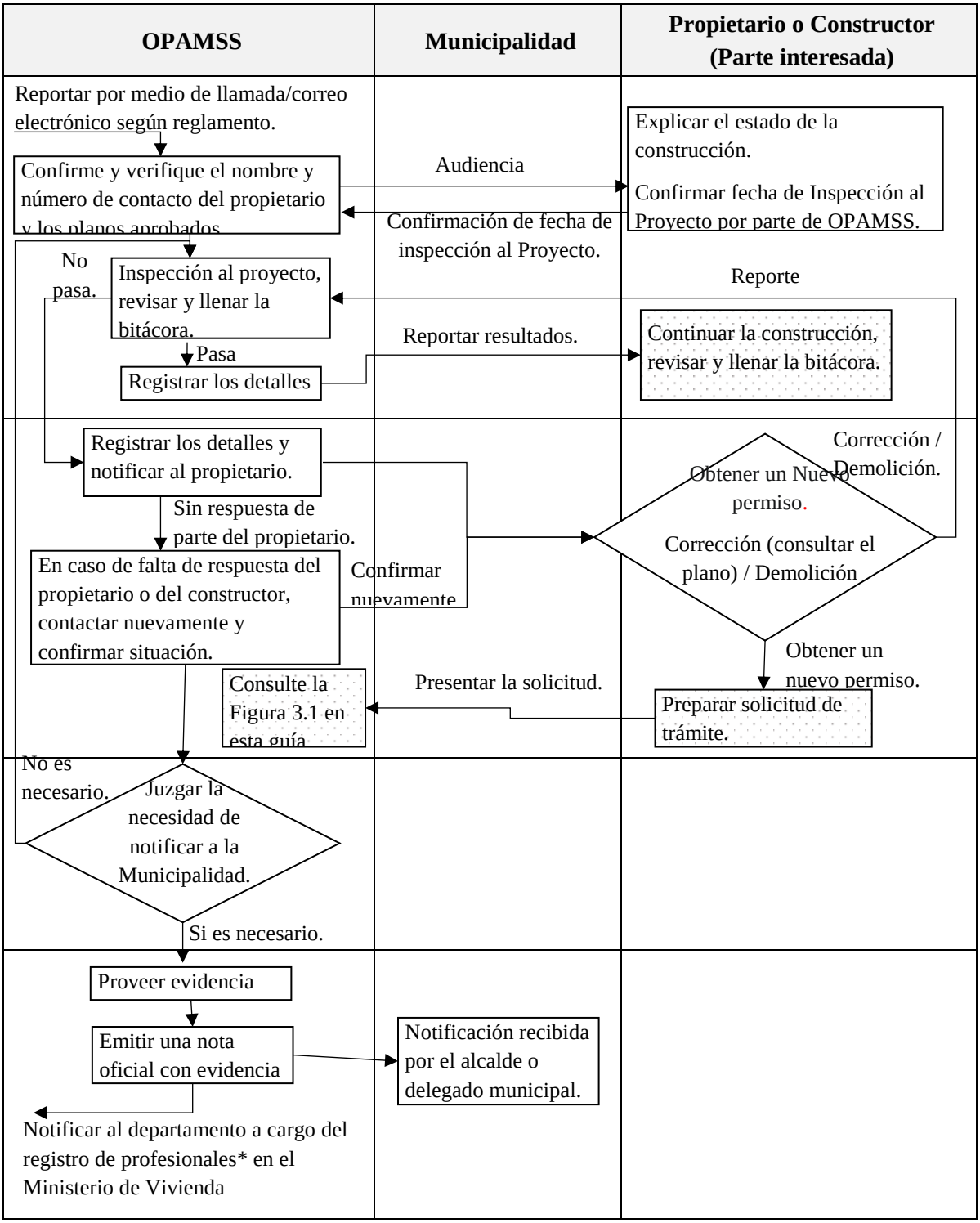


Figura 3.3 **Diagrama de flujo del procedimiento sancionatorio.**

*Registro nacional de Arquitectos, Ingenieros, Proyectistas Constructores.

Se deberá corregir las incoherencias o malos procedimientos observados en la inspección, hasta tener el visto bueno del profesional del diseño y de OPAMSS. Las transgresiones que se pudieran encontrar se detallan a continuación con las diligencias recomendadas para OPAMSS. Existen dos escenarios donde se pudieran descubrir una transgresión, uno es al momento de la inspección de seguimiento y en ese instante se realiza la observación, el otro escenario es cuando se recibe una denuncia en OPAMSS aquí se debe de realizar inmediatamente una inspección al lugar.

Tabla 3.3 Diligencias de parte de OPAMSS al cometerse una trasgresión en un proyecto.

	Descripción de la transgresión según RLDOTAMSS	Diligencia recomendada para OPAMSS	Aspecto a revisar/verificar
a)	Falsedad en los datos consignados en las solicitudes de permisos.	Realizar inmediatamente una inspección al proyecto con los planos aprobados e indicar al propietario o al constructor que presente un informe que incluya planos y fotografías de las condiciones del proyecto.	Diferencias entre los planos aprobados y el estado actual. Los informes de acciones correctivas. (Las decisiones del propietario). Confirmar si se tramitara un nuevo permiso de construcción o no.
b)	La bitácora no se encuentra en el proyecto, sin causa justificada u omite la información necesaria que establece el Reglamento.	Realizar inmediatamente una inspección al proyecto con los planos aprobados e indicar al propietario o al constructor que presente un informe para confirmar la información faltante.	La bitácora o documentos alternos. Las condiciones reales de las obras cumplen con los planos aprobados.
c)	Realizar alguna obra de construcción sin la autorización correspondiente.	Realizar inmediatamente una inspección al proyecto con los planos aprobados e indicar al propietario o al constructor que presente un informe que incluya planos y fotografías de las condiciones de las obras relacionadas a esta situación.	Diferencias entre los planos aprobados y el estado actual. Los informes de acciones correctivas. (Las decisiones del propietario). Confirmar si se tramitara un permiso de construcción o no.
d)	Ejecutar una obra, modificándose lo aprobado en la permisos otorgados, sin haberse solicitado previamente dichas modificaciones.	Notificar, con los planos aprobados, a la municipalidad correspondiente	-
e)	Ejecutar una obra sin Director.	Realizar inmediatamente una inspección al proyecto con los	Certificación del Director propuesto.

		planos aprobados e indicar al propietario o al constructor que asigne un Director y realice informe al respecto.	Las obras realizadas cumplen con los planos aprobados.
f)	Ejecutarse, sin las debidas precauciones, obras que pongan en peligro la vida o la propiedad de las personas.	Notificar a la correspondiente municipalidad.	-
g)	No acatar las disposiciones relativas a la protección al medio ambiente.	Notificar a la correspondiente municipalidad.	-

Nota: Luego de confirmar la sanción relacionado al proyecto y las condiciones de este, la OPAMSS presentara toda la evidencia necesaria y solicitara a la Municipalidad que lo considere.

3.7. Apelaciones

En caso de que la OPAMSS no otorgue favorablemente un Tramite Preliminar, Permisos y Recepción de Obras, es fundamental aclarar el motivo de acuerdo al Reglamento referenciándolo con sus artículos y con su debida interpretación para proteger el propio organismo de la OPAMSS.

Los recursos de apelación están estipulados en el "RLDOTAMSS Art. VIII.37 Apelaciones". Todos los recursos contra los procedimientos anteriores se presentarán ante el Consejo Municipal, que es un organismo con la autoridad para conocer las controversias relacionadas con el cumplimiento de RLDOTAMSS.

Art. VIII. 37. Recursos (16)

A toda denegatoria por parte de la OPAMSS para cualquier solicitud de Trámites Previos, Permisos y/o Recepción de Obras, el interesado podrá solicitar a la misma, una reconsideración **con exposición de motivos dentro de los diez días siguientes a la notificación, conforme a los medios electrónicos que OPAMSS disponga.**

En caso de obtener una resolución negativa podrá apelar ante el Concejo Municipal de la localidad correspondiente, dentro de los 15 días subsiguientes a la negativa, el cual oirá apelaciones y consultará a la OPAMSS y resolverá lo que convenga en un término no mayor de 30 días, únicamente en vista de autos y conforme a la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMS, al Esquema Director y al presente Reglamento.

Art. IV.29 Apelaciones

En caso de denegarse la aprobación de determinado uso de suelo, el interesado podrá solicitar a la OPAMSS una reconsideración, con exposición de motivos. En caso de obtener una resolución negativa, podrá apelar ante el Concejo Municipal de la localidad correspondiente dentro de los quince días subsiguientes a la negativa, el cual oirá apelaciones y consultará a la OPAMSS y resolverá lo que convenga en un término no mayor de 30 días, únicamente en vista de autos y conforme a la Ordenanza del Control del Desarrollo Urbano y de la Construcción, a la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del AMSS, al Plano

General de Zonificación del AMSS y al presente Reglamento. La sentencia que se pronuncie causará ejecutoria, y no permitirá más recurso que el de responsabilidad.

Capitulo 4. Inspeccion de la calidad de la construccion.

4.1. Método de inspección de calidad de la construcción durante la inspección intermedia.

4.1.1. General

La mano de obra de campo pudiera ser experimentada o certificada, sin embargo, se recomiendan programas de control de calidad con inspecciones que generalmente son obligatorias para garantizar el cumplimento de los requerimientos del ente regulador. Es posible que los materiales no cumplan con los requisitos de las normas debido a variaciones en la materia prima o el proceso de fabricación. Las condiciones del proyecto no siempre cumplen con los planos aprobados debido al deseo del propietario de acortar los plazos y reducir los costos, o al escaso conocimiento de un supervisor, director o contratista. La mano de obra no siempre es de calidad debido a una formación inadecuada, una experiencia inadecuada o una supervisión descuidada.

En cuanto a las obras de reforzamiento, se clasifican en dos tipos según su desempeño. Uno de ellos es la modificación del sistema de resistencia sísmico del edificio, incluye la incorporación de una pared de relleno, por medio de una pared de corte, un arriostramiento metálico y aislando la base cuando se requiera; agregar una pared en un piso inferior es una opción viable para reforzar edificios con piso débil. El otro tipo es la mejora de la resistencia de los elementos estructurales al añadir una nueva capa de concreto reforzado con refuerzo longitudinal y estribos con un espaciamiento relativamente pequeño, este es conocido como encamisado de concreto reforzado, el cual aumenta tanto la resistencia a la flexión como la resistencia al corte de la viga o columna.

En particular, los extremos de la columna o viga y la unión columna-viga tienen un impacto significativo en el desempeño sísmico; se requerirán planos detallados al momento de realizarles una inspección. La OPAMSS también deberá instruir a los solicitantes para que no falte el hito de la inspección intermedia. La OPAMSS como ente regulador y controlador dentro de sus competencias dará seguimiento a las construcciones para que se cumplan las normas, reglamentos y procesos constructivos adecuados, mediante observaciones y/o recomendaciones al responsable de obra, Director y Supervisor, por lo tanto, OPAMSS deberá confirmar técnicamente si existen transgresiones en la construcción actual en comparación con los planos aprobados al momento de la Inspección Intermedia o Final. Esta sección muestra lo que un inspector debe de considerar sobre la mano de obra, procesos y condiciones de entorno al momento de realizar una inspección.

4.1.1.1. Verificar las condiciones del proyecto: distribución, limpieza, seguridad industrial y control de polvo.

a) Distribución

La planificación del diseño del sitio de construcción es un análisis del espacio; es necesario considerar una distribución funcional que incluya (cuando apliquen): accesos adecuados al proyecto, oficinas, alojamiento, áreas de almacenamiento/acopios, ornamentación, servicios temporales, cerramientos provisionales y seguridad. La facilidad de accesibilidad minimizaría la posibilidad de accidentes y reduciría el tiempo necesario para movilizarse en un proyecto. Especialmente para proyectos de

reforzamiento sísmico, el área del sitio de construcción es casi limitada, el contratista deberá considerar planificar una distribución adecuada y un espacio seguro.

b) Limpieza/ Control de polvo

Es importante mantener limpio un sitio de construcción, existen muchos beneficios y lo más importante para mantener un sitio de construcción limpio es la seguridad de todos aquellos que ingresan al sitio y la salud de los contratistas que trabajan en el proyecto. Existen varios beneficios adicionales, como ahorro de costos, mejora de la productividad laboral y protección del medio ambiente. Especialmente para proyectos de reforzamiento sísmico, hay muchos trabajos de desmontaje, remoción y perforación que generan polvo, durante la construcción, es necesario hacer esfuerzos para hermetizar y/o humedecer el área de trabajo para evitar que vuele polvo a otras áreas.

Como referente para una inspección, el mantener un sitio de construcción limpio significa que los trabajos de construcción están bien organizados.

c) Seguridad industrial

Dado que en las obras de construcciones existen actividades de riesgo, es importante implementar protocolos de seguridad. No se debe de descuidar la seguridad, porque se pueden generar accidentes con graves consecuencias.

OPAMSS puede prestar atención a las condiciones de la construcción durante la inspección e instruir al director, supervisor o contratistas sobre lo valiosa que es la seguridad industrial en las obras de construcción y hacer un esfuerzo para reducir los accidentes graves.

Puntos de seguridad a verificar:

- Accesos / Áreas de circulación están bien demarcadas y son adecuadas.
- Rotulo informativo. (Información que también se puede aprovechar para realizar cambios de turno más eficientes y una operación más eficiente).
- Protección a caídas (prevención de caídas de altura).
- Equipamiento deficiente.
- Electrocución.
- Adecuados acopios de materiales y bodegas.
- Señalización para demarcar zonas con peligro (andamios, zanjas, derrumbes, caídas de altura, etc.).

4.1.1.2. Protocolo de seguridad: Equipo necesario al momento de la ejecución de las obras.

En Japón, se producen varios accidentes laborales en obras de construcción, según el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar de Japón solo en 2022 murieron 281 trabajadores de la construcción (considerar que en 2022 se comenzaron a construir aproximadamente 533 mil edificios durante un

año, la proporción de muertes fue por debajo del 0.05%). Los accidentes laborales en la industria de la construcción causan pérdidas económicas muy importantes y en algunos casos, puede provocar un impacto social considerable generando desconfianza publica; sin embargo, la mayoría de estos accidentes son causados por factores humanos como la indisciplina y procedimientos inadecuados e irresponsables.

Muchos de estos accidentes se pueden prevenir si los contratistas son capaces de identificar y evitar peligros potenciales en su obra y en su área de construcción.

La OPAMSS también tiene un papel y una responsabilidad como elemento disuasorio en la sociedad. La inspección visual puede ser fácil de realizar durante una inspección, por ejemplo, los puntos de control se muestran en el siguiente cuadro:

Puntos a verificar de protocolo de seguridad:

- Equipo de Protección Personal (casco, gafas de seguridad, arneses, chalecos y botas de seguridad).
- Gestión eficaz de equipos y herramientas.
- Plan de respuesta de emergencia.
- Implementación de charlas de seguridad (por ejemplo; se pretende identificar y prevenir riesgos y recordar la importancia de establecer y respetar las normas de seguridad. Los contratistas están obligados a informar accidentes menores según la ley de Heinrich).

4.1.1.3. Planos aprobados por OPAMSS disponibles en el proyecto.

Después de finalizar la inspección por parte de OPAMSS al proyecto, OPAMSS, el Director y Supervisor deberán dejar comentarios y sus firmas en la bitácora, la cual deberá contener la siguiente información:

Contenido de la bitácora:

- Fecha de la inspección.
- Revisiones, instrucciones, recomendaciones, observaciones o cualquier otro comentario como resultado de la inspección de parte de OPAMSS.
- Nombre, firma y sello del inspector de OPAMSS

Figura 4.1 Llenado de bitácora del Proyecto.

Si hay algún comentario u observación severa que la OPAMSS deba confirmar nuevamente, la Inspección Intermedia realizada "no pasa", en este caso, el Director debe de contactar a OPAMSS para solicitar una re-inspección luego de realizar las respectivas correcciones. De no existir ninguna situación severa que corregir, es posible informar el estado de las obras mediante fotocopias de los documentos que lo demuestren.

4.1.2. Obras de reforzamiento.

4.1.2.1. Encamisado de columna de concreto reforzado.

El encamisado es el método de refuerzo más popular para proyectos de reforzamiento sísmico y podría reducir un aumento significativo de las cargas muertas al compararlo con un reforzamiento con pared de corte. El encamisado de columnas consiste en agregar concreto con varillas de refuerzo longitudinal y transversal alrededor de la columna o colocar otros materiales como acero, fibras de carbono o fibras de vidrio.

Este tipo de reforzamiento tiene 2 formas para mejorar el desempeño sísmico. Uno es mejorar la resistencia axial y al corte de las columnas, además la resistencia a la flexión de la columna y la resistencia de las uniones viga-columna también se mejoran para lograr un diseño de columna fuerte-viga débil. El otro es mejorar la resistencia al corte de las columnas, manteniendo inalterada la resistencia a la flexión de la columna y la resistencia de las uniones viga-columna.

El primer método de mejora consiste en que las varillas longitudinales se anclan a la unión viga-columna o a la unión existente, de lo contrario, este método no necesita modificar la unión viga-columna existente; generalmente se perforan ventanas a través de la losa para permitir el paso del acero y para permitir el proceso de colado del concreto o grout.

Sin embargo, es necesario verificar la ubicación de los elementos nuevos a incorporar respecto a la estructura existente. Ya que los reforzamientos varían según el diseño, se requiere obligatoriamente que los planos detallados se encuentren en el proyecto al momento de la inspección, por lo tanto, se deben presentar planos detallados al momento de tramitar el permiso de construcción.

Generalmente se proporcionan refuerzos adicionales con varillas de acero que cumplan con "ASTM-615 Barras de acero y carbono deformadas y planas para refuerzo del concreto" y según los planos aprobados a menos que el ingeniero a cargo apruebe lo contrario.

La perforación es el proceso de realizar agujeros para insertar refuerzos en elementos estructurales existentes. El diámetro de los orificios de perforación y la distancia entre los orificios se basan en los requisitos de diseño y las notas técnicas de los planos aprobados, considerando que el diámetro de las perforaciones está determinado por el diámetro de la varilla de refuerzo más 2 a 5 mm de su tamaño para hacer espacio para el agente adhesivo.

Respecto a la superficie de la columna de concreto existente, se deberán de limpiar las superficies de concreto expuestas para eliminar cualquier rastro de polvo, concreto suelto, etc. la superficie debe lavarse minuciosamente con agua y secarse antes de aplicar el agente adhesivo.

Las varillas de acero del reforzamiento deben de estar debidamente sujetas a los anclajes y/o a los conectores de cortante, además los dobleces, traslapes y soldaduras (cuando estas se especifiquen) deben de tener la ubicación, medidas y características de acuerdo a las especificaciones, de modo que las varillas de refuerzo adicionales actúen monolíticamente con las existentes y con el núcleo de concreto. A veces no se realizan amarres adecuados, lo que provoca el rompimiento del alambre de amarre y colapso de las varillas de refuerzo durante el colado del concreto.

A continuación, como referencia, se presentan los planos de reforzamiento con encamisado de concreto reforzado, utilizados en proyecto de prueba:

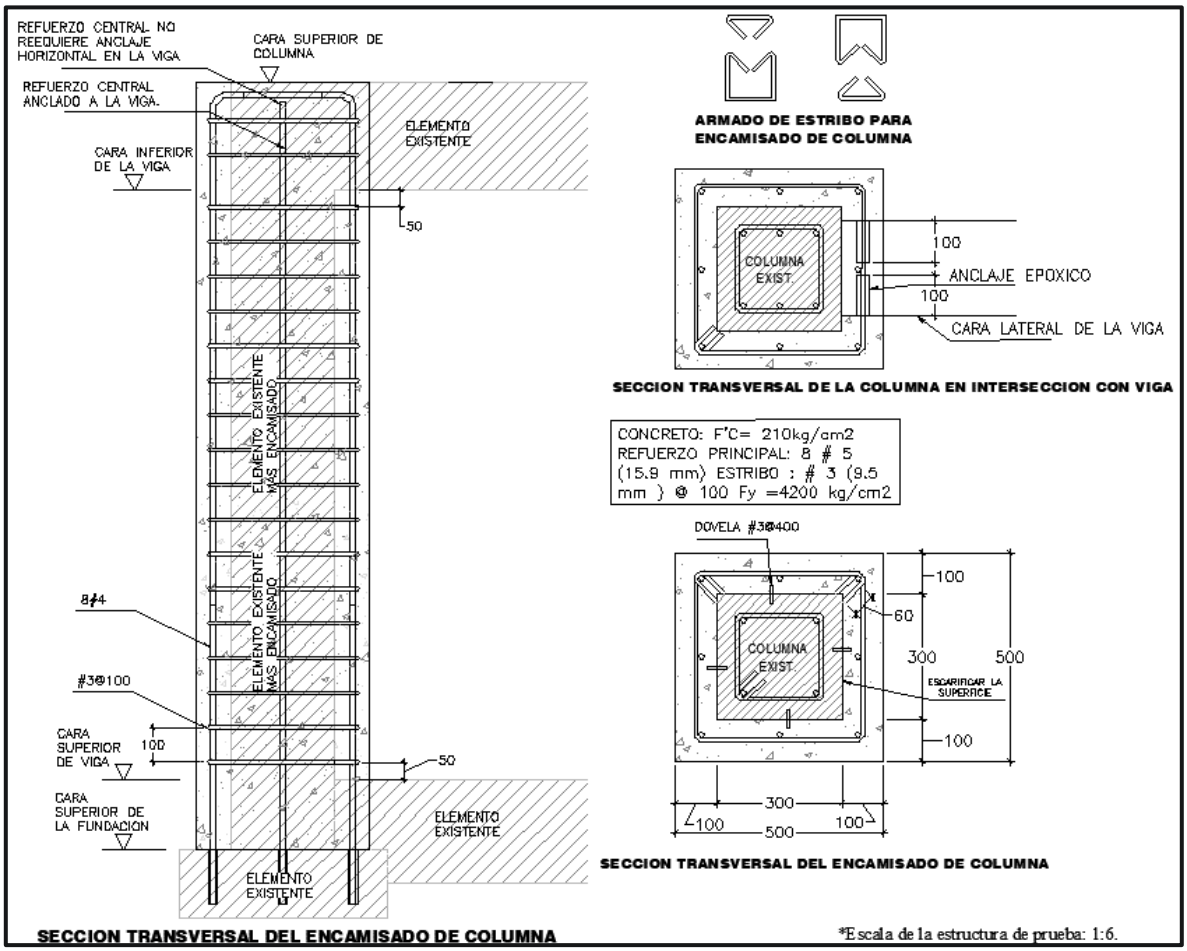


Figura 4.2 Ejemplo de planos para un reforzamiento de concreto reforzado en una columna.

Las condiciones de los elementos estructurales existentes son tan importantes como las del reforzamiento a incorporar.

Es necesario verificar que los elementos estructurales existentes en efecto tengan el ancho, la profundidad y la altura de los planos

Figura 4.3 Verificación de medidas de elemento existente

Un inspector de OPAMSS ejecutara la visita técnica al proyecto apoyándose con una Hoja de Inspección (ver "Anexo Hojas de Inspección de campo") y se refiere a los puntos de control que se muestran más adelante; sin embargo, no se limita a estos puntos de control, por lo que un inspector debe de ajustarlos a las condiciones del proyecto.

Puntos a verificar y probables fallas:

- Después de que se haya removido el acabado del elemento se deben de verificar las medidas de la estructura existente y que estas estén de acuerdo a los planos de diseño.
- Verificar las condiciones de las obras nuevas y existentes para determinar si el supervisor y/o director de obra pueden realizar una buena gestión del proyecto.
- Verificar los resultados de los ensayos de materiales y las condiciones reales de las obras.
- Las siguientes fallas pudieran presentarse:
    - Las varillas de refuerzo no están debidamente amarradas y presentan movimiento fácilmente
    - La ubicación y la longitud del empalme no cumplen con las especificaciones.
    - La longitud de desarrollo de las varillas no es la especificada.
    - Al momento de realizar la prueba "pull-out" al anclaje este se extrae fallando a si la prueba.
    - Las medidas del elemento de concreto a colar (medidas del molde) no son las requeridas.

- Direcciones XY del elemento están equivocadas (en el caso que la cantidad de varillas de refuerzo en alguna dirección sea diferente, se recomienda verificar el diámetro de las varillas en cada dirección).
- El elemento estructural existente tiene residuos de concreto, el proceso de escarificado no es el adecuado.
- Falta un elemento estructural, como una columna en el piso inferior, fundación, etc.
- El tamaño del marco de Concreto Reforzado existente pudiera ser diferente al de los planos aprobados. (Se recomienda confirmar personalmente si las condiciones existentes son demasiado diferentes a la de los planos aprobados.).
- Se presenta un conflicto imprevisto entra las instalaciones hidráulicas y el elemento estructural.
- Desperdicio/ripio contamina o daño al elemento estructural.

- En el caso de que las condiciones reales de las estructuras existentes sean diferentes al diseño, se debe de verificar si se realizó un rediseño del proyecto con las condiciones reales encontradas. OPAMSS solicita al propietario, supervisor y director del proyecto que presenten informes técnicos del levantamiento de las condiciones de la edificación existente con sus respectivos rediseños, dicha documentación se resisara en el trámite de modificación al permiso de construcción.

4.1.2.2. Encamisado de viga de concreto reforzado.

El trabajo de construcción para el revestimiento de vigas de concreto reforzado es similar al revestimiento de columnas de concreto reforzado y consiste en agregar un recubrimiento de concreto y varillas de acero de refuerzo alrededor del elemento existente o agregar otro tipo de material como como acero, fibra de carbono o fibra de vidrio. Por lo tanto, los planos detallados de las vigas y unión viga-columna, deben presentarse al momento de la revisión de documentos e inspección, lo mismo para el encamisado de la columna.

Un inspector de OPAMSS ejecutara la visita técnica al proyecto apoyándose con una Hoja de Inspección (ver “Anexo Hojas de Inspección de campo”) y se refiere a los mismos puntos de control que se muestran en “5.1.2.1. Encamisado de columna de concreto reforzado”; sin embargo, no se limita a estos puntos de control, por lo que un inspector debe de ajustarlos a las condiciones del proyecto.

4.1.2.3. Pared de corte de concreto reforzado.

El reforzamiento incorporando pared de corte de concreto reforzado es el método más valioso para mejorar la capacidad de carga lateral de las edificaciones existentes. Las fuerzas laterales se concentran en la pared de corte de concreto reforzado durante un sismo de modo que trasmita a su fundación las fuerzas de compresión y tracción; debido a este comportamiento, cuando una pared de corte se instala, generalmente la fundación también se debe de reforzar.

Un inspector de OPAMSS ejecutara la visita técnica al proyecto apoyándose con una Hoja de Inspección (ver "Anexo Hojas de Inspección de campo") y se refiere a los mismos puntos de control que se muestran en "4.1.2.1. Encamisado de columna de concreto reforzado"; sin embargo, no se limita a estos puntos de control, por lo que un inspector debe de ajustarlos a las condiciones del proyecto.

4.1.2.4. Pared tipo ala de concreto reforzado.

La pared tipo ala de concreto reforzado rara vez se utiliza en proyectos de reforzamiento, ya que es difícil predecir los movimientos de este elemento; mayormente es utilizada en construcciones residenciales. Es fundamental confirmar que la longitud de la pared tipo ala y el estado actual de los elementos estructurales existentes, como vigas, columnas y cimientos, cumplan con los planos aprobados; ya que, al cambiar la longitud en campo, se modifica el efecto sobre la resistencia a la flexión y al corte de las vigas existentes que lo rodean, esto cambia la capacidad de carga lateral del edificio considerablemente más que otras obras de reforzamiento.

Un inspector de OPAMSS ejecutara la visita técnica al proyecto apoyándose con una Hoja de Inspección (ver "Anexo Hojas de Inspección de campo") y se refiere a los mismos puntos de control que se muestran en "4.1.2.1. Encamisado de columna de concreto reforzado"; sin embargo, no se limita a estos puntos de control, por lo que un inspector debe de ajustarlos a las condiciones del proyecto.

4.1.2.5. Arriostramiento con marco de acero.

La instalación de un arriostramiento con marco de acero también es un método de refuerzo popular para proyectos de reforzamiento sísmico y podría reducir el aumento de la carga muerta, así como la concentración de rigidez; esta es una opción alternativa a la pared de corte.

El arriostramiento con marco de acero se coloca dentro del marco de concreto reforzado existente y se unen por medio de una junta utilizando pernos Nelson-Stud y anclajes epóxicos. La forma del arriostramiento generalmente es en X, en V, diagonal o en V invertida, esta se determina según los requerimientos arquitectónicos de la edificación, la capacidad de los perfiles metálicos y/o la resistencia del marco de concreto reforzado existente.

Un inspector de OPAMSS ejecutara la visita técnica al proyecto apoyándose con una Hoja de Inspección (ver "Anexo Hojas de Inspección de campo") y se refiere a los mismos puntos de control que se muestran en "4.1.2.1. Encamisado de columna de concreto reforzado"; sin embargo, no se limita a estos puntos de control, por lo que un inspector debe de ajustarlos a las condiciones del proyecto.

4.1.2.6. Envoltura con fibra de carbono.

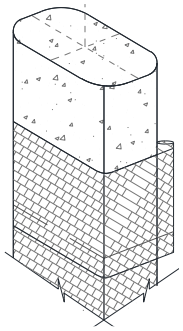
La fibra de carbono tiene una elasticidad extremadamente alta, hasta cinco veces más resistente que el acero y sólo un tercio del peso. Este tipo de refuerzo podría mejorar el rendimiento y la resistencia significativa a la flexión y al corte de los elementos estructurales sin agregar peso que aumentaría la carga sobre los cimientos y otros miembros estructurales. Podría reducir el aumento de la carga

muerta en lugar de los métodos convencionales, como es el caso con la instalación de revestimiento de columnas/vigas RC, además podría no afectar los planos arquitectónicos debido a que es un material delgado.

La lámina de fibra de carbono es más fácil de usar para el contratista y los plazos de trabajo de construcción son muy cortos debido a su peso ligero. Sin embargo, es necesario prestar atención a cómo envolver la lámina de fibra de carbono y considerar los detalles del extremo de la lámina de fibra de carbono de acuerdo con una guía o especificación proporcionada por el fabricante para garantizar la resistencia requerida del material.

Además, al ser muy débil contra el fuego, es necesario considerar una protección ignífuga alrededor del material de fibra de carbono durante un incendio inesperado.

Un inspector ejecuta una inspección en sitio utilizando una Hoja de Inspección que se muestra en el "Anexo Hojas de Inspección de campo".



Los trabajos de preparación de la superficie, como la eliminación de irregularidades de la superficie del concreto existente y el corte de los bordes de las esquinas, según sea necesario, se deben realizar perfectamente para evitar la concentración de fuerzas. Hay algunas fallas que pueden ocurrir como se enumeran a continuación.

- Se producen arrugas, bolsas de aire o exceso de epoxico.
- La lámina de fibra de carbono no queda perfectamente adherida en las esquinas de los elementos estructurales.
- Los elementos estructurales existentes ya están dañados, como grietas estructurales o deterioro del material.

Figura 4.4 Envoltura con fibra de carbono.

Al implementar un reforzamiento con hendidura estructural en una pared existente se aumenta la ductilidad de la columna; además permite aumentar la deriva del edificio de modo que también mejora la capacidad de carga lateral del edificio contra las fuerzas laterales sísmicas.

Hay dos tipos de hendiduras estructurales, una es una hendidura parcial y la otra es una hendidura completa. Particularmente para hendiduras completas, es importante verificar si el tipo de hendidura, ancho y ubicación están de acuerdo con los planos aprobados, ya que la columna se desliga completamente de las paredes no estructurales.

Al realizar una hendidura estructural se necesitará mejorar la ductilidad, la impermeabilización, la insonorización y la durabilidad de la edificación; además, se requerirá mantenimiento, el propietario debe tomar medidas necesarias para garantizar que el mantenimiento sea el más adecuado

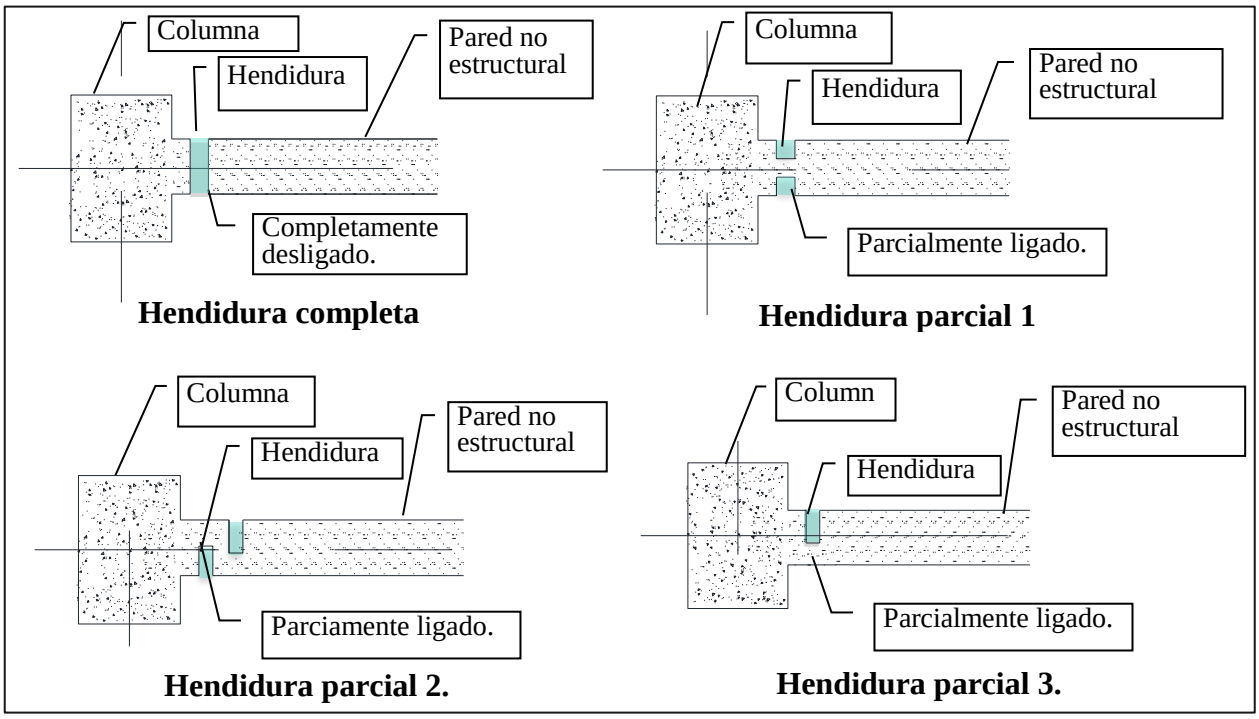


Figura 4.5 Detalles tipicos de Hendiduran Estructurales.

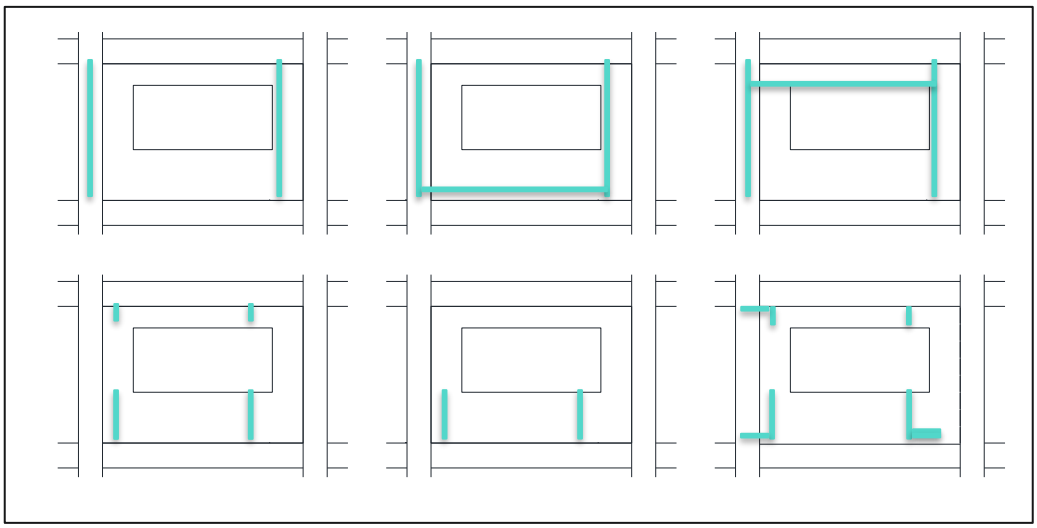


Figura 4.6 Ubicaciones típicas de las hendiduras estructurales (para referencia).

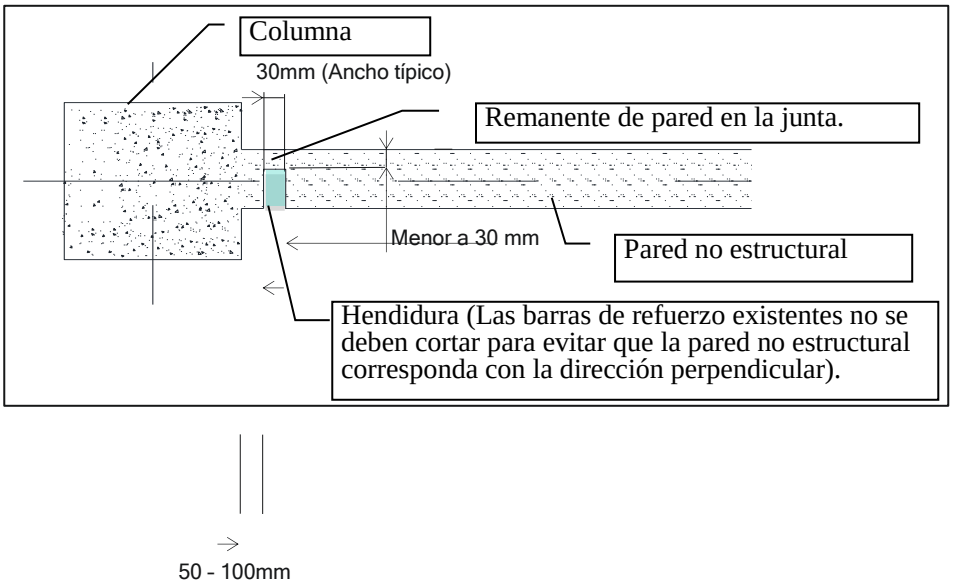


Figura 4.7 Recomendación Japonesa de hendidura estructural en una pared no estructural existente (para referencia).

Un inspector de OPAMSS ejecutara la visita técnica al proyecto apoyándose con una Hoja de Inspección ("Anexo Hojas de Inspección de campo") y se refiere a los mismos puntos de control que se muestran a continuación; sin embargo, no se limita a estos puntos de control, por lo que un inspector debe de ajustarlos a las condiciones del proyecto.

Puntos a verificar (para antes y después de rellenar la junta con sellador).

a. Elemento estructural

- Asegurar suficiente ancho, largo y espesor (según especificaciones de diseño)
- Varillas de refuerzo existentes se deben de mantener intactas (no se cortan).
- Grietas o cualquier otro daño imprevisto se ha reparado.

b. Materiales

- El material sellador que se utiliza cumple con las especificaciones de diseño aprobadas.

4.1.2.7. Reforzamiento por medio de laminado de ferrocemento en una pared ladrillo de barro confinado.

Las paredes de mampostería confinada con concreto reforzado es utilizada como estructura sismo resistente, sin embargo, la pared de mampostería es bien pesada y posee poca rigidez en la dirección fuera de plano, por la tanto es vulnerable a colapsar o fallar ante fuerzas en la dirección fuera de plano. Es por ello que el reforzamiento por medio de laminado de paredes de ladrillo confinado se plantea

como uno de los métodos de refuerzo para mejorar la resistencia y evitar la vulnerabilidad al colapso de la pared de mampostería confinada.

Dado que la malla del reforzamiento debe quedar correctamente embebida en un espesor delgado de mortero, de aproximadamente de 15 mm, se requieren unos trabajos de precisión. Además, es posible que la pared existente no cumpla con la resistencia requerida y que ella no esté anclada a las columnas y vigas de concreto reforzado existentes.

Por lo tanto, la OPAMSS debe realizar la inspección de este tipo de obras y constatar si el constructor ha verificado el estado de los elementos existentes.

A continuación, se enlista los puntos a verificar en una inspección, pero no se limita a ello:

- Las dimensiones de los miembros estructurales existentes y las ubicaciones de las paredes deberán estar de acuerdo con los planos aprobados.
- La malla deberá estar libre de combaduras.
- Las mallas y los clavos se ocultan y cubren adecuadamente con mortero.
- El espesor del mortero es el adecuado y esta de acuerdo los planos aprobados.
- La estructura de acero se sujeta firmemente con pernos.

4.1.2.8. Resultados de los reportes de la mejores al suelo.

Si la capacidad de carga del suelo es insuficiente para soportar una estructura, el ingeniero designado elegirá una técnica adecuada para mejorar el suelo, pudiera ser que esto implique agregar más paredes, reforzar fundaciones o realizar encamisados de columnas/vigas, para mejorar la transmisión de cargas al suelo. La mejora del suelo es obligatoria en caso de que el suelo existente no pueda soportar adecuadamente la carga.

La evaluación de las condiciones del suelo dependerá de los datos recopilados de la bitácora o informe del ingeniero geotécnico, ya que puede no ser posible inspeccionar las condiciones mediante observación directa durante la fase de mejora del suelo del proyecto. La siguiente tabla enlista, pero no se limita, los puntos que deben de verificarse.

Puntos a verificar:

- Tipos y cantidades de materiales utilizados, incluido cemento, agua, etc.
- Ubicación precisa de las áreas con mejoras de suelo.
- Verificar la resistencia a la compresión de los pilotes después de realizada la mejora de suelos.
- Dimensiones de los pilotes: diámetro y profundidad.

4.1.3. Especificaciones para los materiales

4.1.3.1. Concreto

La verificación y certificación de la calidad de los materiales de construcción para el Concreto es obligatoria y deben de estar sujetos a pruebas de control de calidad periódicas y pruebas de control de calidad permanentes según RLDOTAMSS Art VII 13 y Art VIII 23; OPAMSS deberá verificar que el control de calidad por parte del supervisor o director se esté realizando oportunamente y que las muestras de los materiales y sus ensayos se estén realizados por un laboratorio que certifique los procedimientos y ensayos por medio de un ingeniero responsable.

a) Propiedades del concreto.

Las especificaciones del concreto se encuentran en varias normativas, como ASTM, DIN, JIS, etc., y normalmente se utiliza ASTM C94 para el concreto premezclado y ACI.

El concreto es un material compuesto por cemento, agua y agregados finos y gruesos los cuales se unen físicamente por medio de una reacción química generada por la mezcla del agua con el cemento, esta unión produce unas propiedades adecuadas para la construcción de materiales estructurales.

Al realizar un mal procedimiento constructivo es fácil que se modifiquen los agregados o la reacción química no sea la adecuada durante el mezclado del concreto o el proceso de colado/curado no sea el correcto; por ello es importante que el Supervisor o Director supervise no solo la mezcla de concreto, sino también el tiempo de mezclado, el proceso de colado del concreto, el tiempo de colado, el curado, la temperatura, desmoldado y desmontaje de apuntalamientos, etc. Por lo tanto, OPAMSS, deberá verificar la bitácora de campo, los reportes técnicos, los resultados de las pruebas a los materiales y las condiciones de la superficie del concreto (grietas o irregularidades) para comprobar la calidad real del concreto colocado.

b) Cemento

Los cementos Portland están normados en ASTM C150 y son ocho tipos de cemento Portland, uno de ellos es el tipo I se utiliza habitualmente para proyectos de construcción de edificaciones, al igual que el tipo GU ASTM C-1157 como Cemento Hidráulico.

Respecto al Tipo I, este se utiliza cuando no se requieran las propiedades especiales con las que cuentan los otros tipos. No existen restricciones de la composición del cemento o sus agregados.

Como referencia, los tipos de cemento según ASTM C150 y ASTE C1175 se clasifican en las siguientes tablas:

Tabla 4.1 Clasificación del cemento de acuerdo a ASTM C150

Clasificación	Descripción.
Tipo I	Uso general o Cemento Portland ordinario.

Clasificación	Descripción.
Tipo II	Cemento Portland de uso general con moderada resistencia a los sulfatos y leve calor de hidratación.
Tipo III	Cemento Portland con alta resistencia inicial (rápido endurecimiento).
Tipo IV	Cemento Portland con secado lento y no genera un intenso nivel de calor de hidratación
Tipo V	Cemento Portland con alta Resistencia a los sulfatos.

Nota: Tipos I, II, and III se les pueden agregar agentes inclusores de aire para incorporar pequeñas burbujas para promover la resistencia al congelamiento y descongelamiento.

Tabla 4.2 2 Clasificación del cemento de acuerdo a ASTM C1157

Clasificación	Descripción.
Tipo GU	Cemento de uso general (se comporta como el Tipo I en ASTM C-150)
Tipo HE	cemento de alta resistencia temprana (como Tipo III)
Tipo MS	Cemento con moderada Resistencia a los sulfatos (como Tipo II)
Tipo HS	Cemento con alta Resistencia a los sulfatos (como Tipo V)
Tipo MH	Cemento con leve calor de hidratación (como Tipo II)
Tipo LH	Cemento con bajo calor de hidratación (como Tipo IV)

Ejemplo de Notas técnicas en los planos:

CONCRETO:

EL CEMENTO A UTILIZAR EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO DEBERÁ SER:

Se puede verificar en las bolsas de cemento la norma que cumple (ASTM C-1157) y se debe de comparar con la Nota Técnica en los planos aprobados

ASTM C1157 tipo GU:

Presenta resistencia a la compresión mínima de 4060 PSI a los 28 días

Figura 4.8 Ejemplo de identificación de un tipo de cemento.

c) Agregados

En cuanto a los agregados del concreto, estos se especifican en ASTM C33 para los agregados gruesos y finos, mientras que en ASTM C330 los agregados livianos; estos se pueden clasificar según su graduación y la calidad del agregado fino o agregado grueso. El agregado fino estará compuesto por arena natural, arena manufacturada o una combinación de ellas y estará libre de materiales nocivos como impurezas orgánicas, arcilla, limo y polvo de trituración, sales, partículas no sólidas o álcali-agregado para evitar ser reactivo con los cementos alcalinos o que se produzca una expansión excesiva del mortero o concreto. El agregado grueso estará compuesto por grava, grava triturada, piedra triturada, escoria de alto horno enfriada por aire, concreto de cemento hidráulico triturado o una combinación de ellos.

La proporción de agregado fino y agregado grueso es seleccionada por el constructor responsable del proyecto de construcción.

ASTM C33 especifica que el agregado fino no debe tener más del 45% retenido entre dos tamices consecutivos y que el módulo de finura (MF) esté entre 2.3 y 3.1, se calcula el MF para cada agregado y se determina si estos cumplen con los requisitos de la norma ASTM C33.

El agregado grueso deberá cumplir con la Cláusula 26.4 del ACI318 y cumplir con los requisitos de ASTM C33. El tamaño del agregado grueso deberá ser uno de los tres tamaños tabulados a continuación, pero debe ser lo más grande posible cumpliendo con la condición de que el tamaño más

grande del agregado no excederá 1/5 del espacio libre más estrecho entre moldes o 3/4 de la distancia más estrecha entre varillas de refuerzo paralelas.

Tabla 4.3 Requerimiento Granulométrico para el agregado grueso del concreto.

Tamaño No.	**Tamaño nominal máximo**	**Cantidades más finas que cada tamiz de laboratorio (Abertura cuadrada) Porcentaje de peso.**									
		63mm $\left(2\frac{1}{2}plg\right)$	**50mm** $(2plg)$	**37.5mm** $\left(1\frac{1}{2}plg\right)$	**25mm** $(1plg)$	**19.5mm** $\left(\frac{3}{4}plg\right)$	**12.5mm** $\left(\frac{1}{2}plg\right)$	**9.5mm** $\left(\frac{3}{8}plg\right)$	**4.75mm (No.4)**	**2.36mm (No.8)**	**1.18mm (No.16)**
357	50mm	100	95-100		35-70		10-53		0-5		
467	37.5mm		100	95-100		35-70		10-30	0-5		
57	25mm			100	95-100		25-60		0-10	0-5	
67	19mm				100	90-100		20-55	0-10	0-5	
7	12.5mm					100	90-100	40-70	0-15	0-5	
8	9.5mm						100	85-100	10-30	0-10	0-10

Fuente: ASTM C33. Nota: Los agregados finos y gruesos se lavarán al menos una vez con agua limpia inmediatamente antes de ser utilizados en la producción de concreto.

d) Aditivos

La norma ASTM C494 especifica los materiales y métodos de prueba para aditivos químicos utilizados en mezclas de concreto de cemento hidráulico en el sitio de construcción. Son ocho tipos de aditivos especificados según norma y su uso se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 4.4 Agua Tipos de aditivos y su uso según norma.

Tipo	Uso			
	Reductor de agua	Retardante	Acelerante	Otros
A	X			
B		X		
C			X	
D	X	X		
E	X		X	
F	X			X (Aditivo de alta gama)

Tipo	Uso			
	Reductor de agua	Retardante	Acelerante	Otros
G	X	X		X (Aditivo de alta gama)
S				X (Aditivo para especifico comportamiento)

Fuente: ASTM C494/C494M. Nota: ASTM C979 Pigmentos para concreto coloreado integralmente" incluye el Tipo S, sin embargo, el requisito básico para un aditivo Tipo S es que no tenga efectos adversos en las propiedades del concreto cuando se le realice pruebas de acuerdo con ASTM C494.

Para este tipo de obras de construcción, el agua utilizada debe cumplir con lo que especifica la norma ASTM C94, esta debe ser potable y estar libre sustancias que decoloren o le den sabores u olores y además que no contenga cantidades significativas de limo, ácido, álcali, sal, aceites o cualquier otra impureza.

e) Relación agua-cemento (A/C)

Medir, registrar y calcular el contenido de agua con precisión puede ser un desafío porque los niveles de humedad de los agregados varían y es posible que no siempre se logren realizar mediciones precisas. Como resultado, hacer cumplir una especificación para la relación agua-cemento (A/C) puede ser problemático debido a la ausencia de un método de medición confiable.

f) Concreto premezclado.

El concreto premezclado se especifica en la norma ASTM C94, en ella se presenta información esencial, como el tamaño del agregado, el revenimiento y el contenido de aire, para facilitar la selección del concreto premezclado. Además, propone tres opciones específicas para realizar un pedido de concreto premezclado, estas se describen en la siguiente tabla.

Tabla 4.5 Opciones para realizar un pedido de concreto premezclado

Opción	Especificación para el pedido de concreto
A	Comprador especifica la resistencia del concreto y el proveedor selección la proporción, la cantidad de cemento y la cantidad de agua.
B	Comprador especifica la proporción, **la cantidad de cemento, cantidad máxima de agua y aditivos.**
C	Comprador especifica la cantidad mínima de cemento, resistencia requerida y aditivos en el caso se requieran, dejando bajo responsabilidad la proporción al proveedor.

En la columna " Especificación para el pedido de concreto ", la opción B requiere que el comprador especifique tanto el contenido máximo de agua como el contenido mínimo de cemento; este requisito es crucial porque el contenido de agua afecta significativamente al revenimiento y a la resistencia a la compresión deseada del concreto.

ASTM C94 describe las variaciones permitas en una revoltura de concreto (ver siguiente tabla 4.6), estas comparaciones deben realizarse entre dos muestras, una que represente la primera porción y la otra la última porción de la misma revoltura bajo prueba.

Tabla 4.6 Requisitos para la uniformidad del concreto.

Ensayo [A]		Variación entre las 2 muestras
Contenido de aire, %		1.0
Densidad calculada sin aire del concreto fresco, lb/pie^3[kg/m^3]		1.0 [16]
Revenimiento, plg.[mm]	Revenimiento promedio= 4 plg. [100mm] o menos.	1.0 [25]
	Revenimiento promedio= mayor de 4 plg. 6 plg. [100mm a 150 mm]	1.5 [40]
Contenido de agregado grueso, porcentaje en masa de la muestra retenida en el tamiz N°4 [4.75 mm], %		6.0
Resistencia promedio a la compresión a los 7 días, % [B]		7.5

Fuente: ASTM C94/C94M

[A]: Una prueba rápida de la probable uniformidad de una revoltura para verificar la uniformidad del revenimiento y el contenido de aire del concreto con aire incorporado.

[B]: Calculado como: el porcentaje de la resistencia promedio de las dos muestras tomadas de la revoltura. Se deben analizar dos o tres cilindros de cada una de las dos muestras de la revoltura analizada. Cuando se cumplan los otros requisitos, se debe otorgar una aprobación parcial en espera de recibir los resultados de las pruebas de resistencia de los 7 días.

No se especifican las tolerancias por volumen para una revoltura en ASTM C94, así que se consideran las especificaciones de tolerancia presentadas en ASTM C685 (ver siguiente tabla 4.7).

Tabla 4.7 Tolerancias por revoltura de concreto.

Materiales		**Tolerancia**
Materiales cementicios	30% de la capacidad de la deposito o mayor.	±1% de la masa requerida

Materiales		Tolerancia
	Menos del 30% de la capacidad de la báscula.	-0 al +4% de la masa requerida
Agua	Agua añadida o hielo y agua libre en los agregados.	±1% del contenido total de agua (incluyendo: agua añadida o hielo y agua libre en los agregados.)
	Contenido total de agua (medida por peso o volumen)	±3% del contenido total de agua.
Agregados, revolturas acumuladas.	Más del 30% de la capacidad de la báscula	±1% de la masa requerida
	30% de la capacidad de la recipiente o menor.	El menor de: ±0.3% de la capacidad del recipiente o 3% de la masa requerida.
	Dosificación individual de cada material.	±2% de la masa requerida.
Aditivos		El mayor de: ±3% de la cantidad requerida o más o menos la cantidad de dosis requerida para 100 libras de cemento.

Fuente: ASTM C94/C94M

g) Revoltura de concreto en-situ

En proyectos donde el concreto premezclado no está fácilmente disponible, los contratistas deben de realizar el concreto in-situ. Para simplificar el proceso, las cantidades de cemento, arena y grava a utilizarse en una revoltura, deben medirse por volumen, ya que pesar estos materiales en el sitio puede resultar complicado. Los contratistas deben tener conocimiento previo de cuantas revolturas de mezcla se requieren para producir un metro cúbico de concreto, esta información permitirá realizar cálculos sencillos para cada revoltura. Además, se espera que los contratistas utilicen métodos de medición prácticos que impliquen el uso de contenedores de tamaño conveniente para medir la arena y la grava, asegurando que se logre la proporción de material deseada en la mezcla de concreto.

h) Proporción de la mezcla.

Las especificaciones del comportamiento del concreto los estipula un ingeniero según diseño, pero las proporciones de la mezcla las determina el contratista, por lo tanto, el contratista deberá presentar el diseño de la mezcla de concreto al ingeniero correspondiente para su aprobación. El comportamiento del concreto está determinado por la mezcla de sus componentes con una específica proporción que depende de la resistencia del concreto.

Como referencia y ejemplo, unas proporciones de mezcla de concreto y sus resistencias se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4.8 8 Ejemplo de proporción del concreto.

Grado del concreto	Proporción (Cemento: arena: grava)	Resistencia a la compresión.		
		MPa (N/mm2)	psi	Kg/cm2
M25	1:2:2.5	25 MPa	3625 psi	250
-	1:2:3	21 Mpa	3000 psi	210 kg/cm2

i) Pruebas al concreto.

En relación al concreto, las practicas comunes para la toma de muestras del concreto recién mezclado están especificadas en ASTM C172; las pruebas al concreto requeridas y el momento en que se deben de realizar se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.9 Pruebas en campo y en el laboratorio para concreto según ASTM.

Tipo de ensayo	ASTM	Momento a ejecutar el ensayo.
Ensayo de compresión	C 31 y C 39	Se ensayan un mínimo de dos especímenes para cada edad.
Densidad	C 138	Cuando lo requieran las especificaciones del proyecto.
Incorporación de aire	C 138, C 173, o C 231	Se realiza en todas las muestras tomadas para medir la resistencia del concreto.
Revenimiento	C 143	En cada colado de concreto y siempre que la consistencia del concreto parezca variar.
Temperatura	C 1064	Al momento del muestreo para cada prueba de resistencia del concreto.

j) Revenimiento.

El revenimiento del concreto indica la consistencia del concreto y la capacidad de fluir, estos afectan la resistencia del concreto es por ello que se debe de considerar en su diseño. La prueba de revenimiento del concreto esta detallada en ASTM C143.

El valor del revenimiento se determina según la resistencia a la compresión del concreto, el tipo de miembros estructurales a colar, la dimensión del miembro estructural, el espesor del recubrimiento de concreto, la cantidad de varillas de refuerzo, el espacio entre las varillas de refuerzo, el método de colado del concreto; en algunos casos el valor del revenimiento es diferente entre proyectos de construcción similares. Por lo tanto, OPAMSS deberá verificar si se está siguiendo un debido control del revenimiento del concreto y si los valores están de acuerdo a los planos aprobados y sus especificaciones, dicha verificación se puede realizar por medio de la revisión de los documentos de control de calidad del proyecto.

Después de haber realizado la prueba de revenimiento los constructores a veces tienden a agregar agua para aumentar la trabajabilidad del concreto; agregar grandes cantidades de agua es un practica que se debe de prohibir ya que la temperatura y el contenido de aire cambiarían pudiendo perjudicar las propiedades esperadas del concreto.

En lo que respecta a la norma ASTM, esta especifica que: “como regla general: 5 litros de agua aumentarán el revenimiento de un metro cubico de concreto en aproximadamente una pulgada”. Es por ello la necesidad de realizar un diseño de mezcla adecuado con las condiciones del sitio, los materiales a utilizar y las características del concreto esperadas.

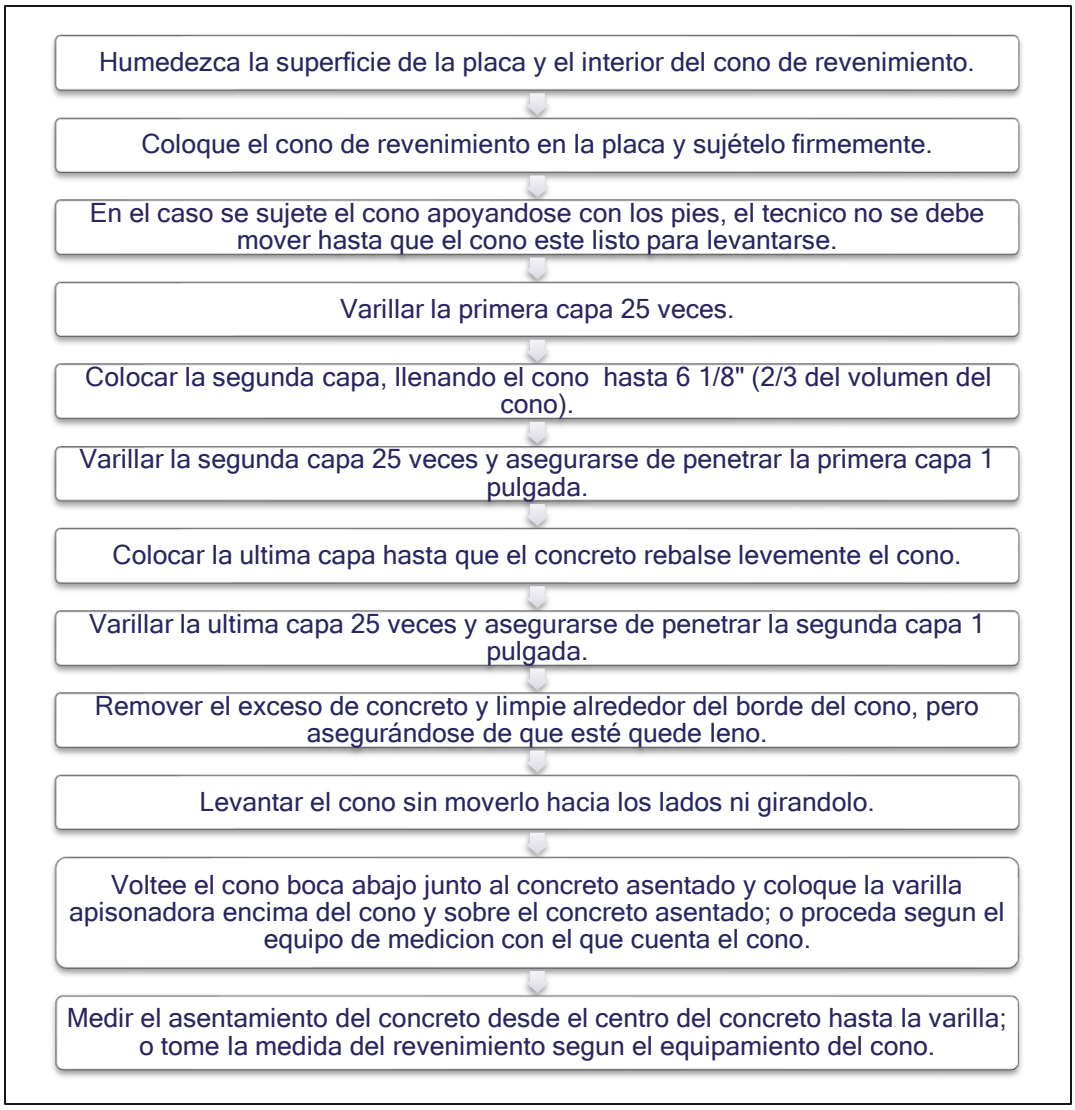


Figura 4.9 Procedimiento para realizar la prueba de revenimiento en campo.

Ejemplos de toma de medida del asentamiento del concreto en la prueba de revenimiento.

Figura 4.10 Prueba de revenimiento del concreto.

Los ingenieros del proyecto determinan el valor de los revenimientos dependiendo de las condiciones y especificaciones de la obra. Se recomiendan los siguientes revenimientos para los diferentes elementos de concreto, sin embargo, no se limitan a esta tabla.

Tabla 4.10 Revenimientos recomendados para distintos elementos de concreto.

Tipo de obra	Revenimiento (mm)	
	Mínimo	Máximo
Fundaciones, zapatas, cabezales de pilotes.	25	40
Columnas, vigas, muros, cargaderos.	25	40
Losas.	25	40
Pilotes	75	100

Tabla 4.11 Tolerancias para revenimientos nominales según norma ACI 117

Para revenimientos donde se especifica un "máximo" o "no exceder de"	Tolerancia
Revenimiento especificado de 3 plg. (75mm) o menor.	de +0 plg. a -1-1/2 plg. (40mm)
Revenimiento especificado mayor a 3 plg. (75mm)	-2-1/2 plg. (65mm)

Para revenimientos donde se especifica como un valor único.	Tolerancia
Revenimiento especificado 2 plg .(50mm) o menor.	±1/2 plg. (15mm)
Revenimiento especificado mayor a 2 plg.(50mm) pero no mayor de plg. (100mm)	±1 plg. (25mm)
Revenimiento especificado mayor de 4 plg. (100mm)	±1-1/2 plg. (40mm)
Donde el revenimiento se especifique como un rango.	Sin Tolerancia.

Nota: El revenimiento especificado siempre debe de ser evaluado para determinar si cumple con los requerimientos de transporte, colado y separación entre varillas de refuerzo.

k) Temperatura

Es difícil inspeccionar la temperatura del concreto directamente ya que es necesario realizar una inspección el día del colado del concreto, por lo que se requiere apoyarse con la bitácora o con

cualquier otro documento formal donde se registre esta información. El límite de temperatura del concreto depende del tipo de materiales y de las condiciones ambientales. ASTM C1064 ha establecido un límite máximo de temperatura para el concreto entre 26,7 grados y 35 grados centígrados, pero este puede ser modificado por los ingenieros del proyecto cuando las condiciones de la obra lo requieran. El concreto vertido a una temperatura interna más alta puede conllevar algunos problemas, como valores erróneos de resistencia a la compresión, por lo tanto, se deben realizar otras inspecciones para el mismo elemento colado, como la resistencia a la compresión del concreto y las condiciones reales de la superficie del concreto.

l) Contenido de aire

El volumen del contenido de aire adecuado depende del tamaño máximo del agregado el cual deberá ser especificado en el proyecto, considerando que la tolerancia, según ACI 318, es de ±1-1/2% independiente del valor del contenido de aire.

Tabla 4.12 Contenido de aire promedio recomendado para concretos con aire incorporado.

Nivel de exposición*	Contenido de aire total % en volumen.						
	Tamaño nominal máximo del agregado.						
	9.5mm	12.5mm	19mm	25mm	37.5mm	50mm	75mm
Ligero	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5
Moderado	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5
Severo	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5

*Para la descripción del Nivel de Exposición, referirse a la tabla 6.3.3 del ACI 211.1 con atención a las notas que le acompañan. Al menos que lo especificado para el Nivel de Exposición indique lo contrario, está permitido reducir el contenido de aire recomendado anteriormente un 1% para concretos con resistencia a la compresión específicamente de f'=350 kg/cm2 (5000 PSI) o mayor.

m) Tiempos de colado de concreto.

ASTM C94 especifica un rango de tiempo límite de colado de concreto de 1 hora a 1,5 horas después de haber agregado el agua a la mezcla. Sin embargo, el concreto fresco de más de 1,5 horas se puede utilizar cuando se haya utilizado algún aditivo adecuado y sea debidamente supervisado. El concreto que se ha dejado más de 1,5 horas sin haberse colocado, puede no ser trabajable y estar no apto para el colar, esto da lugar a realizar la mala práctica de agregar agua en exceso y se realice un mezclado no adecuado, es por ello la importante establecer un límite de tiempo.

n) Colado, curado y protección del concreto.

Las superficies de concreto se curarán con compuestos formadores de membranas líquidas o de cera. Dependiendo del tipo de concreto se recomendará el curado continuo con agua o mantener la condición húmeda cubriéndolo completamente con láminas impermeables. La resistencia a la

compresión del concreto después de 7 días del colado suele satisfacer el requisito de resistencia del 70 por ciento, sin embargo, es importante mantener un tiempo de curado adecuado según el tipo de cemento, ya que, dependiendo del diseño de la mezcla y/o la incorporación de aditivos para acelerar el tiempo de fraguado, pudiera generar temperaturas aún más altas, por lo tanto, ACI recomienda períodos mínimos de curado como los siguientes

Tabla 4.13 Tiempos de curado del concreto.

Normativa / Tipo de cemento		Tiempo de curado / Tipo de curado
ASTM C 150	Tipo I	7 días
	Tipo II	10 días
	Tipo III	3 días
	Tipo IV o V	14 días
ASTM C309		Membrana liquida.

Fuente: ACI 318.

4.1.3.2. Grout sin contracción.

La especificación ASTM C1107 cubre el cemento hidráulico empaquetado seco (sin contracción) diseñado para usarse bajo cargas aplicada (como para soportar una estructura, una máquina y similares) donde se debe evitar un cambio de altura por debajo del nivel de colocación inicial.

Al ser muy sensible a la relación agua-cemento, un cambio en el contenido de agua afectaría significativamente el comportamiento del concreto, como por ejemplo la resistencia del concreto y esto podría dar resultados no esperados. Además, un mayor contenido de agua podría provocar el agrietamiento del concreto debido a las mayores contracciones por secado, por lo tanto, se deberá prestar atención en que la cantidad de agua utilizada sea la especifica por el fabricante del producto. Las siguientes son las especificaciones estándar para el grout sin contracción.

Información técnica para la construcción con Grout sin contracción:

- El curado del concreto se debe de realizar al menos durante 3 días seguidos.
- Tiempo de fraguado rápido. Si se requiere, se le puede someter a cargas a las 24 horas.
- Altas resistencias del Grout como 460 kg/cm2.
- Hay tres niveles de consistencia: consistencia fluida, consistencia semifluida y consistencia plástica.
- Esta mayormente libre de cloruro.
- Generalmente, los espesores máximos de llenado es 10 cm.
- La proporción de la mezcla agregando chispa será 1:1.

4.1.3.3. Preparación de superficies de elementos de concreto existentes.

Es necesario eliminar materiales indeseados, como concreto suelto y cualquier acabado, ya que estos materiales afectan la unión entre el concreto nuevo y el existente, la remoción se debe de realizar escarificando por medio manuales o con un martillo demoledor con baja frecuencia de impacto evitando dañar el núcleo de concreto del elemento estructural. Si aún queda material indeseado, es necesario eliminarlo con un cepillo de alambre y aplicando agua limpia.

4.1.3.4. Varillas de refuerzo.

Las varillas para el acero de refuerzo se especifican en varias normativas como ASTM, DIN, JIS, etc., y normalmente se usan con un límite elástico mínimo de 60,000 psi (Grado 60) esto se especifica en la norma ASTM A615 para proyectos de construcción de edificaciones. Las pruebas para este material también se especifican en cada normativa con el objetivo de garantizar la calidad del material según ASTM A370 y ASTM E8 para ASTM-A615.

Es necesario realizar pruebas mecánicas adecuadas para determinar si las propiedades del material cumplen con las especificaciones estándar para garantizar la calidad de este. Las pruebas y verificaciones típicas para las varillas de acero son las siguientes:

- Tensión
- Doblado
- Composición
- Simbología y nomenclatura en varillas.

Para la inspección, existen 2 tipos de métodos para determinar y confirmar la calidad del material de las varillas de refuerzo, uno es verificando el símbolo en la barra de refuerzo, el otro son informes/certificados de pruebas de fábrica. Se debe de realizar la inspección de las varillas de refuerzo ya sea previa colado o por medio de la documentación del proyecto garantizar que se ha cumplido con la calidad del acero y las especificaciones de diseño, lo cual debe quedar registrado siempre en la bitácora y cualquier otro documento de control de los procesos constructivos, para el seguimiento de las instituciones de control.

Las especificaciones ASTM correspondientes se describen a continuación, estas son sólo como referencia, ya que es necesario que los ingenieros relacionados al proyecto decidan las características de los materiales de acuerdo a la naturaleza del diseño estructural.

a) Nomenclatura, ASTM

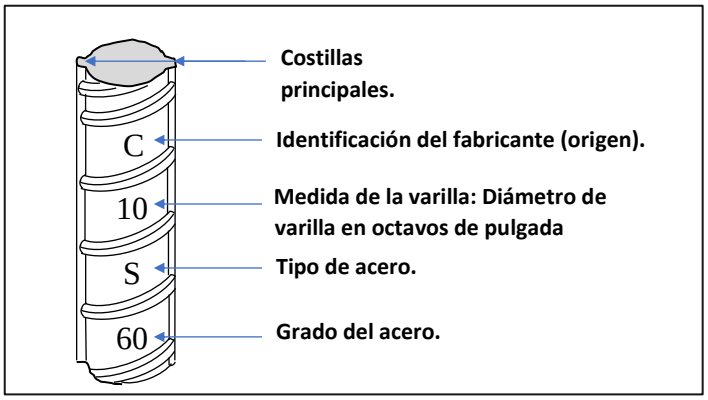


Figura 4.11 Nomenclatura típica en una varilla de acero normada (ASTM).

b) Identificación del fabricante, origen.

Letra o símbolo con el cual se identifica el fabricante.

c) Tipo de acero para varillas de refuerzo.

Tabla 4.14 Tipos de comunes de acero para varillas de refuerzo

Identificación	Tipo	No. ASTM
S *	Carbono	A615
W	Aleación	A706
SS	Inoxidable	A955

* : S, significa acero de billet y tiene un su propia especificación ASTM denominada A615-81 Especificación Estándar para Varillas de Acero de Billet lisas y corrugadas para el uso en concreto reforzado”

d) Medida

Tabla 4.15 Medidas de las varillas de acero.

Numero designado a la varilla.	Numero métrico designado	Diámetro nominal en pulgadas, sin incluir la corruga.	Peso nominal (kg/m)	Diámetro nominal (mm)
3	10	0.375 (3/8)	0.560	9.5
4	13	0.500 (1/2)	0.994	12.7
5	16	0.625 (5/8)	1.552	15.9

Numero designado a la varilla.	Numero métrico designado	Diámetro nominal en pulgadas, sin incluir la corruga.	Peso nominal (kg/m)	Diámetro nominal (mm)
6	19	0.750 (3/4)	2.235	19.1
7	22	0.875 (7/8)	3.042	22.2
8	25	1.00 (1)	3.973	25.4
9	29	1.128 (1 1/8)	5.059	28.7
10	32	1.270 (1 1/4)	6.404	32.3
11	36	1.410 (1 3/8)	7.907	35.8
14	43	1.693 (1 6/8)	11.380	43.0
18	57	2.257 (2 1/4)	20.240	57.3

Fuente: ASTM 615/615M

e) Grado de acero

Los grados de acero que están regulados en ASTM son: 40, 60, 75, 80, y 100. Usualmente se utiliza el grado 60 para las obras de construcción.

Tabla 4.16 Tipos de comunes de acero.

ASTM	Tipo	Grado (ksi)	Resistencia mínima a la tensión, MPa (ksi) [kg/cm2]	Limite elástico mínimo, fluencia, MPa (ksi) [kg/cm2]	Disponibilidad de tamaños.
A615	Varillas de Acero de Billet (lisas y corrugadas)	40	420(70) [4200]	280(40) [2800]	3-6
		60	620(90) [6300]	420(60) [4200]	3-18*
		75	690(100) [7000]	520(75) [5300]	3-18*

Fuente: ASTM 615/615M

* Respecto al doblez considerar la prueba de flexión para varillas #9 a la #18.

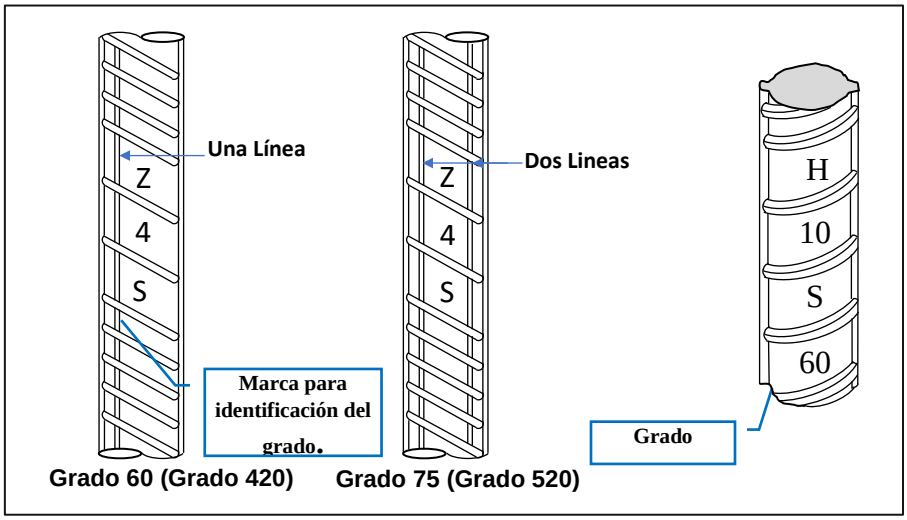


Figura 4.12 Identificación del grado de acero en varillas.

f) Condiciones de las varillas de refuerzo.

Las impurezas en la superficie del material, deben eliminarse antes de la colocación del concreto para tener una unión limpia.

Una capa leve de óxido caracterizado por un color rojo, naranja o marrón claro será permitida ya que no afecta ninguna de las propiedades especificadas en la norma y es eficaz para mejorar las uniones, por lo que no se requiere que este tipo de óxido sea removido. Respecto a otro tipo de oxidación, las varillas de refuerzo para estructuras de concreto deberán estar limpias y libres de aceite, grasas, suciedad, lechada y corrosión por picadura. En las normas ASTM D610 y ACI 318 se describe cómo inspeccionar y evaluar las varillas de refuerzo oxidadas, también clasifica el grado de oxidación entre 0 a 10 dependiendo del porcentaje de óxido superficial.

Tabla 4.17 Clasificación de la corrosión según su distribución.

Clasificación	Ubicación del óxido (distribución).
Zonificado	La oxidación se condensa en algunas zonas localizadas de la superficie.
General	La oxidación se distribuye aleatoriamente en diferentes tamaños y áreas a lo largo de la superficie.
Puntual	La oxidación se propaga por la superficie en forma de pequeñas motas de óxido individuales.
Hibrido	La oxidación combina atributos de al menos dos de la clasificaciones anteriores.

Los materiales nocivos en las varillas afectan a la adherencia con el concreto y hay muchos tipos de materiales nocivos en las varillas de refuerzo, excepto el óxido, por ejemplo, la lechada en la siguiente figura se muestra este problema.

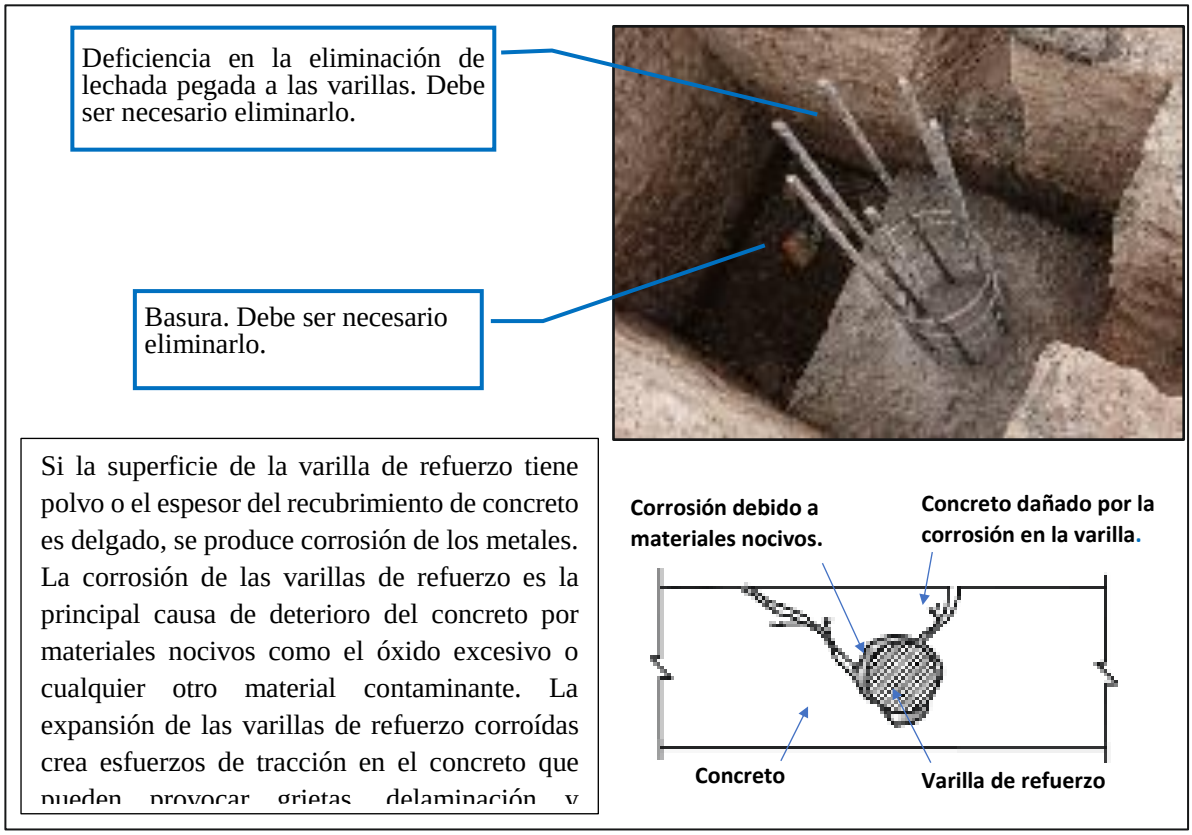


Figura 4.13 Materiales nocivos a las varillas de refuerzo estrucural del concreto

4.1.3.5. Armado del acero de refuerzo.

Se debe garantizar que en el sitio de construcción exista supervisión del profesional responsable del diseño como del director de la obra, mientras que, OPAMSS pueda determinar mediante la realización de una inspección que la condición real de la obra de construcción cumple con los planos aprobados; entrevistar a los involucrados también es efectivo para comprender las condiciones de la construcción. Sin embargo, este tipo de obra pudiera ser difícil de inspeccionarla continuamente por parte del supervisor o por parte del constructor debido a las limitaciones del recurso humano; considerando esto, OPAMSS mediante las inspecciones de seguimiento de los proyectos seleccionados verificara las condiciones reales de las obras en construcción.

Algunas de las actividades en una inspección incluyen la verificación de las dimensiones de las columnas, el tipo de obras de reforzamiento sísmico, el número de varillas de refuerzo en las direcciones X e Y, armado detallado del acero de refuerzo y ubicación como se muestra en los planos, así como la verificación del estado del anclaje de las varillas a los elementos existentes como losas y vigas. En general, si la cantidad de varillas de refuerzo difiere entre los extremos y el centro de una viga, será necesario confirmar que la ubicación de los cortes de las varillas y la longitud de desarrollo sean los apropiados. Si no hay planos detallados del armado del acero de refuerzo en los planos aprobados, será necesario que se verifique si cumplen con la normativa ACI u otras normativas

alternas que generalmente se adopten; si no cumple con ninguna normativa, será necesario consultar el motivo y verificar con el ingeniero estructurista del proyecto que no existirá problema en términos de capacidad requerida.

A continuación, se presentan las especificaciones para el arreglo (armado) de las varillas de refuerzo en elementos de concreto, según ACI 318, en el caso se utilice otra normativa se especificará.

Figura 4.14 Verificación del armado del acero de refuerzo.

a) Recubrimiento de concreto

Las especificaciones para el recubrimiento del concreto se encuentran en ACI 318 y se muestran a continuación:

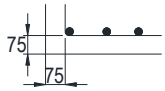
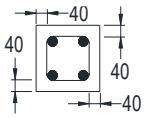
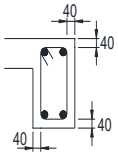
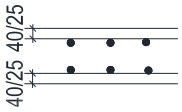
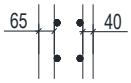
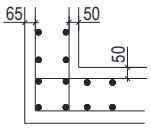
Tabla 4.18 Recubrimiento de concreto y otros requerimientos según las condiciones de exposición.

	Ambiente	Condiciones de exposición	Minimo f'c, N/mm2 (kg/cm2)						
			20 (210)	25 (250)	30 (300)	35 (350)	40 (400)	45 (450)	50 (500)
Recubrimiento nominal, (mm).	Leve	La superficie de concreto se encuentra protegida en contra del clima y condiciones agresivas.	30	25	20	20	20*	20*	20*
	Moderado	• La superficie del concreto siempre expuesta a lluvias intensas. • Concreto sujeto a condensación. • La superficie del concreto está continuamente bajo el agua. • El concreto está en contacto con el suelo.	40	35	30	25	20	20	20
	Severo	Superficie de concreto está expuesta a lluvia intensa, humedad y secado alternos o condiciones severas del ambiente.		45	40	30	25	25	20
	Muy severo.	Superficie de concreto expuesta a salpicaduras de agua de mar y humos corrosivos.			50	40	30	30	25
	Extremo	Superficie de concreto expuestas a acción abrasiva, como por ejemplo: agua de mar, sólidos o agua corriente con pH≤4,5 o al tránsito de maquinaria o vehículos.				60	50	40	30
Máxima relación agua/cemento			0.65	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.42

Fuente: ACI 318. Notas: Esta tabla se considera agregados con tamaño máximo nominal de 20 mm.

*Puede reducirse a 15 mm siempre que el tamaño nominal máximo del agregado no exceda 15 mm.

Tabla 4.19 Recubrimiento según el elemento de concreto reforzado.

Elemento	Ubicación/Condición	Rango	Recubrimiento (mm)	Esquema
Zapatas	Lateral	-	75	
	Fondo	-	75	
Columnas	Sobre el nivel del suelo.	-	40	
Muros	Sobre el nivel del suelo.	40mmφ a 57mmφ	*40	
		36mmφ y menor	25	
Vigas	Superior, Lateral	-	**40	
	Inferior	-	**40	
Losas y gradas.	Superior e inferior.	40mmφ a 57mmφ	40	
		36mmφ y menor	25	
Muro de retención.	Exterior	-	65	
	Interior	-	40	
Tanques de agua.	Cara interior.	-	50	
	Cara exterior.	-	75	

*Desde el tie (sujetador). **Desde el estribo.

Las tolerancias para la ubicación del acero de refuerzo se especifican en ACI 318 capítulo 7.5.2.1, las varillas de refuerzo se colocarán con las siguientes tolerancias, a menos que el ingeniero estructurista del proyecto especifique lo contrario.

(a) Las tolerancias para la profundidad “d” y el recubrimiento mínimo de concreto en elementos a flexión, muros y elementos a compresión serán los establecidos en la siguiente tabla.

Tabla 4.20 Tolerancias para la instalación del refuerzo.

Profundidad del lecho a tensión.	Tolerancia para "d".	Tolerancia para el recubrimiento mínimo de concreto.
d≤200	±10mm	-10mm
d>200	±13mm	-13mm

Fuente: ACI 117

(b) Excepto que la tolerancia para la distancia libre al fondo de las cimbras debe ser menos 6 mm. Además, la tolerancia para el recubrimiento tampoco excederá menos 1/3 del recubrimiento mínimo de concreto especificado en los planos del diseño y especificaciones.

(c) La tolerancia para la ubicación longitudinal de los dobleces y extremos del refuerzo debe de estar de acuerdo a la siguiente tabla. La tolerancia para el recubrimiento mínimo de concreto especificado en "a)" también se aplica a los extremos discontinuos de los elementos.

Tabla 4.21 Tolerancia para la ubicación longitudinal de los dobleces y extremos del refuerzo

Ubicación de los dobleces y extremos del refuerzo	Tolerancias
Extremos discontinuos de las ménsulas y cartelas	±13mm
Extremos discontinuos de otros miembros.	±25mm
Otras ubicaciones.	±50mm

Fuente: ACI 117

b) Separadores para recubrimiento.

Existen muchos tipos de separadores, estos son fabricados con materiales cementicios (conocidos como helados), con acero o con plástico. Los separadores son elementos importantes para soportar las varillas de refuerzo y lograr el recubrimiento requerido. Estos pueden potencialmente comprometer la integridad del recubrimiento de concreto y su eficacia para proteger el refuerzo integrado si se utilizan incorrectamente. Por lo tanto, es importante confirmar la ubicación, la manera correcta de instarlos, la cantidad requerida, etc., todo esto de acuerdo con el tipo de separadores que se utilizan y así controlar la calidad de las obras. A continuación, se presentan recomendaciones japonés para tomarlas de referencia.

Tabla 4.22 Recomendación de la distribución de los separadores para recubrimiento (normativa japonesa).

Elemento	**Tipo de material ***	**Cantidad, ubicación y/o espaciamiento.**
Losa	- acero	- 1.3unidades/m2

Elemento	Tipo de material *	Cantidad, ubicación y/o espaciamiento.
	- Concreto	
Viga	- acero - Concreto	- Separación al centro: 1.5m - Separación a los extremos: dentro de los 1.5m
Columna	- acero - Concreto	- Espaciador superior: dentro de los 0.5m por debajo de la viga. - Media altura: al centro entre los espaciadores superior e inferior. - Dirección longitudinal: dentro de 1m: 2 unidades / después del 1m: 3 unidades.
Fundación	- acero - Concreto	- 8 unidades/4m2 y 20 unidades/16m2
Tensores de concreto en fundaciones.	- acero - Concreto	- Separación al centro: 1.5m - Separación a los extremos: dentro de los 1.5m
Muros	- Acero - Concreto	- Espaciador superior: dentro de los 0.5m por debajo de la viga. - Media altura: dentro de los 1.5m desde el separador superior. - Extremos del muro: dentro de los 1.5m

*Los separadores plásticos solamente se permiten para los laterales de los elementos no para la cara inferior, en el caso se utilicen para la cara inferior se debe de confirmar su capacidad de cargar según las especificaciones del fabricante.

Separador de concreto prefabricado en sitio se utilizan generalmente para soportar varillas de refuerzo en el suelo, como en losas y fundaciones. Algunos separadores prefabricados en fabrica se utilizan para soportar varillas de refuerzo en las caras laterales de vigas para grandes estructuras prefabricadas de concreto, como viaductos. Es necesario confirmar que estos tipos de espaciadores cumplan con la norma y estén aprobados por el ingeniero responsable.

Figura 4.15 Ejemplo de separador de concreto.

En particular, en el caso de que se utilice un separador circular de plástico, es necesario colocarlo en la dirección correcta según la especificación del fabricante, ya que, si se utiliza en dirección horizontal, es probable que se formen colmenas en la parte inferior del separador. Es de tener cuidado con que los separadores plásticos cumplan el recubrimiento especificando al momento de instarlos verticalmente.

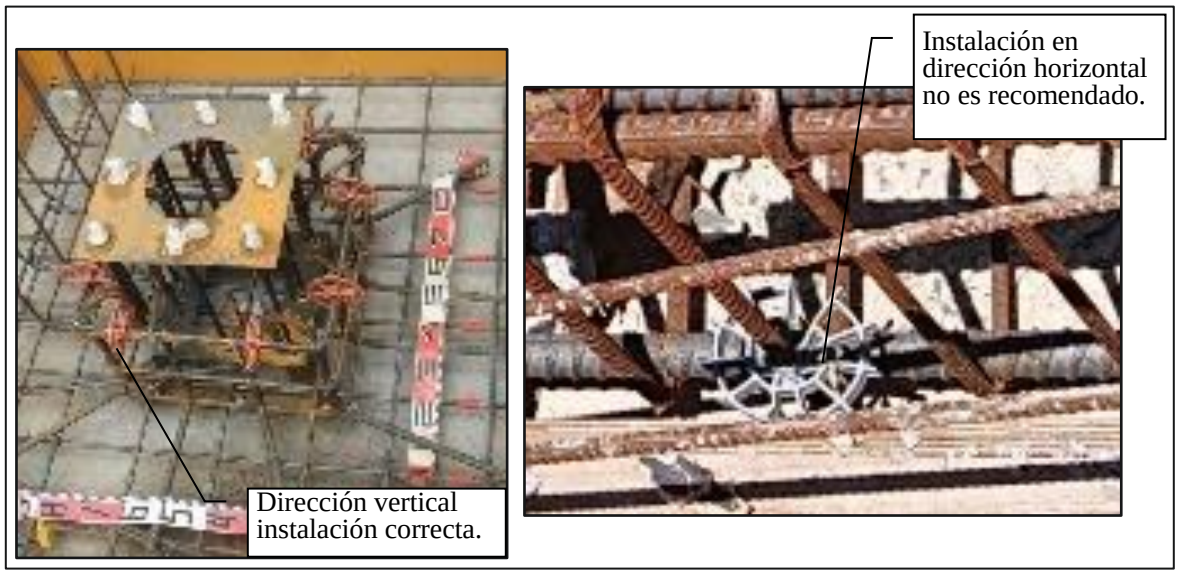
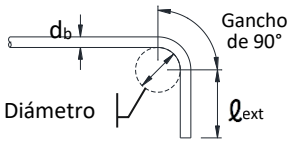
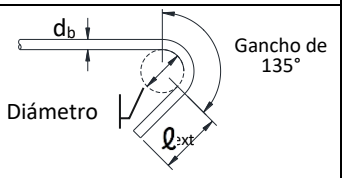
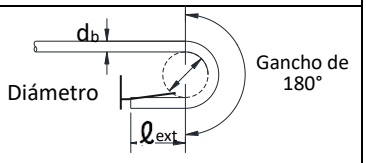


Figura 4.16 Instalación correcta e incorrecta del separador circular

c) Gancho estándar.

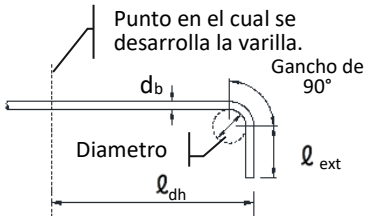
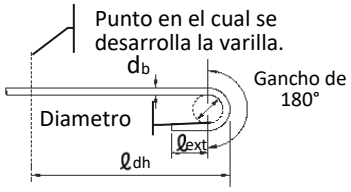
Tabla 4.23 Dobleces para el gancho estándar en estribos (ACI 318 Tabla 25.3.2)

Tipo de gancho estándar	Tamaño de la varilla	Diámetro interno Minino de doblado (plg)	Extensión recta* l_{ext} (plg)	Esquema tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No.3 a No.5	4db	El mayor de 6db y 3 plg	
	No.6 a No.8	6db	12db	
Gancho de 135 grados	No.3 a No.5	4db	El mayor de 6db y 3 plg	
	No.6 a No.8	6db		
Gancho de 180 grados	No.3 a No.5	4db	El mayor de 4db y 2.5 plg	
	No.6 a No.8	6db		

*Un gancho estándar para estribos y estribos cerrados de confinamiento incluye el diámetro interior del doblez especifico y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta

más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.

Tabla 4.24 Geometría del gancho estándar para el desarrollo de varillas corrugadas en tracción, (ASTM 318 Tabla 25.3.1).

Tipo de gancho estándar	Tamaño de la varilla	Diámetro interno Minino de doblado (plg)	Extensión recta* l_{ext} (plg)	Esquema tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No.3 a No.8	6db	12db	
	No.9 a No.11	8db		
	No.14 y No.18	10db		
Gancho de 180 grados	No.3 a No.8	6db	El mayor de 4db y 2.5 plg	
	No.9 a No.11	8db		
	No.14 y No.18	10db		

*El gancho estándar para las varillas corrugadas en tracción incluye el diámetro interior especifico del doblez y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.

d) Doblado

El doblez mínimo de 4 veces el diámetro de la varilla para las varillas comúnmente utilizadas en estribos se basa en la práctica aceptada de la industria. El uso de una varilla, en estribo, no mayor a No 5 para ganchos estándar a 90 grados o a 135 grados no deberá ser inferior a 4 db para la varilla N° 5 y menores. Para varillas mayores a la No.5, el diámetro de doblez deberá estar de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 4.25 Diámetro mínimo del doblez

Tamaño de la varilla	Diámetro mínimo
No.6 a No.8	6db
No.9 a No. 11	8db
No.14 y No.18	10db

Fuente: ACI 318

El diámetro interior del doblez en malla electro soldada (lisa o corrugada) no debe ser inferior a 4 db para malla corrugadas mayores que D6 y 2 db para todas las demás mallas. Los dobleces con un diámetro interior a 8 db no deberán estar a menos de 4 db de la intersección soldada más cercana.

e) Angulo del doblez en traslapes.

El requisito mínimo para el anglo del doblez en traslapes se muestra en la siguiente figura, no obstante, el ingeniero estructurista del proyecto pudiera diseñarlo de acuerdo con las condiciones específicas del proyecto y a la naturaleza del diseño ingenieril.

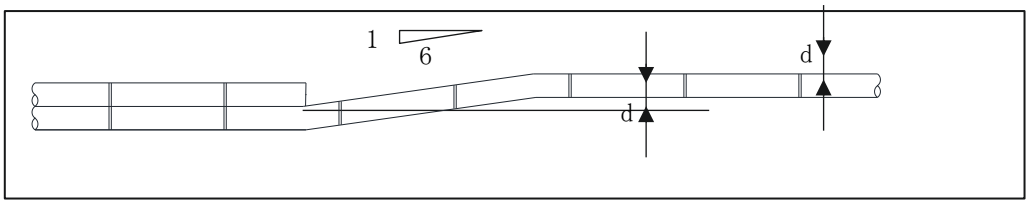
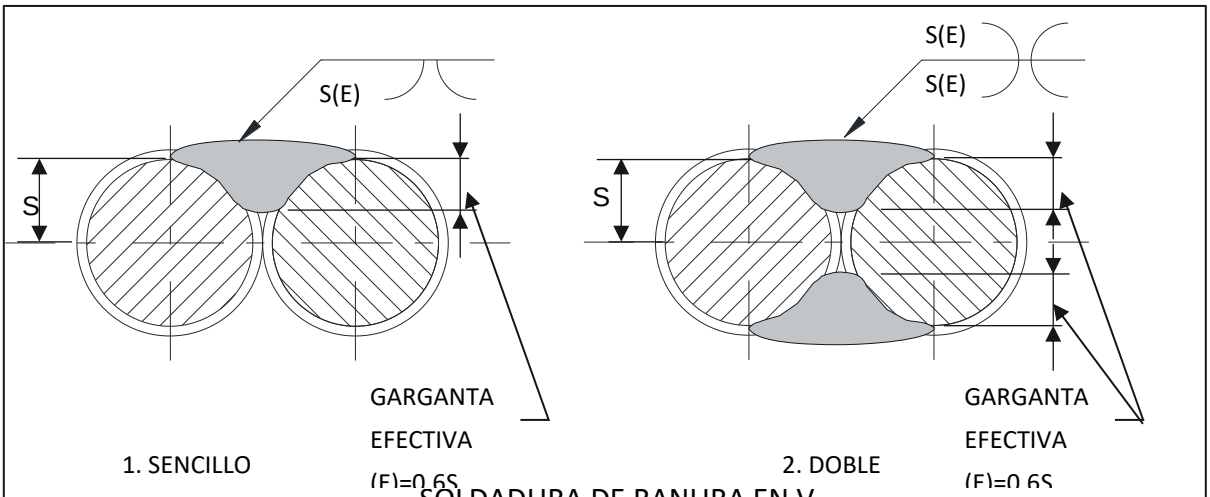


Figura 4.17 Angulo del doblez en traslapes.

f) Traslapes soldados.

Es adecuado que para estribos en espiral en columnas se implementen traslapes soldados. La soldadura en la construcción es a veces difícil de acondicionarla para mantener su calidad debido al fuerte viento o lluvia (humedad).

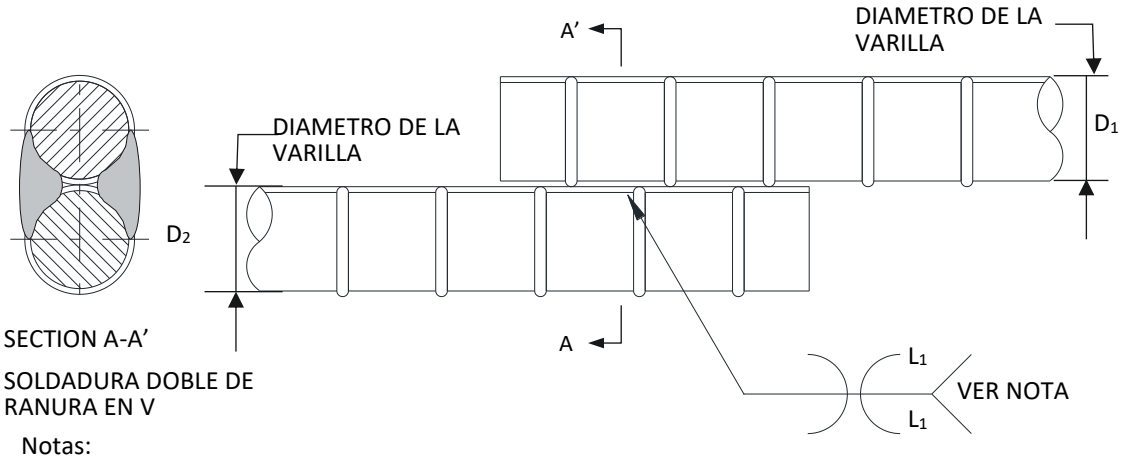
En particular, es difícil realizar verificaciones de calidad de la soldadura en obra, ya que algunos de los defectos son muy pequeños para verlos, como las grietas. Por lo tanto, resulta eficaz que en el proyecto se esté realizando una inspección con un ingeniero calificado en este tipo de inspecciones y para ello OPAMSS podrá solicitar al propietario del proyecto la documentación que compruebe dicha certificación.



SOLDADURA DE RANURA EN V

Notes:

1. S=Radio nominal de la varilla de refuerzo de acero.
2. E= La garganta efectiva es la menor dimensión desde el punto de fusión en la raíz hasta la cara de soldadura, menos cualquier refuerzo.
3. Se muestran las secciones. Las deformaciones de las barras se muestran sólo con fines ilustrativos.

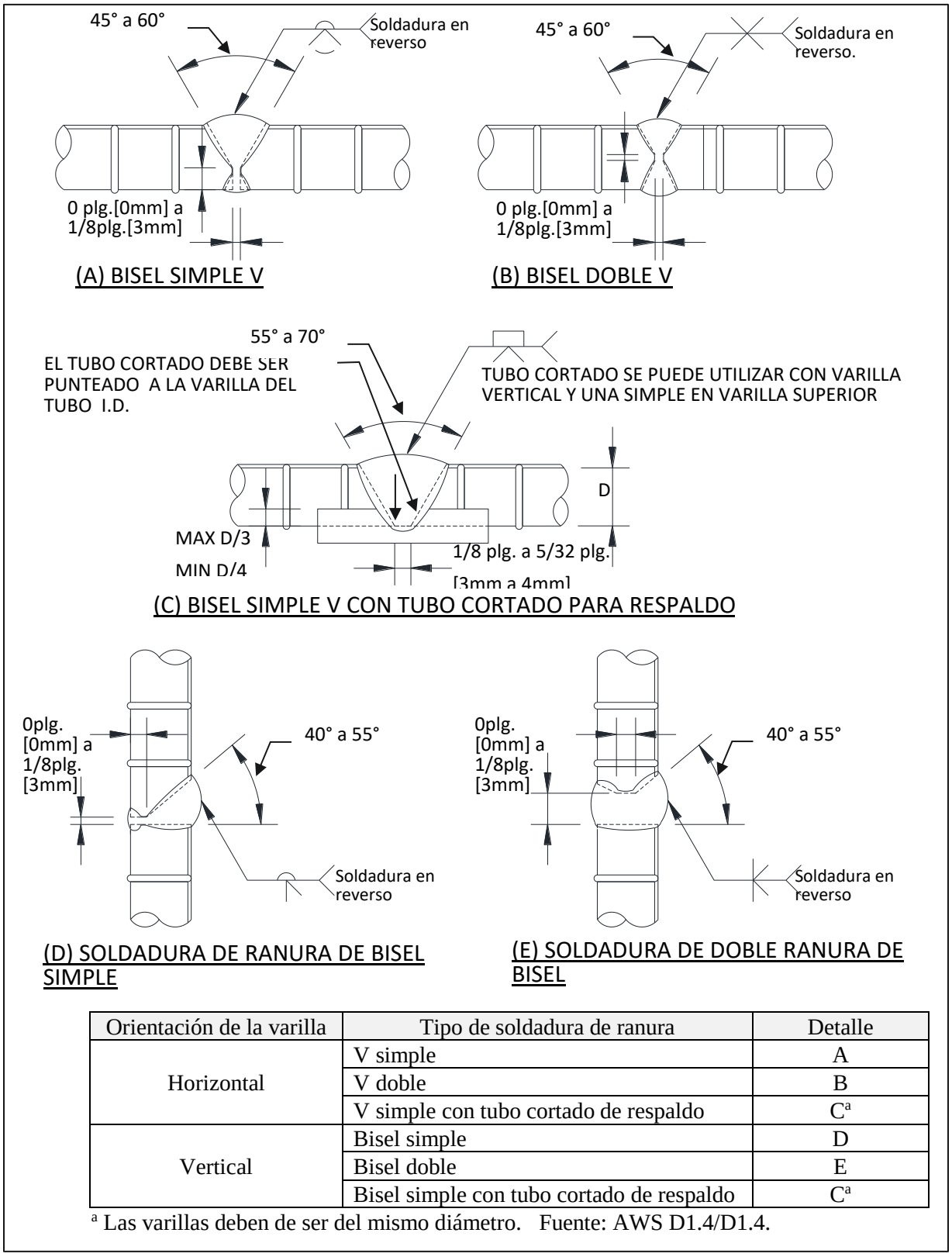


Notas:

$L_1=2*D_1$ (min): D_1 to D_2

JUNTA DE TRASLAPE DIRECTO CONVARILLAS EN CONTACTO

Figura 4.18-a Detalles de unión traslapada soldada para varillas.



Orientación de la varilla	Tipo de soldadura de ranura	Detalle
Horizontal	V simple	A
	V doble	B
	V simple con tubo cortado de respaldo	C[a]
Vertical	Bisel simple	D
	Bisel doble	E
	Bisel simple con tubo cortado de respaldo	C[a]

[a] Las varillas deben de ser del mismo diámetro. Fuente: AWS D1.4/D1.4.

Figura 4.18-b Detalle de unión con soldadura a tope para varillas.

g) Ubicación de las varillas de refuerzo.

La especificación ACI 117 indica las tolerancias para la distancia libre entre las varillas y la superficie de concreto terminada, estas tolerancias se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.26 Tolerancias para la ubicación de las varillas de refuerzo respecto a la superficie del concreto.

Peralte del elemento	Tolerancia
4 plg o menos	± 1/4 plg
Mayor de 4 plg y no mayor que 12 plg.	±3/8 plg
Mayor a 12 plg.	±1/2 plg

Fuente: ACI 117

Antes de colocar el concreto, la inspección de varillas de refuerzo para determinar el cumplimiento de las tolerancias de ubicación puede implicar mediciones del encofrado o del suelo perfilado, como se muestra en la siguiente figura:

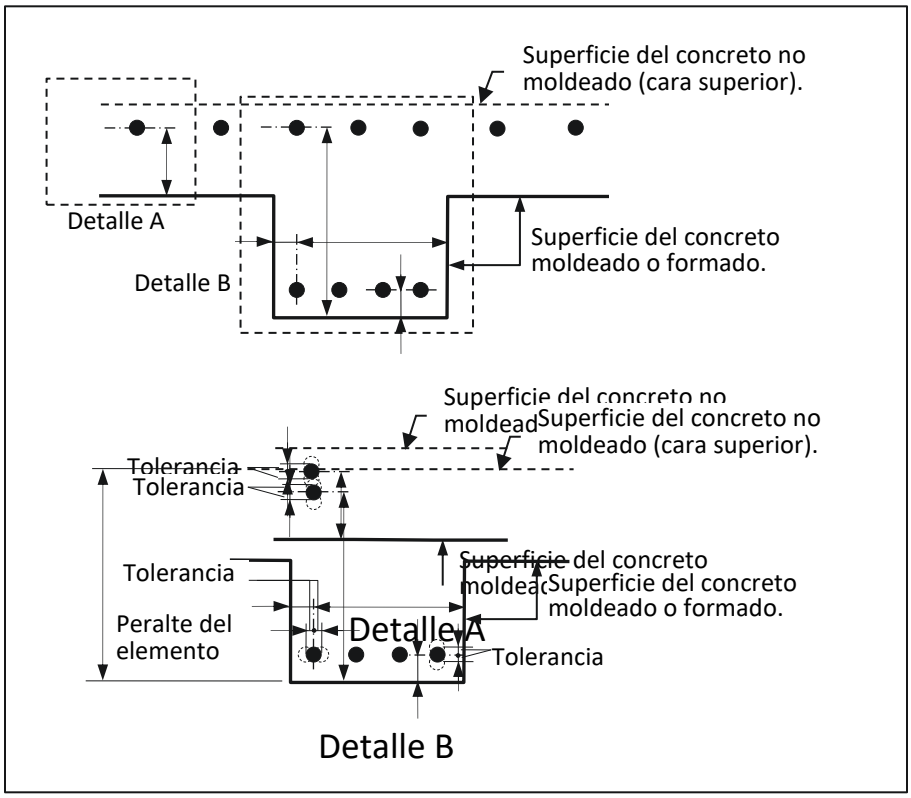


Figura 4.19 Ubicación de las varillas de refuerzo. Fuente: ACI 117

Las tolerar ángulo recto respecto a la superficie del concreto y se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 4.27 Tolerancia de distancia libre entre varillas de refuerzo.

Peralte del elemento	Tolerancia
12 plg o menor	- 3/8 plg

Peralte del elemento	Tolerancia
Mayor a 12 plg.	-1/2 plg

Reducción del recubrimiento no debe de exceder de 1/3 del recubrimiento especificado. Reducción del recubrimiento para aleros no debe de exceder de 1/4 plg. Fuente: ACI 117

Tabla 4.28 Tolerancia para la desviación vertical del refuerzo de una losa de fundación.

Ubicación de la varilla de refuerzo.	Tolerancia
Desviación vertical para refuerzo de losa de fundación..	±3/4 plg

Fuente: ACI 117

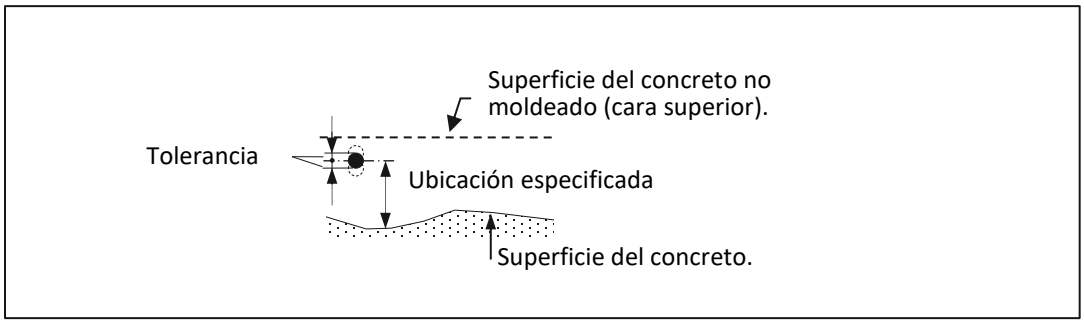


Figura 4.20 Ubicación de las varillas de refuerzo.

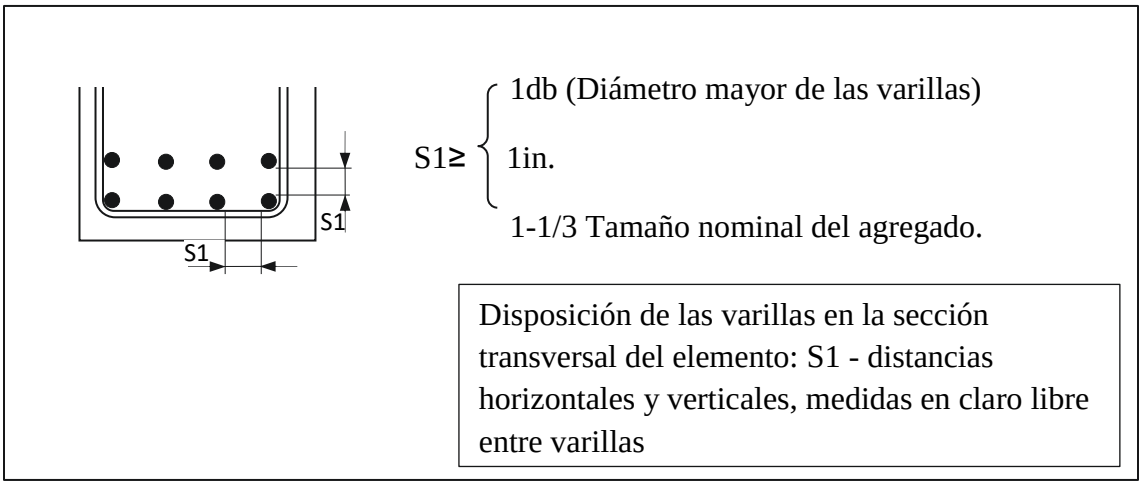


Figura 4.21 Disposición de las varillas de refuerzo longitudinal en una sección transversal. Fuente: ACI 117

Tabla 4.29 Tolerancia para la separación entre varillas de refuerzo.

Ubicación de la varilla	Tolerancia
No exceder a un cuarto de la distancia especificada.	±1 plg.
Varilla individual	Distancia no debe de ser menor que el diámetro de la varilla con mayor medida o que 1 plg.
Varilla en paquete	Menor que el mayor diámetro de la varillas o 1 pulgada o un diámetro de la varilla derivado del área total equivalente de todas las varillas en el paquete

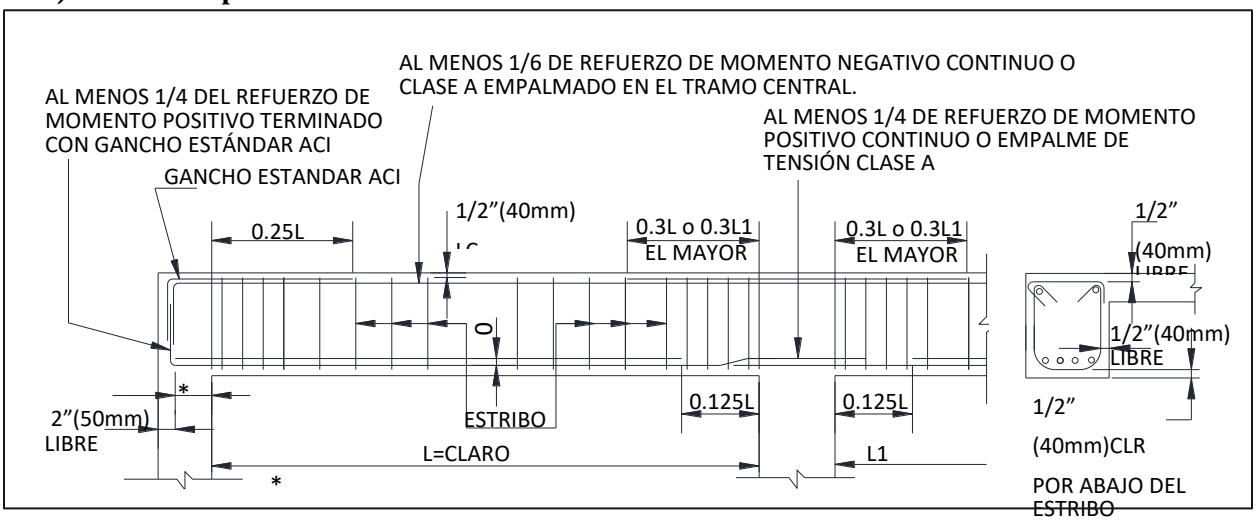
Fuente: ACI 117

Tabla 4.28 Tolerancia para la separación refuerzo en elementos no pretensados.

Ubicación de la varilla	Tolerancia
Varilla de refuerzo a lo largo de una línea paralela al espaciado especificado, excepto las que se consideren en el resto de este cuadro.	±3 plg.
Estribos para vigas.	El menor de ±3 plg. o ±1 plg. por pie del peralte de la viga.
Estribos para columnas	El menor de ±3 plg. o ±1 plg. por pie del menor ancho de la columna.

Nota: El total de varillas no debe ser menor al especificado. Fuente: ACI 117

h) Detalles típicos.



Fuente: ACI 315

Figura 4.22 21 Detalle tipo de armaduría en vigas.

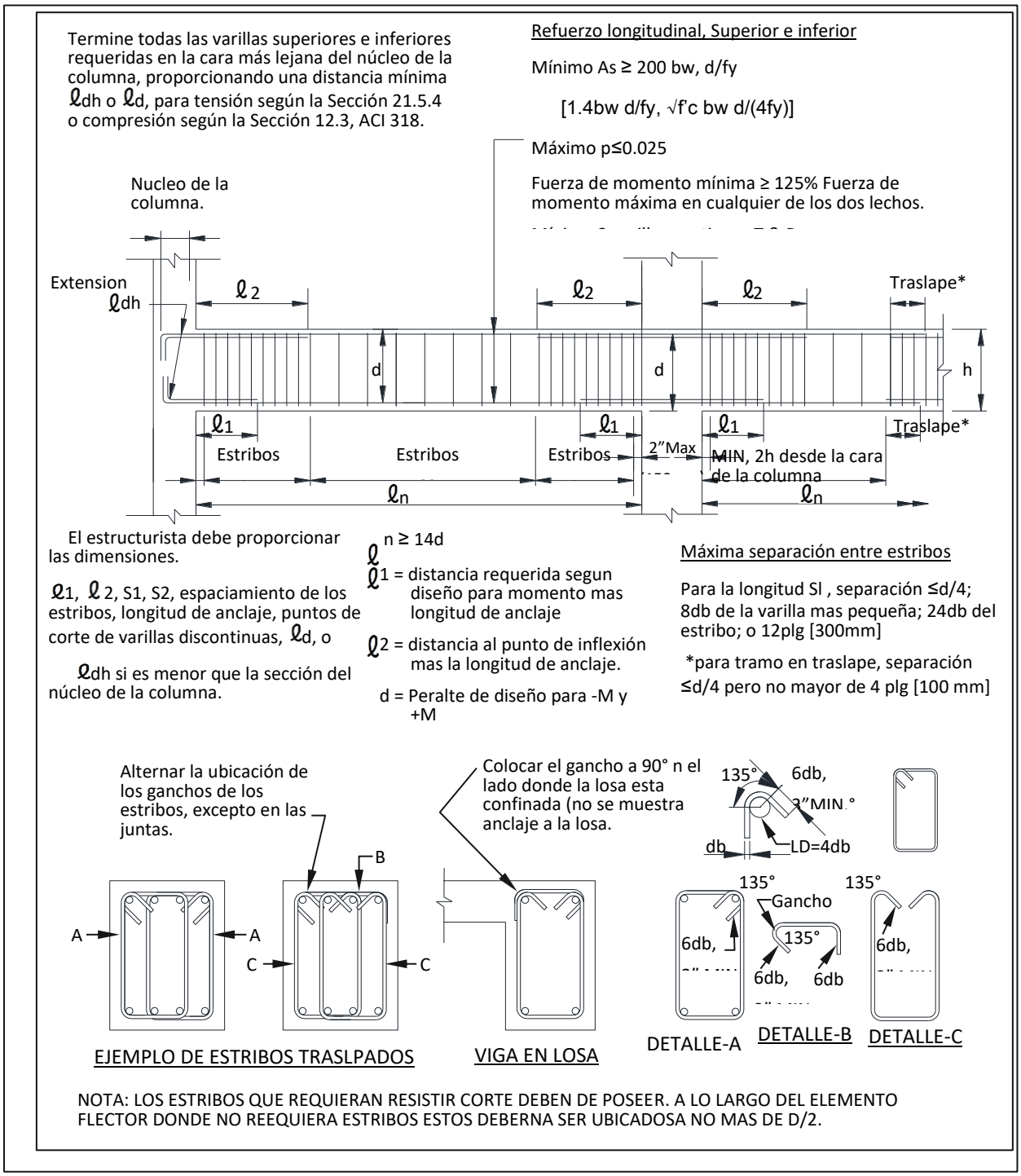
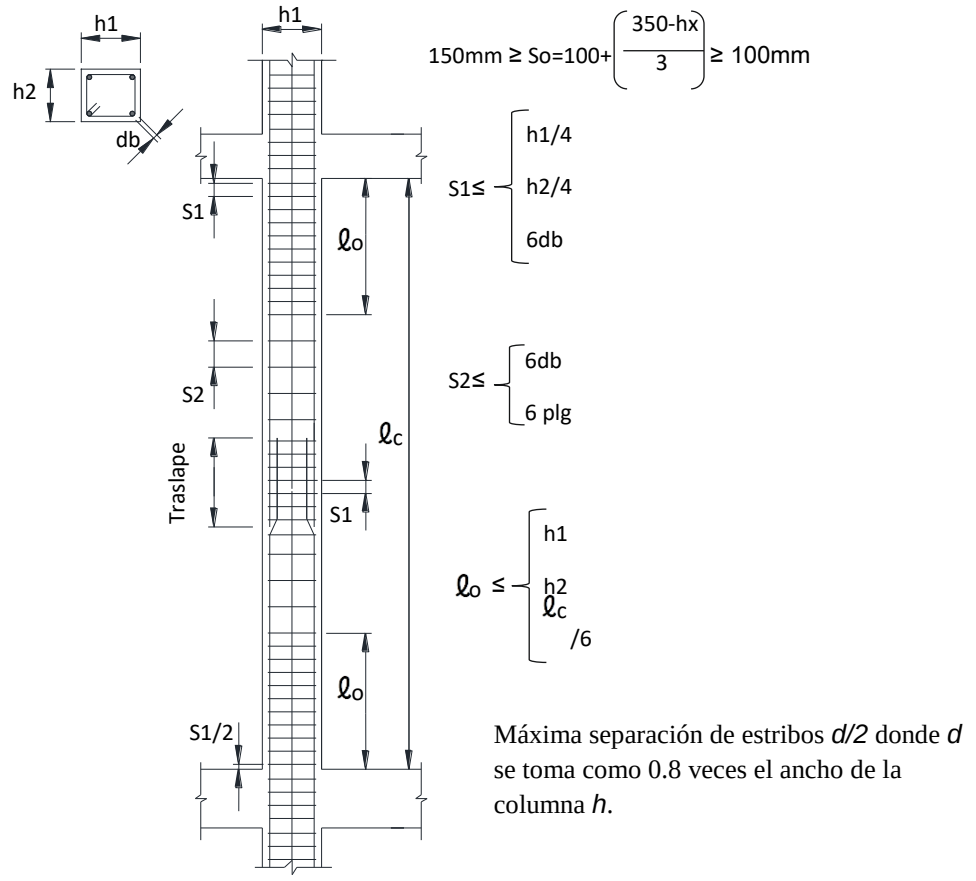


Figura 4.23 Detalle sismo-resistente típico: elementos flectores. Fuente: ACI 315



Fuente: ACI 315

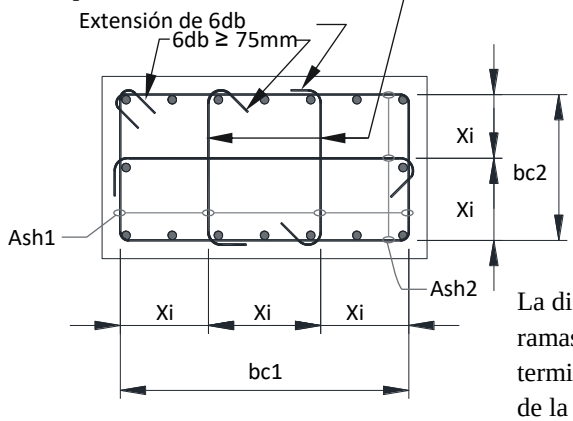
Figura 4.24 Requerimientos de separación de refuerzos en columnas.

Tabla 4.30 Ubicación del primer estribo y espaciamiento maximo.

Dirección de medida	Descripción	Máxima distancia o espaciamiento, plg.
Perpendicular al rostro de la columna.	Distancia desde el rostro de la columna al primer estribo.	d/2
	Espaciamiento entre estribos.	d/2
Paralelo al rostro de la columna.	Espaciamiento entre piernas verticales de los estribos.	2d

Fuente: ACI 318

Ganchos suplementarios consecutivos que abrazan la misma barra longitudinal deben tener sus ganchos de 90° alternados en caras opuestas de la columna.



La dimensión ***xi*** de centro a centro entre las ramas de estribo no debe exceder 350 mm. El termino ***hx*** usado en la ecuación para el cálculo de la separación entre estribos, se toma como el mayor de ***xi.***

Área de acero para columnas con estribos:

$$Ash = \frac{0.3 \cdot s \cdot bc \cdot f'c}{fyt} \left\{ \left(\frac{Ag}{Ach} \right) - 1 \right\}$$

$$Ash = \frac{0.09 \cdot s \cdot bc \cdot f'c}{fyt}$$

Figura 4.25 Detalle de refuerzo transversal en columnas.

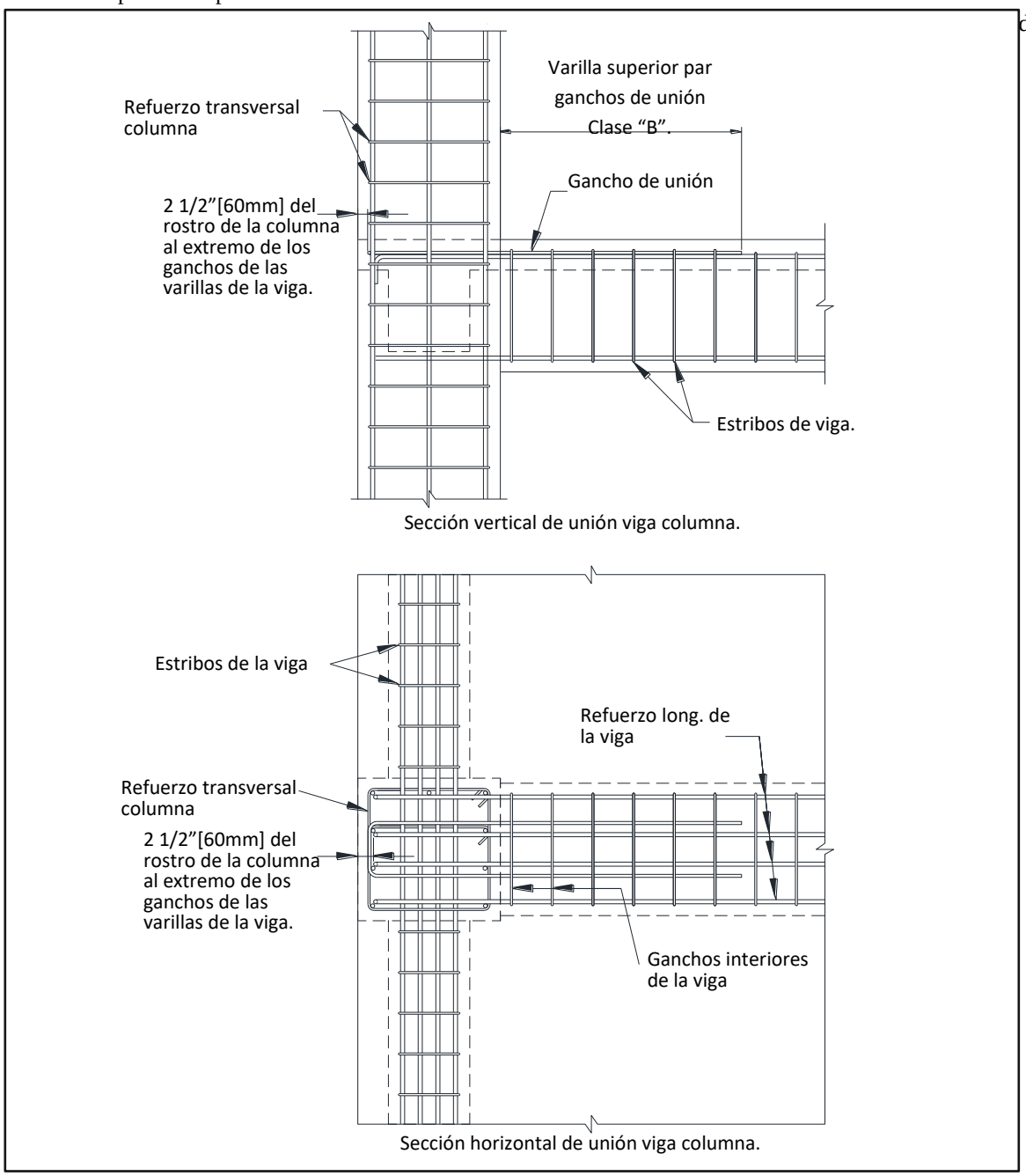


Figura 4.26 Detalle típico unión sismo resistente (según ACI 315).

i) Almacenamiento de las varillas para refuerzo

Las varillas a utilizarse para refuerzo deben de almacenarse y acopiarse preferiblemente bajo techo, en el caso esto no sea posible, entonces se deben de proteger con plástico garantizando que no le ingrese agua o algún otro agente nocivo para el acero, además este nunca deberá de estar contacto directo con el suelo, para logar esto se deben de colocar durmientes no ferrosos por debajo del acopio de varillas.

Figura 4.27 Almacenamiento recomendado de varillas.

Trabajos de curado y desencofrado.

Cuando el concreto empiece su fraguado inicial se debe de curar o proteger sus superficies de concreto expuestas sin encofrar, proporcionando una película de materiales impermeables adecuados que cumplan con ASTM C171, también cuando se realice el desencofrado se debe de realizar el curado de las superficies recién expuestas, independientemente si los elementos sean interiores o exteriores. Se puede realizar un curado alternativo con agua.

Tabla 4.31 Tiempos para remover los moldes según ACI 347

Elemento estructural		Tiempo
Paredes*, columnas* y laterales de vigas.	-	12 horas (24-48 horas**)
Losas unidireccionales.	Por debajo de los 3 m de claro entre los elementos estructurales de soporte.	4 días
Losas nervadas†	30 plg (760 mm) de ancho o menos.	3 días
	Mas de 30 plg. (760 mm) de ancho	4 días
Cara inferior de vigas‡	Menos de 10 pies (3 m) de claro entre los elementos estructurales de soporte.	7 días
	10 a 20 pies (3 to 6 m) de claro entre los elementos estructurales de soporte.	14 días
	Más de 20 pies (6 m) de claro entre los elementos estructurales de soporte.	21 días

Fuente: ACI 347

* Donde los moldes den soporte a otros elementos, predominara el tiempo mayor.

** Recomendado.

†Del tipo que puede ser desmoldado sin interferir otros encofrados o apuntalamientos.

‡Donde los moldes puedan ser removidos sin interferir los apuntalamientos, utilizar la mitad de los valores, pero no menor a 3 días.

j) Irregularidades de las superficies del concreto colado.

Antes de colar el concreto, los moldes deben de estar limpios de toda la basura, en particular las virutas de aserrín, residuos de concreto, etc.

Todas las superficies de los encofrados de madera que vayan a entrar en contacto con el concreto deben humedecerse bien con agua, esto es necesario para evitar la posibilidad de que los encofrados secos absorban agua del concreto, lo que puede causar deformación, hinchazón y distorsión de la madera, además de provocar defectos como colmenas en el concreto.

De manera similar, los moldes metálicos que han estado expuestos a climas cálidos deben enfriarse con agua antes de colocar el concreto. Además, todas las superficies del encofrado que vayan a entrar en contacto con el concreto deben recibir una buena capa de líquido desmoldante, o cualquier otro material para evitar que el concreto se pegue a los moldes y facilitar así su fácil desmontaje; sin embargo, es importante tener en cuenta que el desmoldante utilizado no debe entrar en contacto con el refuerzo, además debe ser impermeable y no debe escamarse con la exposición a la intemperie ni manchar la superficie del concreto.

Las irregularidades abruptas se medirán dentro de 1 pulgada de la irregularidad. Las irregularidades graduales de la superficie se determinarán midiendo el espacio entre el concreto y una regla de 2 metros, medida entre los puntos de contacto de la regla con el concreto.

Tabla 4.32 Irregularidades de la superficie.

Clase de la superficie.	Irregularidades de la superficie (pulgadas)
A	+3mm (+1/8 plg)
B	+6mm (+1/4 plg)
C	+13mm (+1/2 plg)
D	+25mm (+1 plg)

Fuente: ACI 347

Figura 4.28 **Revisión de moldes para encofrado del concreto.**

De acuerdo a RLDOTAMSS Art VII 13 y Art VIII 23, se requiere comprobar y certificar la calidad de los materiales entre ellos los que componen a las estructuras metálicas. Además, también deben de estar sujetos a pruebas periódicas y/o permanentes de la calidad.

a) Propiedades

El acero para estructuras metálicas se especifica en ASTM, DIN, JIS, etc. y típicamente LOS aceros A36 o A500 grado B son utilizados en la normativa ASTM.

El acero comúnmente utilizado para estructuras metálicas es el A36, este es un acero estructural de bajo contenido de carbono, con una fluencia de 36 ksi (2530 kg/cm2), usualmente disponible en distintas formas como: canal (perfil channel), ángulos, Perfiles H y Perfiles I; estos se especifican en ASTM A36.

Los aceros A500 tienen una fluencia mínima de 42 ksi (2950 kg/cm2), se especifican en ASTM A500 la cual es la normativa para tubos estructurales de acero al carbono, soldados y sin soldadura, conformados en frío, redondos y perfilados.

b) Ensayos a los materiales

Para garantizar la calidad de los materiales, se deben de realizar ensayos estándar de acuerdo a ASTM A370 y ASTM E8 para verificar las especificaciones de ASTM A36.

Existen una variedad de ensayos mecánicos al acero, se deben de realizar los ensayos adecuados para determinar si se cumplen las características especificadas de calidad según la normativa. A continuación, se presentan los ensayos típicos a los materiales de acero estructural:

- Tensión
- Pandeo

- Compresión
- Composición

En cuanto al método de inspección del acero en el sitio de construcción, la calidad del material del acero se confirma mediante informes de pruebas de fábrica o certificaciones de fabricantes o importadores.

Ac continuación se presenta las especificaciones para el acero según la norma ASTM. Estos datos se deben de tomar son sólo como referencia, ya que los ingenieros involucrados deciden las características de ingeniería de acuerdo con la naturaleza del diseño en cuestión.

Tabla 4.33 Composición química, propiedades mecánicas y físicas del acero según ASTM A36

Composición (% por peso en caliente) para formados.						Requerimientos mínimos de resistencia.			Propiedades físicas.
C	Si	Mn	P	S	Cu	Tensión	Fluencia	Elongación	Densidad
max %	max %	max %	max %	max %	min %	MPa (ksi)	MPa (ksi)	%	g/cm^3 (lb/in^3)
0.26	0.40	1.03	0.04	0.05	0.20	400-550 (58-79.8)	250 (36.6)	20 (in200mm) 23 (in50mm)	7.8 (0.282)

Fuente: ASTM A36

Tabla 4.34 Composición química, propiedades mecánicas y físicas del acero según ASTM A500

Grado	UNS	Composición (% por peso en caliente)					Requerimientos mínimos de resistencia				Propiedades físicas.
		C	Mn	P	S	Cu	Tensión ultima	fluencia (redondo)	fluencia (formado)	Elongación	Densidad
		max %	max %	max %	max %	min %	MPa (ksi)	MPa (ksi)	MPa (ksi)	%	g/cm^3 (lb/in^3)
A	K03000	0.26	1.35	0.035	0.035	0.2	310 (45)	230 (33)	270 (39)	25	7.8 (0.282)
B	K03000	0.26	1.35	0.035	0.035	0.2	400 (58)	290 (42)	315 (46)	23	
C	K02705	0.23	1.35	0.035	0.035	0.2	425 (62)	315 (46)	345 (50)	21	
D	K03000	0.26	1.35	0.035	0.035	0.2	400 (58)	250 (36)	250 (36)	23	

Fuente: ASTM A500

Tabla 4.35 Pruebas de calidad y procedimientos con su respectiva especificación

PERFILES Material	**ESPECIFICACION**
Pruebas mecánicas de los materiales de acero	ASTM A 370

PERFILES Material	**ESPECIFICACION**
Especificación estándar para perfiles de calidad estructural con acero de alta resistencia y baja aleación, elaborados mediante proceso de enfriamiento y auto templado (QST).	ASTM A 913

c) Normativas para cada tipo de perfil metálico.

Al menos que un sistema alternativo sea especificado por el fabricante, los elementos metálicos deben de estar de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.36 Normativas para los perfiles metálicos.

PERFILES Material	**ESPECIFICACION**	**Comentario**
Perfiles W, WT e I	ASTM A 992/ A6	
Tubería rectangular (HSS) Soldado laminado en frio o sin costura.	ASTM A 513/A 500	Grado B
M, S, MT y ST HP, Angulo (L), Channel (C) y Channels Misceláneos (MC) Placas y varillas.	ASTM A 36	
Tubería metálica, negra o galvanizada en caliente, soldada con recubrimiento de Zinc y sin costura.	ASTM A 53	Grado B
Placas de acero de Alta Resistencia y baja aleación de Columbio-Vanadio.	ASTM A 572	Grado 50
Placas de acero estructural al carbono de dureza mejorada.	ASTM A 573	
Placas de acero al carbono con Baja e intermedia Resistencia a la tensión.	ASTM A 283	Grado D
Placas de acero estructural al carbono.	ASTM A573	Grado 58
Aceros de baja aleación y alta resistencia.	ASTM A913	Grado 65
Barras de acero con acabado en frio.	ASTM A108	

d) Designación de tamaños

Para la designación de tamaños de los perfiles metálicos W y WT (ASTM A36 o A992) y de los perfiles metálicos HSS (ASTM A500 o A1085) referirse a las tablas en “Anexo: Tablas de Perfiles Metálicos”

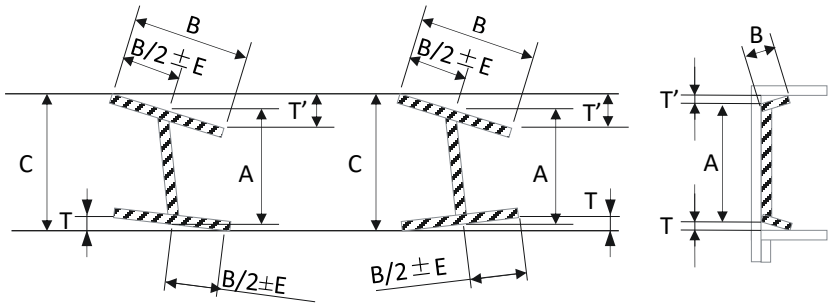
e) Fabricación

La fabricación se realizará de acuerdo con la sección correspondiente de AISC "Especificación para el diseño, fabricación y montaje de acero estructural para edificios" y los planos y especificaciones del diseño. Usualmente el fabricante prepara manual para la instalación y un manual de control de

calidad. El Fabricante deberá de identificar los distintos elementos a ensamblar para poder realizar una adecuada instalación en campo.

Los planos de taller deben incluir la ubicación, el tipo y el tamaño de todos los pernos y soldaduras, estos se prepararán antes de proceder a la fabricación. Se distinguirán claramente las juntas de pernos y de soldaduras en el taller y en la obra. El diseñador y supervisor podrán solicitar al fabricante informes que sean representativos de las pruebas de calidad realizadas en fábrica.

Las tolerancias dimensionales para el material laminado se establecen en ASTM A6/A6M, a continuación, se presentan algunas especificaciones. Variación permitida en la sección transversal para perfiles W, HP, S, M y MC, MM (ASTM A6M).



Nota 1 - A se mide en las líneas centrales del alma para los perfiles S, M, W y HP; en la parte posterior del alma para formas C y MC, la medida es general para formas C de menos de 75 mm. B se mide paralelo al ala, C se mide paralelo al alma.

Nota 2 – Donde "…" aparece en esta tabla significa que no hay requerimientos.

Perfil	Tamaño nominal de la sección, mm	A, Peralte		B, Ancho de patín		T+T' Patines fuera de línea	E, Alma descentrada.	C, Peralte máximo en cualquier sección transversal sobre el peralte teórico,	Variaciones permitidas por encima o por debajo del espesor teórico del alma para espesores dados, mm.	
		Por arriba del teórico	Por debajo del teórico	Por arriba del teórico	Por debajo del teórico				≤5	> 5
W y HP	Hasta 310 (incluido)	4	3	6	5	6	5	6	…	…
	Sobre 310	4	3	6	5	8	5	6	…	…
S & M	75 a 180(incluido)	2	2	3	3	0.03	5	…	…	…
	sobre 180 a 360(incluido)	3	2	4	4	0.03	5	…	…	…
	sobre 360 a 610(incluido)	5	3	5	5	0.03	5	…	…	…
C & MC	Hasta 40 (incluido)	1	1	1	1	0.03	…	…	0.2	0.4

	sobre 40 a 75(incluido)	2	2	2	2	0.03	…	…	0.4	0.5
	75 a 180(incluido)	3	2	3	3	0.03	…	…	…	…
	sobre 180 a 360(incluido)	3	3	3	4	0.03	…	…	…	…
	sobre 360	5	4	3	5	0.03	…	…	…	…

A, T+T': se aplica cuando los patines están hacia adentro o hacia afuera. Para canal de 16 mm de peralte y menor, el descuadramiento permitido es de 0,05 mm/mm del peralte. La variación permitida se redondeará al milímetro más cercano después del cálculo.
B: Variación permitida es por milímetro del ancho del patín para perfiles S, M, C y MC.
C: Variacion permitida maxima es de 8 mm para secciones de mas de 634 kg/m.

Fuente: ASTM A6

Figura 4.29 Variaciones permitidas.

Las tolerancias dimensionales para los perfiles HSS y para los materiales de tuberías se especifican en las normativas ASTM aplicables, como ejemplo ver la siguiente figura.

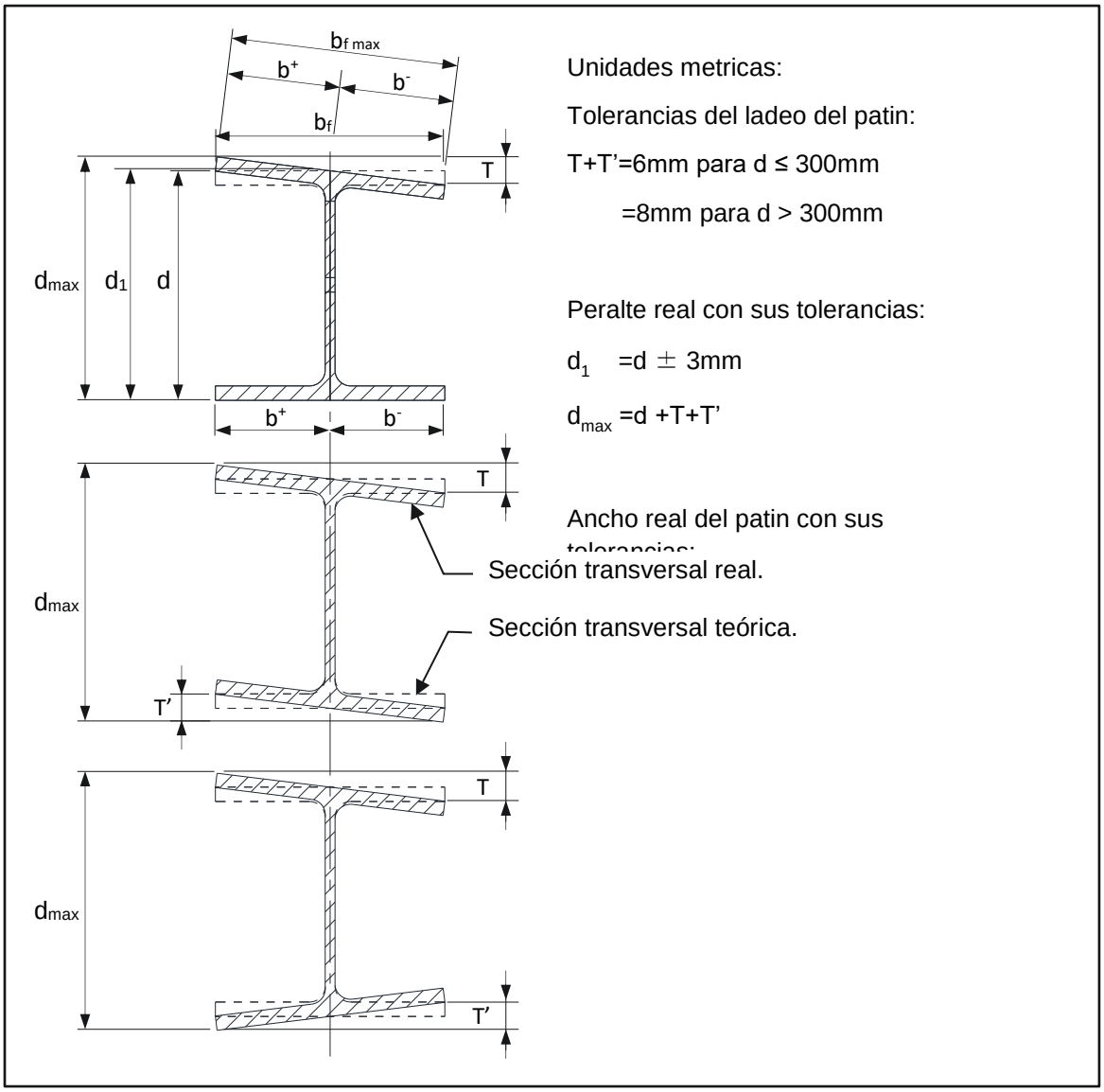


Figura 4.30 Tolerancias en la fabricación para una sección transversal de un perfil W. Fuente: ANSI/AISC 303

La variación permitida de alabeo e inclinación del patín de vigas también se especifica en AWD1.1 y se mide como se muestra en la siguiente figura. Esta variación es más fácil de aplicar comparados a la especificada en ASTM A6/A6M, aunque ambos conjuntos de variaciones coinciden razonablemente.

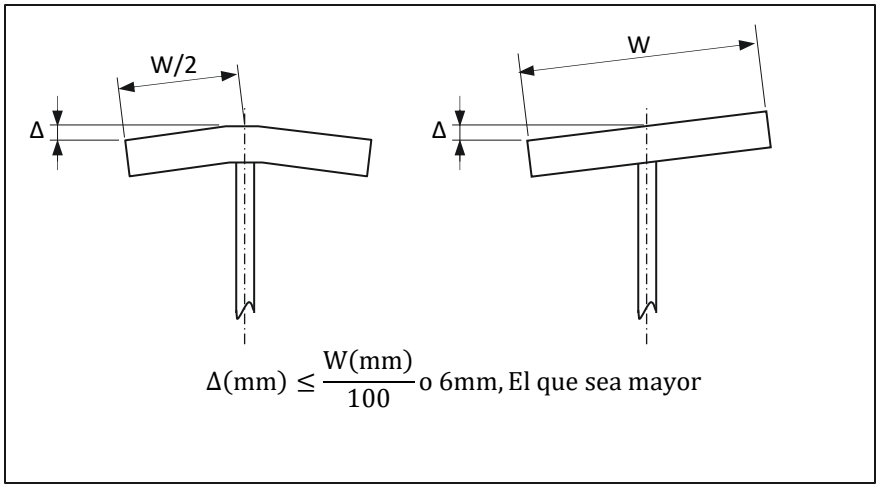


Figura 4.31 Medida del alabeo e inclinación del patín. Fuente: ANSI/AISC 303

Generalmente se dice que la planitud del alma no afecta la integridad estructural de una viga ya que el alma resiste principalmente el corte, sin embargo, si se especifica el alma de una viga de menos de 8 mm (5/16 plg) de espesor, la tolerancia dimensional para la variación de la planitud, con o sin refuerzos, en estructuras cargadas estáticamente debe determinarse como el mayor de 12 mm (1/2 plg), de ASTM A6/A6M, o el valor determinado en AWS D1.1/D1.1M. Considerar que, la Especificación AISC para el diseño, fabricación y montaje de acero estructural para edificios establece que las tolerancias de planitud de las almas de las vigas no necesitan aplicarse a vigas cargadas estáticamente.

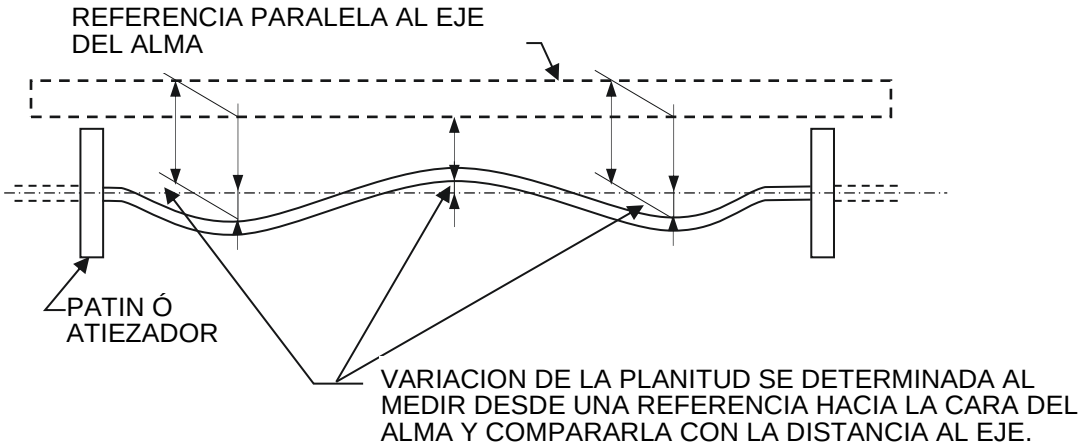


Figura 4.32 Método típico para determinar la variación de la planitud del alma. Fuente: A WS D1.1/D1.1M

Generalmente se dice que la planitud del alma no afecta la integridad estructural de una viga ya que el alma resiste principalmente el corte, sin embargo, si se especifica el alma de una viga de menos de 8 mm (5/16 plg) de espesor, la tolerancia dimensional para la variación de la planitud, con o sin refuerzos, en estructuras cargadas estáticamente debe determinarse como el mayor de 12 mm (1/2

plg), de ASTM A6/A6M, o el valor determinado en AWS D1.1/D1.1M. Considerar que, la Especificación AISC para el diseño, fabricación y montaje de acero estructural para edificios establece que las tolerancias de planitud de las almas de las vigas no necesitan aplicarse a vigas cargadas estáticamente.

f) Combado y curvatura

El combado de vigas se utiliza para eliminar la apariencia de hundimiento. Las vigas se fabrican con la curvatura natural hacia arriba especificada en ASTM A6/A6M y AWS D1.1 como se muestra en la siguiente tabla, a menos que se muestre o indique lo contrario en los planos de diseño.

Punto / Claro	Al centro del claro, mm	En los apoyos (0 para los apoyos en los extremos), mm	En un punto intermedio, mm
≥30m	40	3 (para apoyos intermedios)	-0, (160a (1-a/S))/S
<30m	20	3 (para apoyos intermedios)	-0, (80a (1-a/S))/S

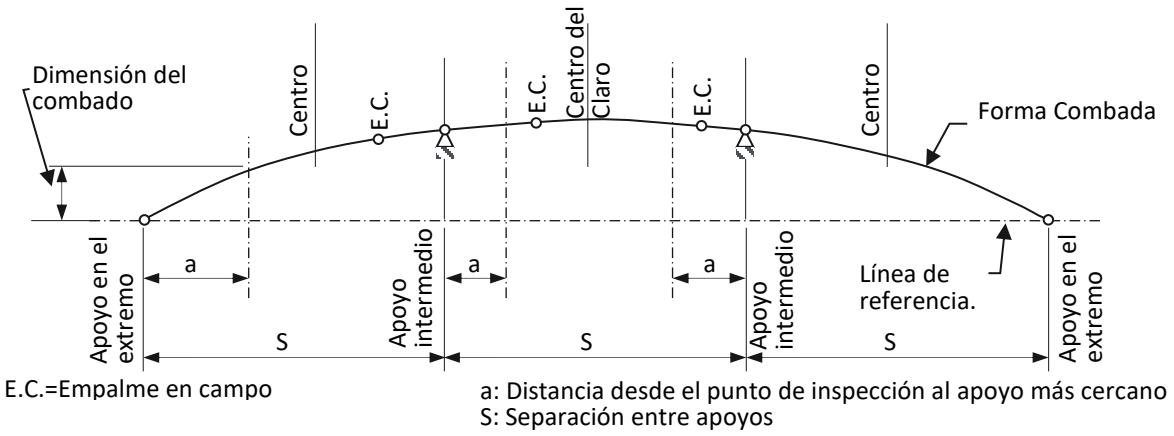


Figura 4.33 Montaje típico de una viga. Fuente: A WS D1.1/D1.1M

Tabla 4.37 Tolerancia de combado para vigas típicas.

	Tolerancia de combado, mm				
a/S / Claro	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5

≥30m	14	25	34	38	40
<30m	7	13	17	19	20

Fuente: AWS D1.1/D1.1M

a: Distancia desde el punto de inspección al apoyo más cercano

S: Separación entre apoyos

Tabla 4.38 Tolerancia de combado para vigas sin ménsula de concreto.

	Tolerancia de combado, mm				
a/S Claro	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
≥30m	7	13	17	19	20
<30m	4	5	8	10	10

Fuente: AWS D1.1/D1.1M

a: Distancia desde el punto de inspección al apoyo más cercano

S: Separación entre apoyos

Según ASTM A6/A6M y AWS D1.1, la variación permitida para una especificada curvatura medida al centro debe de estar de acuerdo a lo siguiente:

Tabla 4.39 Tolerancia de curvatura para vigas.

Variación permitida para la curvatura en vigas, mm.
± 1 mm x metro de longitud total.

Fuente: AWS D1.1/D1.1M

g) Pintura en taller.

Las siguientes superficies no se permiten pintar en el taller; una vez finalizados los trabajos de montaje todas estas superficies deberán cubrirse con pintura, concreto o materiales impermeabilizantes.

- Acero de refuerzo.
- Pernos de cortante soldados.
- Superficies maquinadas.
- 4 pulgadas a cada lado de la soldadura en campo.
- Superficies alrededor de pernos de estructurales de alta resistencia y superficies unidas mediante pernos de alta resistencia.

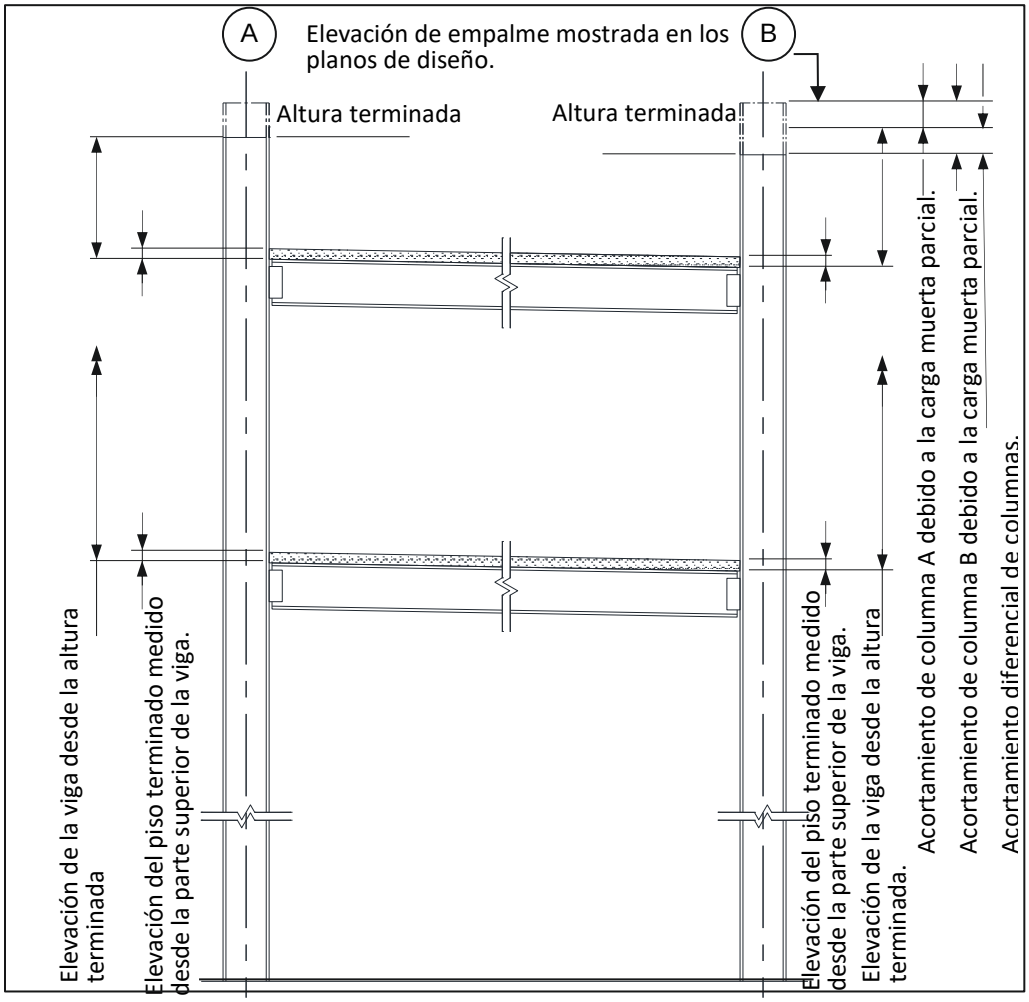
h) Montaje de la estructura metálica en campo.

El procedimiento de montaje debe comenzar a planificarse desde el diseño del proceso de construcción y debe estar completamente definido antes de que la estructura metálica llegue al sitio de construcción desde el taller de fabricación; es crucial mantener la seguridad al momento de montar

la estructura en el sitio de construcción. Siguiendo el procedimiento se colocan los miembros estructurales en el alineamiento y elevaciones indicadas, después de garantizar que todos los miembros de la estructura estén en la posición adecuada, se ajustan para compensar las discrepancias en las elevaciones y la alineación del marco o de la estructura antes de que estos sean fijados permanentemente.

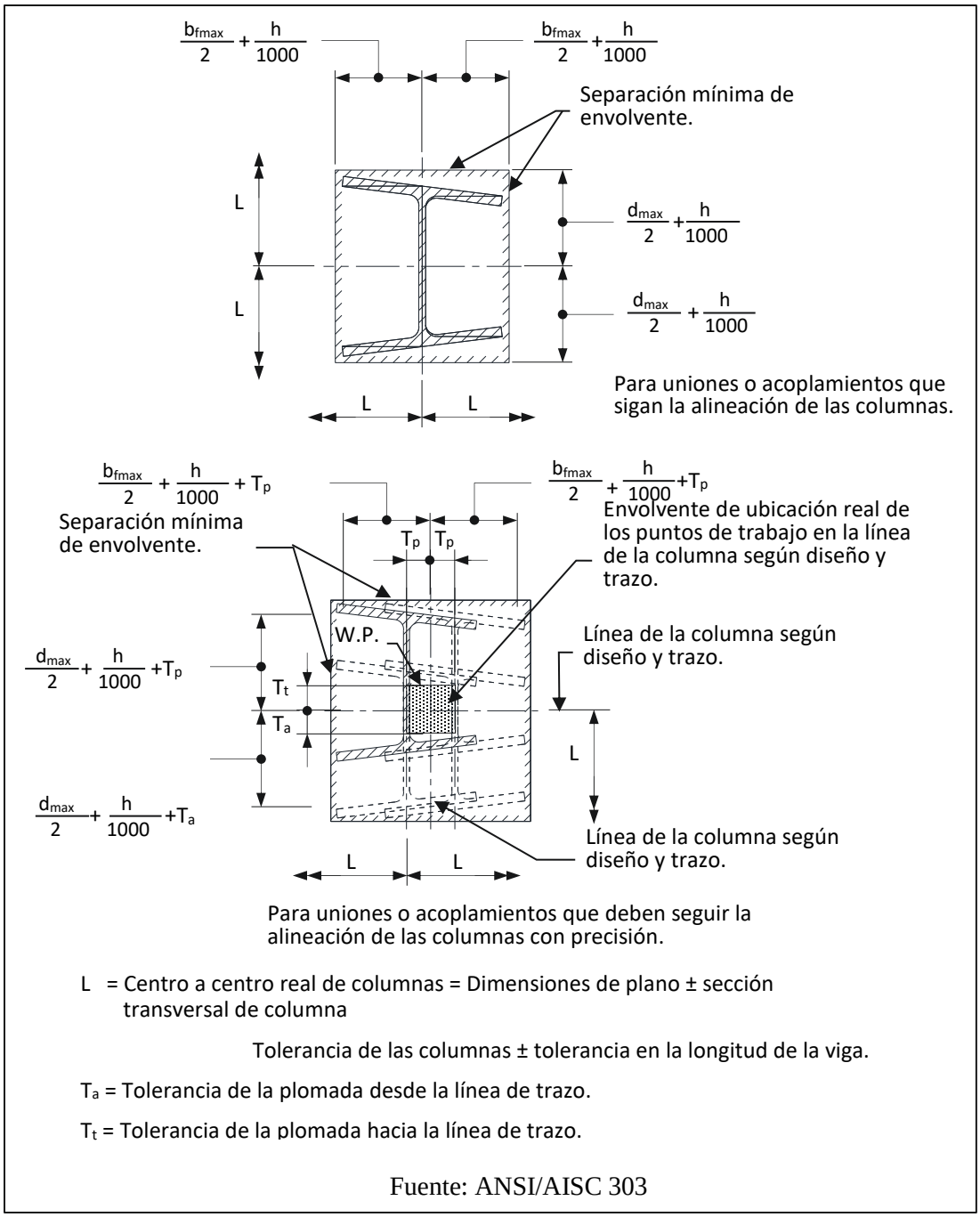
El acero estructural se fabricará y montará de conformidad con las tolerancias establecidas en las normativas aplicables y según lo requerido en los documentos del contrato. Los ingenieros del sitio inspeccionan el trabajo para asegurarse de que se realice de acuerdo con los planos aprobados y las normas aplicables. En caso de que a veces se utilicen equipos de corte con gas y otras herramientas en el campo para corregir errores de fabricación en el marco estructural, es necesario que los ingenieros involucrados con el proyecto hayan aprobado utilizarlos y además hayan verificado que las secciones modificadas sean iguales a las secciones transversales con su capacidad de resistencia especificados en los planos aprobados.

El acortamiento diferencial en columnas puede ser un factor importante en el diseño y la construcción, en algunos casos, puede ocurrir debido a la variabilidad en la acumulación de carga muerta entre diferentes columnas, como se muestra en la siguiente figura.



Fuente: ANSI/AISC 303

Figura 4.34 Efectos del acortamiento diferencial en columnas (ANSI/AISC 303-22).



Fuente: ANSI/AISC 303

Figura 4.35 Envolvente necesaria para adaptarse a la tolerancia acumulada de la columna.

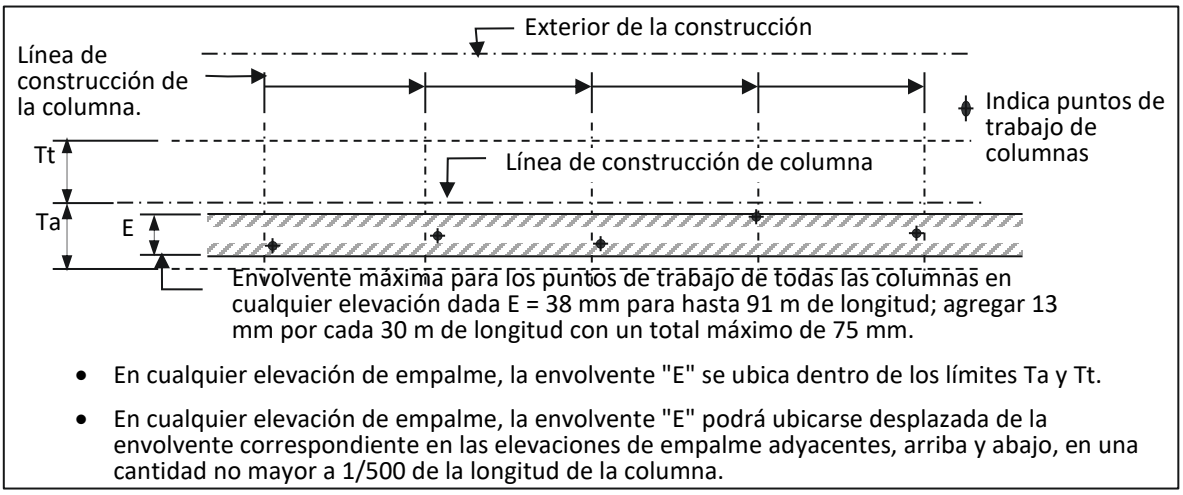


Figura 4.36 Tolerancias en planta en cualquier elevación de empalme de columnas exteriores. Fuente: ANSI/AISC 303

i) Placas base.

Los grouts sin contracción, son conocidos por ser un material que tiene excelentes propiedades de unión y relleno, este afecta el montaje de la estructura de metálica y su precisión es extremadamente importante, una tolerancia horizontal desde la posición especificada de las columnas individuales en la placa base será igual o menor a 6 mm en cualquier dirección, como se muestra a continuación. También es importante que los pernos de anclaje no se remuevan después del curado del grout.

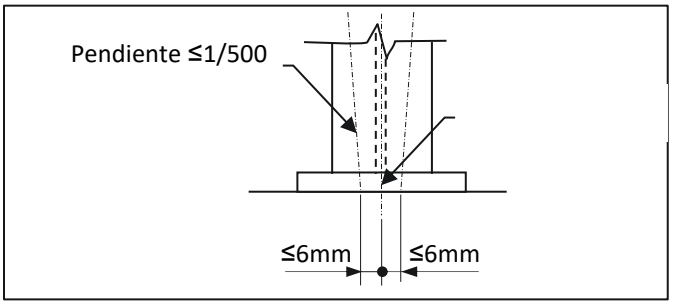
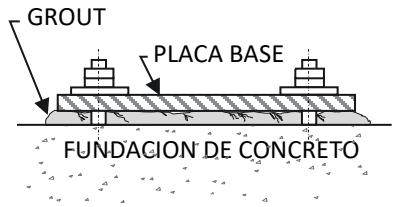
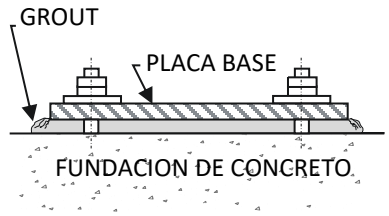
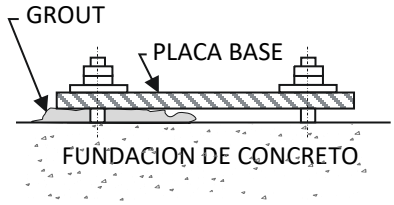


Figura 4.37 Tolerancias de la ubicación de los puntos de trabajo en la base.

En cuanto al procedimiento de colocación de una placa base, primero se deben limpiar las superficies de soporte del concreto y la superficie inferior de las placas base. Luego, los pernos de anclaje se aprietan después de que los elementos de la estructura se hayan instalado en la posición precisa y aplomados, esto es importante para mantener la alineación del concreto y la estructura metálica que estén conectados directamente. El grout se colocará y curará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y no deberá tener defectos como grietas y huecos.

Tabla 4.40 Defectos en el Grout cementicio.

	**Huecos en el Grout** El área del Grout debajo de la placa base de acero puede verse afectada por fugas del Grout, por una placa desnivelada, contracción del Grout, mezcla inadecuada del Grout, método de colocación incorrecto, flujo deficiente del Grout o huecos de aire atrapados. El área puede provocar una carga puntual sobre el Grout, lo que a su vez puede provocar grietas y desmoronamiento del Grout debajo de la placa base.
	**Grietas en el Grout** La expansión, de la que dependen los Grouts sin contracción para proporcionar propiedades de no contracción, debe limitarse debajo de la placa base, pero si se permite que se expanda libremente, el grout puede agrietarse debido a la contracción. Este agrietamiento se ve a menudo cuando el grout no se le ha dado el acabado adecuado.
	**Grout no fluye por debajo de la placa.** La velocidad de llenado de lechada es demasiado lenta y el efecto de llenado no sería suficiente. Esto puede provocar una contracción excesiva y pérdida de área de llenado de lechada debajo de la placa base.

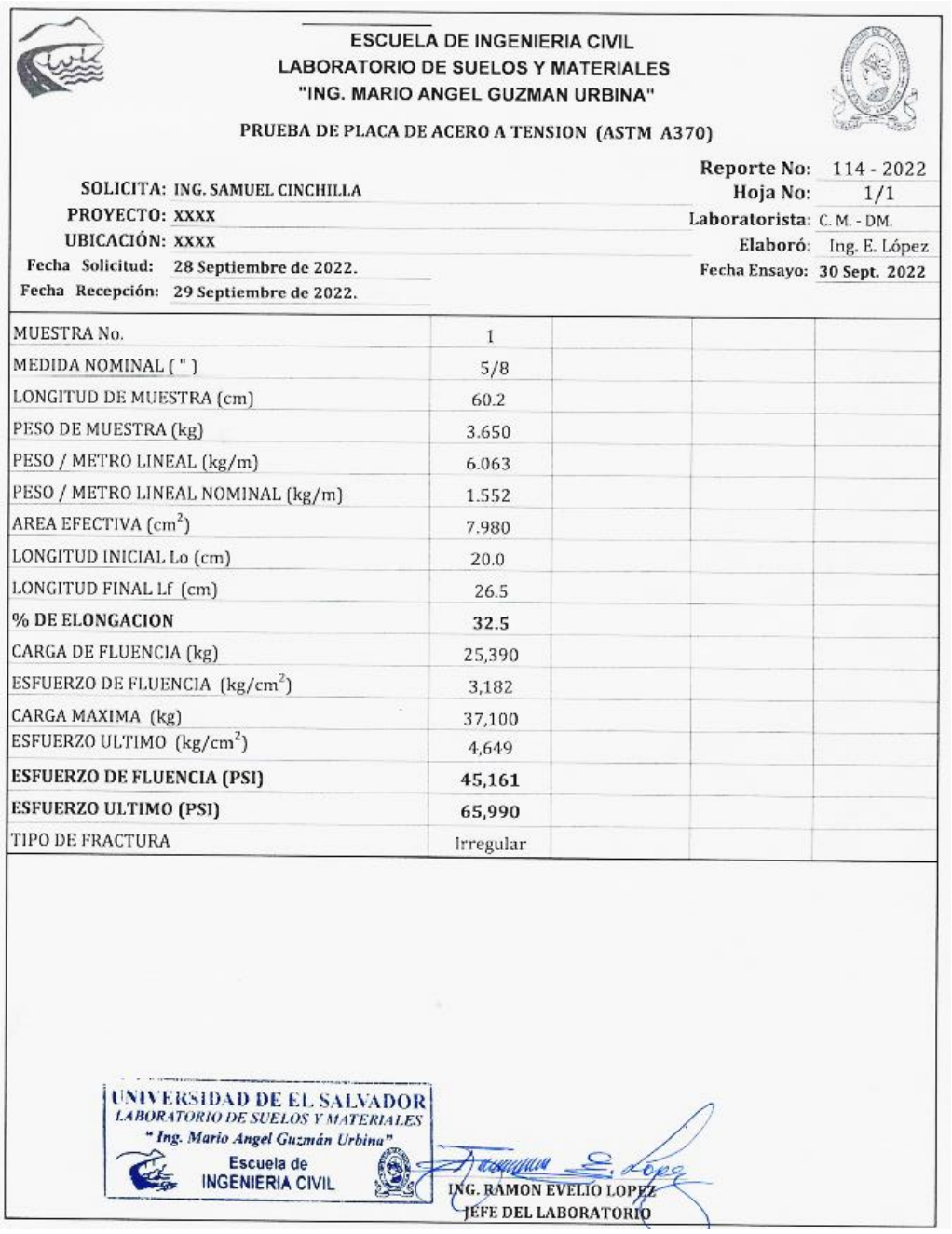
j) Pintura en campo y retoques de pintura

Es necesario limpiar y pintar todas las superficies expuestas, como soldaduras de campo, conexiones empernadas y áreas desgastadas de la pintura del taller, una vez completado el montaje. Se utilizan los mismos materiales y normativas que para la pintura de taller. El espesor mínimo de pintura debe de ser el especificado en el diseño y según las recomendaciones del proveedor, como referencia estándar el espesor mínimo será de 1,5 mils.

k) Transporte y almacenamiento

Luego de transportar los materiales al proyecto de construcción y se deben de almacenar en lugares secos y adecuadamente ventilados; el área de almacenamiento deberá permitir un fácil acceso para inspección y manipulación. Si es necesario almacenar materiales en el exterior, estos se deben de acopiar separados del suelo, apoyándolos adecuadamente en una plataforma nivelada y protegidos completamente de la intemperie, procedimiento que debe de estar previamente aprobado por los

ingenieros del proyecto. Los materiales deben de manipularse cuidadosamente para evitar daños a ellos y daños personales.



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"

PRUEBA DE PLACA DE ACERO A TENSION (ASTM A370)

Reporte No: 114 - 2022
Hoja No: 1/1
Laboratorista: C. M. - DM.
Elaboró: Ing. E. López
Fecha Ensayo: 30 Sept. 2022

SOLICITA: ING. SAMUEL CINCHILLA
PROYECTO: XXXX
UBICACIÓN: XXXX
Fecha Solicitud: 28 Septiembre de 2022.
Fecha Recepción: 29 Septiembre de 2022.

MUESTRA No.	1			
MEDIDA NOMINAL (")	5/8			
LONGITUD DE MUESTRA (cm)	60.2			
PESO DE MUESTRA (kg)	3.650			
PESO / METRO LINEAL (kg/m)	6.063			
PESO / METRO LINEAL NOMINAL (kg/m)	1.552			
AREA EFECTIVA (cm^2)	7.980			
LONGITUD INICIAL Lo (cm)	20.0			
LONGITUD FINAL Lf (cm)	26.5			
% DE ELONGACION	**32.5**			
CARGA DE FLUENCIA (kg)	25,390			
ESFUERZO DE FLUENCIA (kg/cm^2)	3,182			
CARGA MAXIMA (kg)	37,100			
ESFUERZO ULTIMO (kg/cm^2)	4,649			
ESFUERZO DE FLUENCIA (PSI)	**45,161**			
ESFUERZO ULTIMO (PSI)	**65,990**			
TIPO DE FRACTURA	Irregular			

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
" Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de
INGENIERIA CIVIL

ING. RAMON EVELIO LOPEZ
JEFE DEL LABORATORIO

Figura 4.38 Ejemplo de reporte de ensayo a placa metálica. Fuente: Laboratorio UES Reporte de prueba de placa de acero a tensión para trabajo de prueba HOKYO.

4.1.3.6. Empernado.

El empernado es un tipo de conexión que se utiliza en estructuras de acero donde los miembros de acero se unen mediante pernos, tuercas y arandelas. Los pernos tienen una amplia variedad de diseños de cabeza y están diseñados para acoplarse con la herramienta utilizada para apretarlos.
Los pernos comúnmente utilizados se especifican en ASTM A3125 / A3125M, que se titula Especificación estándar para pernos estructurales, acero, tratamiento térmico de 830 MPa de resistencia mínima a la tracción. Define las propiedades mecánicas de los tamaños M12 a M36

a) Especificación de pernos roscados estructurales.

Tabla 4.41 Especificación de pernos roscados estructurales.

Tipo de perno	Especificación	Grado o Clase
Pernos de alta resistencia	ASTM F 3125(120/105ksi) / F 3125M ASTM A 490(150ksi)	Grado A325/A325M M12 a M36
Pernos de anclaje	ASTM F 1554	GR. 36
Pernos y tuercas maquina	ASTM A307	Grado A Ft=414 MPa
Pernos de acero al carbono y pernos Nelson-Stud.	F 568M	Clase 4.6

b) Especificación estándar para varillas de anclaje y varillas roscadas.

Los materiales de la varilla de anclaje y la varilla roscada se especifican en ASTM como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.42 Especificación estándar para varillas de anclaje y varillas roscadas

Tipo de perno.	Especificación	Observación
Acero estructural al carbono.	ASTM A36/A36M	
Empernados de acero aleado y acero inoxidable.	ASTM A193/A193M	
Pernos, studs y varillas roscadas de acero al carbono Resistencia a la tracción de 60 ksi	ASTM A307	
Pernos estructurales 120/105 ksi Resistencia mínima a la tensión.	ASTM A325/F325M ASTM F3125	
Pernos, studs y otros elementos de fijación con rosca externa de acero aleado templado y revenido	ASTM A354	
Tornillos, pernos y espárragos hexagonales 120/105/90 ksi Resistencia mínima a la tracción.	ASTM A449	
Pernos estructurales, acero aleado, tratado térmicamente Resistencia a la tracción mínima de 50 ksi	ASTM A490/ A490M ASTM F3125	
Acero estructural de alta resistencia y baja aleación Punto de fluencia mínimo 50 ksi [345 MPa]	ASTM A588/A588M	
Pernos de anclaje Límite elástico de 36, 55 y 105 ksi	ASTM F1554	Grado 105

Nota: La nueva especificación F3125 es una consolidación y reemplazo de seis estándares ASTM, que incluyen; A325, A325M, A490, A490M, F1852 y F2280. Hasta que la especificación F3125 se utilice más ampliamente y hasta que ASTM haya eliminado las especificaciones A325 y A490, continuaremos fabricando y vendiendo pernos estructurales hexagonales pesados A325 y A490 según sus requisitos de especificación existentes, a menos que se haga referencia a F3125 en la consulta y/o orden de compra.

Tabla 4.43 Especificación para Perno de alta resistencia con control de tensión tipo "twist-off".

Material	Especificación.
Conjuntos de pernos, tuercas y arandelas estructurales de control de tensión tipo "Twist Off", 150 ksi Resistencia mínima a la tensión.	ASTM F2280

c) Clasificación de los pernos y conjuntos de pernos combinados.

Los pernos estructurales de alta resistencia son clasificados según su resistencia a la tensión en: 120, 144 y 150 ksi, en la especificación ASTM F3125 y ASTM F3148, además en ellas se especifica la resistencia a la tracción como grupos y clasifica al perno o al conjunto de pernos como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.44 Clasificación de pernos estructurales según su resistencia a la tensión.

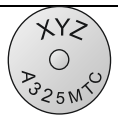
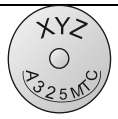
Grupo	Resistencia a la tensión MPa (ksi)	Pernos	Conjuntos de pernos combinados
Grupo 120	830(120)	ASTM F3125 Grado A325	ASTM F3125 Grado F1852
Grupo 144	(144)	-	ASTM F3148 Grado 144
Grupo 150	1040(150)	ASTM F3125M Grado A490	ASTM F3125M Grado F2280

d) Marcado del producto y propiedades mecánicas.

Los pernos se actualmente dividen en dos tipos, las normas ASTM sobre pernos estructurales los clasifican en dos tipos de pernos de alta resistencia, según la clasificación metalúrgica, de pernos de alta resistencia, suministrados en diámetros desde M12 hasta M36. Los pernos tipo 1 se fabrican con acero al carbono medio, acero al boro al carbono, acero aleado o acero aleado con boro añadido. Los pernos tipo 3 tienen características mejoradas de resistencia a la corrosión atmosférica y a la intemperie.

Las normas ASTM exigen que los pernos estructurales estén marcados para identificarlos. Las notas obligatorias se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla 4.45 Marcado del grado y resistencia en pernos.

ASTM	Tipo *	Marcado en la cabeza	Grado y Material	Rango de tamaños nominales mm (plg)	Propiedades mecánicas Mpa (ksi)		
					Carga de prueba	Fluencia Minina	Resistencia a la tensión mínima
F3125 Grado A325M	1		Grado A325M Acero al carbono o aleado con o sin boro.	12 a 36 (1/2 a 1-1/2)	600 (85)	660 (92)	830 (120)
	3			Como el anterior.	Como el anterior	Como el anterior	Como el anterior
F3125 Grado F1852M	1		Grado F1852M (A325M TC)	12 a 36 (1/2 to 1-1/2)	600 (85)	660 (92)	830 (120)
	3			Como el anterior.	Como el anterior	Como el anterior	Como el anterior
F3125 Grado A490M	1		Grado F490M	12 a 36 (1/2 to 1-1/2)	830 (120)	940 (130)	1040 (150)
	3			Como el anterior.	Como el anterior	Como el anterior	Como el anterior
F2280	1		Grado F2280M (A490M TC)	12 to 36 (1/2 to 1-1/2)	830 (120)	940 (130)	1040 (150)
	3			Como el anterior.	Como el anterior	Como el anterior	Como el anterior

1. Marca de identificación del fabricante.

2. ASTM F1852 Los conjuntos de perno con control de tensión tipo “twist-off también se producen con cabeza hexagonal pesada que tiene marcas similares.

   Referencia: Especificaciones para uniones estructurales mediante pernos de alta resistencia (CONSEJO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CONEXIONES ESTRUCTURALES)

Diametro nominal y paso de rosca.	Area de estres mm²	A345M					A490M				
		Carga tensora min kN	Carga de prueba[1] kN	Carga de prueba alternativa[2] kN	Dureza Rockwell HRC		Carga tensora min kN	Carga de prueba[1] kN	Carga de prueba alternativa[2] kN	Dureza Rockwell HRC	
					min	max				min	max
M16x2	157	130	94.2	104	25	34	163	190	130	33	39
M20x2.5	245	203	147	162	25	34	255	296	203	33	39
M22x2.5	303	251	182	200	25	34	315	366	251	33	39
M24x3	353	293	212	233	25	34	367	427	293	33	39
M27x3	459	381	275	303	19	30	477	555	381	33	39
M30x3.5	561	466	337	370	19	30	583	679	466	33	39
M36x4	817	678	490	539	19	30	850	989	678	33	39

Note:

1. Carga de prueba determinada por el método de longitud

2. Carga de prueba alternativa determinada por el método de límite elástico.

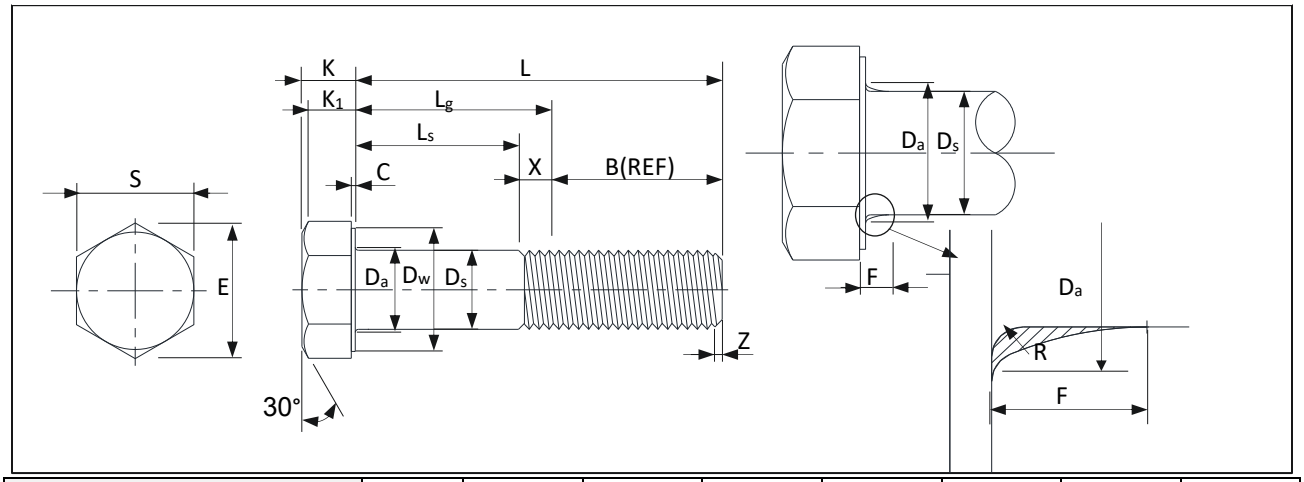
Fuente: ASTM F3312/F3312M

Tabla 4.45 Requisitos de carga de tracción y carga de prueba para pernos de tamaño completo.

e) Dimensiones del perno

La tolerancia de longitud de perno para el diámetro nominal de perno de M16 a M36 se especifica en ASME B18.2.6M como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.46 Dimensiones del perno.



Diámetro nominal del perno y paso de rosca.		M16 x 2	M20 x 2.5	M22 x 2.5	M24 x 3	M27 x 3		M30 x 3.5	M36 x 4
Diámetro del cuerpo (Ds)	Max	16.70	20.84	22.84	24.84	27.84		30.84	37.00
	Min	15.30	19.16	21.16	23.16	26.16		29.16	35.00
Ancho a través del plano (S)	Max	27.00	34.00	36.00	41.00	46.00		50.00	60.00
	Min	26.16	33.00	35.00	40.00	45.00		49.00	58.80
Ancho entre esquinas (E)	Max	31.18	39.26	41.57	47.34	52.12		57.74	69.28
	Min	29.56	37.29	39.55	45.20	50.85		55.37	66.44
Altura de la cabeza (k)	Max	10.75	13.40	14.90	15.90	17.90		19.75	23.55
	Min	9.25	11.60	13.10	14.10	16.10		17.65	21.45
Altura de la cabeza (K1)	Min	6.5	8.10	9.2	9.9	11.3		12.4	15.0
Diámetro de la arandela. (Dw)	Min	24.9	31.4	33.3	38.0	42.8		46.5	55.9
Espesor de la arandela (C)	Max	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		0.8	0.8
	Min	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4		0.4	0.4
Diámetro de la transición en filete. (Da)	Max	18.2	22.4	24.4	26.4	30.4		33.4	39.4
Longitud de filete (F)	Max	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0		6.0	6.0
Radio de filete (R)	Min	0.6	0.8	0.8	1.0	1.2		1.2	1.5
Longitud de la rosca (B-Ref)	Bolt<100	31	36	38	41	44		49	56
	Bolt>100	38	43	45	48	51		56	63
Longitud de la transición de la rosca (X-Ref)	Max	6.0	7.5	7.5	9.0	9.0		10.5	12.0

Fuente: ASME B18.2.6M

Los pernos deberán tener una longitud que se extienda completamente por el largo de la tuerca, pero no más allá de 1/4 de pulgada después de la tuerca.

Tabla 4.47 Longitud máxima de apertura de agarre y longitudes mínimas del cuerpo.

Diámetro nominal del perno y paso de rosca.	M16 x 2		M20 x 2.5		M22 x 2.5		M24 x 3		M27 x 3		M30 x 3.5		M36 x 4	
Longitud nominal (L)	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min
45	14	8												
50	19	13	14	6.5										
55	24	18	19	11.5	17	9.5								
60	29	23	24	16.5	22	14.5	19	10						
65	34	28	29	21.5	27	19.5	24	15	21	12				
70	39	33	34	26.5	32	24.5	29	20	26	17	21	10.5		
75	44	38	39	31.5	37	29.5	34	25	31	22	26	15.5		
80	49	43	44	36.5	42	34.5	39	30	36	27	31	20.5	19	7
85	54	48	49	41.5	47	39.5	44	35	41	32	36	25.5	24	12
90	59	53	54	46.5	52	44.5	49	40	46	37	41	30.5	29	17
95	64	58	59	51.5	57	49.5	54	45	51	42	46	35.5	34	22
100	69	63	64	56.5	62	54.5	59	50	56	47	51	40.5	39	27
110	79	73	74	66.5	72	59.5	64	60	66	57	61	50.5	44	32
120	89	83	84	76.5	82	64.5	74	70	76	67	71	60.5	54	42
130	99	93	94	86.5	92	74.5	84	80	86	77	81	70.5	64	52
140	109	103	104	96.5	102	84.5	94	90	96	87	91	80.5	74	62
150	119	113	114	106.5	112	94.5	104	100	106	97	101	90.5	84	72
160	129	123	124	116.5	122	104.5	114	110	116	107	111	100.5	94	82
170	139	133	134	126.5	132	11.54	124	120	126	117	121	110.5	104	92
180	149	143	144	136.5	142	124.5	134	130	136	127	131	120.5	114	102
190	159	153	154	146.5	152	134.5	144	140	146	137	141	130.5	124	112
200	169	163	164	156.5	162	144.5	154	150	156	147	151	140.5	134	122
210	179	173	174	166.5	172	154.5	164	160	166	157	161	150.5	144	132
220	189	183	184	176.5	182	164.5	174	170	176	167	171	160.5	154	142
230	199	193	194	186.5	192	174.5	184	180	186	177	181	170.5	164	152
240	209	203	204	196.5	202	184.5	194	190	196	187	191	180.5	174	162
250	219	213	214	206.5	212	194.5	204	200	206	197	201	190.5	184	172
260	229	223	224	216.5	222	204.5	214	210	216	207	211	200.5	194	182

Diámetro nominal del perno y paso de rosca.	M16 x 2		M20 x 2.5		M22 x 2.5		M24 x 3		M27 x 3		M30 x 3.5		M36 x 4	
Longitud nominal (L)	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min	Lg Max	Ls Min
270	239	233	234	226.5	232	214.5	224	220	226	217	221	210.5	204	192
280	249	243	244	236.5	242	224.5	234	230	236	227	231	220.5	214	202
290	259	253	254	246.5	252	234.5	244	240	246	237	241	230.5	224	212
300	269	263	264	256.5	262	244.5	254	250	256	247	251	240.5	234	222

Notas:

1. Lg es la longitud de medición de agarre; Ls es la longitud del cuerpo.
2. Los pernos con longitudes superiores a la línea continua gruesa están roscados en toda su longitud.
3. Para pernos con longitudes más largas, los valores Lg y Ls se calcularán a partir de las fórmulas indicadas en ASME B18.2.6M.

Fuente: ASME B18.2.6M

La tolerancia de longitud del perno para el diámetro nominal de perno de M16 a M36 se especifica en ASME B18.2.6M.

Tabla 4.48 Tolerancia para la Longitud del perno.

Longitud nominal	Tolerancia
hasta 50 mm	±1.2
de más de 50 hasta 80 mm	±1.5
de más de 80 hasta 120 mm	±1.8
de más de 120 hasta 150 mm	±2.0
de más de 150 mm	±4.0

f) Tuercas y arandelas.

Las tuercas comúnmente utilizadas estan especificadas en ASTM A563 mientas que las arandelas planas estan especificadas en ASTM F844. Estas arandelas planas regulares están diseñadas con una superficie de apoyo para estar en contacto por debajo de la cabeza de un perno o sujetadores roscados externos tipo perno.

Las normas ASTM también exigen que las tuercas y arandelas estructurales estén marcadas distintivamente como pernos. Las notas obligatorias se ilustran en el siguiente cuadro.

Tabla 4.49 Marcado del grado en tuercas.

ASTM	Tipo *	Marcado en cabeza	Grado y material	Rango de tamaño nominal mm(plg)	Propiedades mecánicas		
					Carga de prueba ksi	Dureza Rockwell	
						Min	Max
F563	1		A563M Grado C Acero al carbono, puede estar templado y revenido.	6 a 100 (1/4-4) 830 (120)	144	B78	C38
	1		A563M Grado C3 Acero resistente a la corrosión atmosférica, puede estar templado y revenido.	Como el anterior	Como el anterior	Como el anterior	Como el anterior
	3		A563M Grado D Acero al carbono, puede estar templado y revenido	Como el anterior	150	B84	Como el anterior
	1		A563M Grado DH Acero al carbono, puede estar templado y revenido	Como el anterior	175	C24	Como el anterior
	3		Grado DH3 Acero resistente a la corrosión atmosférica, puede estar templado y revenido.	Como el anterior	Como el anterior	Como el anterior	Como el anterior

Notas:

1. XYZ representa la marca de identificación del fabricante.
2. ASTM F1852 Los conjuntos de pernos de control de tensión de tipo “twist-off” también se producen con cabeza hexagonal pesada que tiene marcas similares.

Referencia: Especificaciones para uniones estructurales mediante pernos de alta resistencia (CONSEJO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CONEXIONES ESTRUCTURALES)

Tabla 4.50 Especificaciones de la tuercas y arandelas.

Material	Especificacion	Comentario
Tuercas de acero al carbono y aleado	ASTM A 563 / 563M	
Tuercas de acero inoxidable	ASTM A 194 / 194M	
Arandelas planas.	ASTM F844	Tipo B
Arandelas biseladas	ASME/ANSI B.27.4	
Arandelas de acero endurecido.	ASTM F436 / F436M	Tipo 1 8-45 HRC
Arandelas IDT: indicadores directos de tensión	ASTM F959 / F959M	

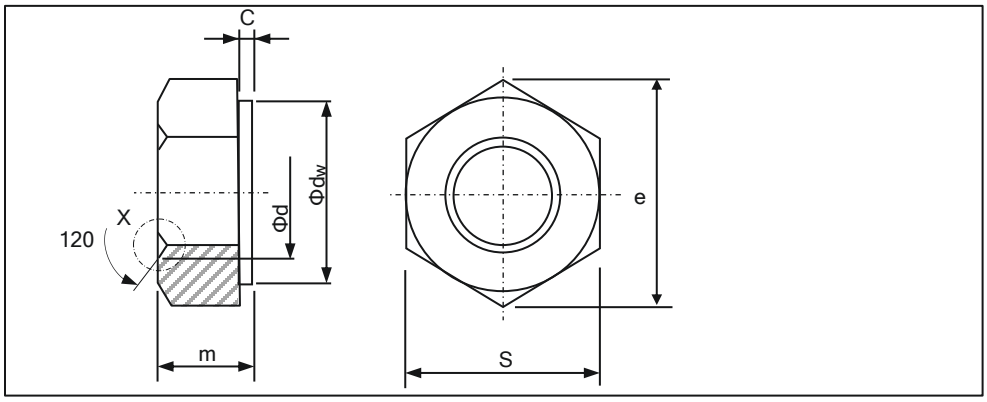


Figura 4.39 perno

Tabla 4.51 Dimensiones de la tuerca.

Diámetro nominal y paso de rosca. (d)	Ancho entre lado planos (S), mm		Ancho entre esquinas (e), mm		Espesor (m), mm		Diámetro de cara de apoyo (dw[1]), mm	Espesor de la cara de arandela (c), mm		Desviación total de la superficie de apoyo.
	max	min	max	min	max	min	min	max	min	max
M16x2	27.00	26.16	31.18	29.56	17.1	16.4	24.9	0.8	0.4	0.47
M20x2.5	34.00	33.00	39.26	37.29	20.7	19.4	31.4	0.8	0.4	0.58
M22x2.5	36.00	35.00	41.57	39.55	23.6	22.3	33.3	0.8	0.4	0.63
M24x3	41.00	40.00	47.34	45.20	24.2	22.9	38.0	0.8	0.4	0.72
M27x3	46.00	45.00	53.12	50.85	27.6	26.3	42.8	0.8	0.4	0.80
M30x3.5	50.00	49.00	57.74	55.37	30.7	29.1	46.6	0.8	0.4	0.87
M36x4	60.00	58.80	69.28	66.44	36.6	35.0	55.9	0.8	0.4	1.05

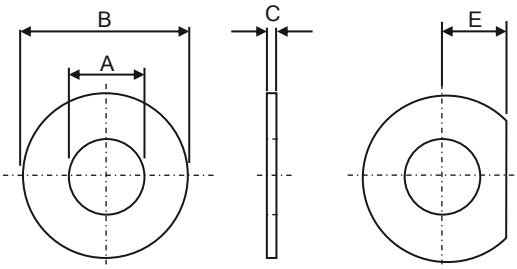
Nota:

1: El valor máximo de dw no excederá el ancho real entre los lados planos.

Fuente: ASME B18.2.4.6M

Respecto a las arandelas, existen dos tipos de figuras especificadas en ASTM F436/436M. Las arandelas planas se utilizan para superficies de contacto paralelas y las arandelas biseladas se utilizan para superficies no paralelas. Además de esto, cuando se requiera, se pueden utilizar arandelas de presión para evitar que un perno se afloje como resultado de la vibración.

Tabla 4.52 Dimensiones de la arandela plana y redonda.



Tamaño nominal de la arandela, mm[A]	Diámetro interno (A), mm		Diámetro exterior (B), mm		Espesor C), mm Ancho recortado		Ancho recortado (E), mm, min[B]
	max	Min	max	min	max	min	
16	18.4	18.0	34.0	32.4	4.6	3.1	14.0
20	22.5	22.0	42.0	40.4	4.6	3.1	17.5
22	24.5	24.0	44.0	42.4	4.6	3.4	19.2
24	26.5	26.0	50.0	48.4	4.6	3.4	21.0
27	30.5	30.0	56.0	54.1	4.6	3.4	23.6
30	33.6	33.0	60.0	58.1	4.6	3.4	26.2
36	39.6	39.0	72.0	70.1	4.6	3.4	31.5

Nota:
A: Los tamaños nominales de arandelas están diseñados para usarse con pernos del mismo diámetro de rosca nominal.
B: Las arandelas pueden ser recortadas en un lado, pero no más cerca que el ancho E del centro de la arandela.

Fuente: ASTM F436/F436M

g) Dimensiones del agujero para el perno.

La especificación AISC de agujeros para los pernos se basa en la especificación RCSC, y se muestran a continuación.

Tabla 4.53 Dimensiones de la arandela plana y redonda.

Tamaño según el diámetro nominal del perno,	Área, mm^2		Dimensión nominal del agujero para el perno, mm.			
	Área bruta (parte no roscada)Ag	Área de tensión (parte roscada)As	Estándar (diámetro)	De gran tamaño (diámetro)	Ranura corta (ancho × largo)	Ranura larga (ancho × largo)
M16	201	157	18	20	18×22	18×40
M18	254	192	20	22	20×24	20×45
M20	314	245	22	24	22×26	22×50
M22	380	303	24	28	24×30	24×55
M24	452	353	27	30	27×32	27×60
M27	573	459	30	35	30×37	30×67.5
M30	707	561	33	38	33×40	33×75
M33	855	694	36	41	36×43	36×82.5
M36	1020	817	39	44	39×46	39×90
>M36	-	-	D+3	D+8	(d+3)×(d+10)	(d+3)×2.5d

Nota: ASTM F436/F436M

Tabla 4.54 Dimensión del agujero para varillas de anclaje en placas base.

Diámetro de la varilla de anclaje (mm)	Diámetro del agujero para la varilla de anclaje (mm)
18	32
22	36
24	42
27	48
30	51
33	54
36	60
39	63
42	74

Fuente: AISC

La máxima resistencia del perno y sistema de pernos se logra al tener una adecuada distancia entre extremos, distancia al borde y espaciad entre pernos.

Tabla 4.55 a Distancia mínima al borde desde el centro del agujero estándar hasta el borde de la pieza conectada.

Diámetro del perno (mm)	A bordes cortados (mm)	A bordes redondeados de placas, perfiles o barras, o a bordes cortados térmicamente [c] (mm)
16	28	22
20	34	26
22	38[d]	28
24	42[d]	30
27	48	34
30	52	38
36	64	46
sobre 36	1.75d	1.25d

[a] Se permite el uso de distancias al borde menores siempre que se cumplan las disposiciones de la Sección J3.10, y según corresponda.

[b] Para agujeros de gran tamaño o ranurados, ver siguiente tabla.

[c] Se permite que todas las distancias al borde en esta columna se reduzcan 3 mm cuando el orificio esté en un punto donde la resistencia requerida no exceda el 25 por ciento de la resistencia máxima del elemento.

[d] Se permite que sean de 32 mm en los extremos de los ángulos de conexión de vigas y placas para cortante.

Fuente: ANSI/AISC 360

Tabla 4.53b Valores del incremento de la distancia al borde C2.

Diámetro nominal del perno (mm)	Agujeros de gran tamaño	Agujeros ranurados		
		Eje largo perpendicular al borde		Eje largo paralelo al borde
		Ranuras cortas	Ranuras largas	
≤22	2	3	0.75d	0
24	3	3		
≥27	3	5		
[a] Cuando la longitud de la ranura es menor que el máximo permitido (consulte la Tabla J3.3M de la normativa), se permite reducir C2 a la mitad de la diferencia entre las longitudes de ranura máxima y real.				

Fuente: ANSI/AISC 360

h) Resistencia del perno

Tabla 4.56 Resistencia nominal por unidad de área del perno.

Condición de carga aplicada		Fuerza nominal por unidad de área Fn N/mm^2(ksi)	
		ASTM A325 de F1852 Perno	ASTM A490 Perno
Tensión[a]	Estática	620(90)	780(113)
	Fatiga	Ver la tabla siguiente	
Corte[a,b]	Pasos de rosca incluidos en el plano de corte.	372(48)	457(60)
	Pasos de rosca excluidos en el plano de corte.	457(60)	597(75)
[a] Excepto cuando se requieran pernos cargados mediante una combinación de corte y tensión. [b] En condiciones de corte que transmiten fuerza axial y que la longitud entre los pernos extremos medida paralelamente a la línea de fuerza excede las 50 pulgadas, los valores tabulados se reducirán en un 20 por ciento.			

Tabla 4.57 Esfuerzo de tensión máximo aplicado para cargas de fatiga.

Cantidad de ciclos	Esfuerzo máximo del perno para diseño en cargas de servicio [a] (ksi)		
	Grupo 120	Grupo 144	Grupo 150
No mas de 20,000	45	45	57
de 20,000 a 500,000	40	40	49
Mas de 500,000	31	31	38
[a] Incluyendo los efectos de la acción de palanca, si la hubiere, pero excluyendo la pretensión..			

Referencia: Especificaciones para uniones estructurales mediante pernos de alta resistencia (CONSEJO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CONEXIONES ESTRUCTURALES)

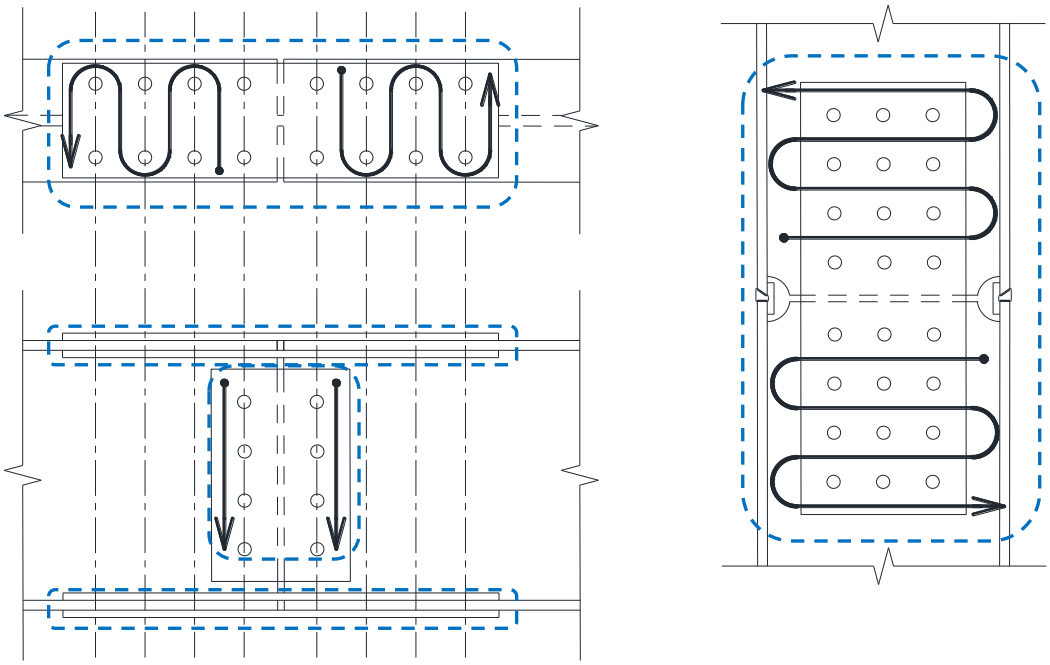
Tabla 4.58 Pretensión mínima del perno AISC 360.

Diámetro nominal del perno db , plg.	Pretensión mínima especificada del perno Tm , kN*	
	Grupo 120 ASTM A325 y F1852 Pernos	Grupo 150 ASTM A490 Pernos
M16	91	114
M20	142	179
M22	176	221
M24	205	257
M27	267	334
M30	326	408
M36	475	595
* Igual al 70 por ciento de la resistencia a la tensión mínima especificada de los pernos según lo especificado en las Normativas ASTM para pruebas de pernos de tamaño completo ASTM A325 y A490, pernos con roscas UNC cargados en tensión axial, redondeados al kN más cercano.		

Fuente: ANSI/AISC 360

i) Secuencia de apriete de pernos.

La secuencia de apriete de los pernos comenzará desde el centro y continuará simétricamente hacia ambos lados. Para juntas grandes, se debe utilizar el método de apretar dos veces para garantizar que todos los pernos de la junta puedan tensarse uniformemente.



Grupo de pernos usados para apriete.

*El apriete de cada grupo de pernos se debe de realizar desde el centro de la placa hacia los extremos de la placa.

Fuente: JASS6 del Instituto de Arquitectura de Japón.

Figura 4.40 Secuencia de apriete de pernos.

En caso de que se utilice la combinación de uniones traslapadas con pernos y soldada, la secuencia de construcción de pernos de alta resistencia y la unión con soldadura será la de apernar primero y luego soldar.

Con respecto a AISC, los métodos de apriete se presentan en la Sección 6.4 de JASS 6. Según esta normativa, el apriete de cada grupo de pernos se debe realizar desde el centro de la junta hacia el borde de la placa como se muestra a continuación.

Se debe tener el cuidado, en que los agujeros para pernos en los elementos no sean escariados para agrandarlos excesivamente mediante quema o mediante el uso de pasadores de deriva al menos que sea aprobado por el ingeniero a cargo. Si es necesario ampliar un orificio en más de 2,4 mm, se utilizará el siguiente tamaño de perno.

j) Rotación de la tuerca para la condición ajustada.

Los pernos, incluidas las arandelas requeridas por la especificación, deben instalarse en todos los agujeros de la conexión y apretarse aproximadamente a la tensión especificada.

Una vez que todos los pernos hayan alcanzado la condición de ajuste perfecto, se deberán apretar aún más con la cantidad de rotación que se especifica en la siguiente tabla.

Tabla 4.59 Rotación de la tuerca.

Longitud del perno	Superficies planas bajo la cabeza del perno y tuerca.	Una cara normal al eje del perno, otra con inclinación no mayor que 1:20 (arandela biselada no utilizada).	Ambas caras con inclinación no mayor que 1:20 (arandela biselada no utilizada).
Hasta 4 veces el diámetro (4 incluido).	1/3 giro	1/2 giro	2/3 giro
Más de 4 veces el diámetros pero no mayor a 8 diámetros.	1/2 giro	2/3 giro	5/6 giro
Más de 8 veces el diámetro pero no mayor a 12 veces el diámetro.	2/3 giro	5/6 giro	1 giro
· La rotación de la tuerca es relativa al perno independientemente del elemento (tuerca o perno) que se gire. Para toda rotación de tuerca requerida, la tolerancia es mas 60 grados (1/6 de vuelta) y menos 0 grados. · Cuando la longitud del perno excede los 12 db, la rotación requerida de la tuerca se debe determinar mediante pruebas reales en un calibrador de tensión adecuado que simule las condiciones del acero de sólidamente ajustado. · Arandelas biseladas no utilizadas.			

Referencia: Especificaciones para uniones estructurales mediante pernos de alta resistencia (CONSEJO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CONEXIONES ESTRUCTURALES)

El sobresaliente de un perno estructural después del ajuste final no se especifica en AISC. En EE. UU se recomienda un saliente del perno como aceptable según lo que se especifica en RCSC y se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4.60 Sobresaliente del perno estructural.

Medida del perno (diámetro), plg.	Sobresaliente permisible del perno
1/2"	6 pasos de rosca.
5/8"	6 pasos de rosca.
3/4"	6 pasos de rosca.
1 1/8"	6 pasos de rosca.
7/8"	5 pasos de rosca.

Medida del perno (diámetro), plg.	Sobresaliente permisible del perno
1”	5 pasos de rosca.
1 1/4"	5 pasos de rosca.
1 3/8"	5 pasos de rosca.
1 1/2"	4 pasos de rosca.

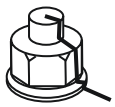
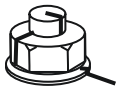
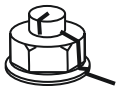
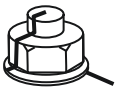
Fuente: página web de Birmingham Fastener and Supply Inc.
(https://www.bhamfast.com/structural-bolt-stickout/)

Como referencia, la norma japonesa exige que el sobresaliente de longitud del perno desde la parte superior de la tuerca supere los 3 pasos de roscas para pernos de cualquier tamaño.

k) Inspección visual.

Las conexiones empernadas deben de ser inspeccionadas por una persona o entidad certificada y contratada por el ejecutor del proyecto de acuerdo con la Especificación AISC. En el caso del perno ASTM A490, se verifica con un torqui metro calibrado, un mínimo de un perno de alta resistencia en cada conexión de deslizamiento crítico, un mínimo de dos pernos por conexión de deslizamiento crítico para conexiones con 8 o más pernos. Las conexiones de deslizamiento crítico se inspeccionarán en las superficies de contacto según UBC/AISC. Además, la inspección visual sirve como control aproximado para detectar defectos importantes. Los siguientes son algunos casos de defectos en el ajuste de los pernos.

Tabla 4.61 Inspección visual del ajuste de pernos y deficiencias en el ajuste.

	Se debe marcar una línea recta con un marcador metálico o un bolígrafo Pentel en la cabeza del perno y continuar hasta la tuerca, después de apretar por primera vez. Esto indicará la posición inicial de la tuerca antes de su posición final ajustada.
	Pasa la inspección: La tuerca rota según la posición final de rotación de todos los elementos instalados. Consulte la tabla “Disposición para la condición de ajustada”, a continuación.
	No pasa la inspección: Rotación del perno. Solamente rota el perno. La resistencia de la unión empernada no cumple con los requisitos específicos.
	No pasa la rotación: Co-rotación. Todos los elementos instalados rotan juntos. La resistencia de la unión empernada no cumple con los requisitos específicos.

Fuente: Pagina web de Applied Bolting Technology Products, LLC (https://www.appliedbolting.com/turn-of-nut-dsq.php) and Construction Mobile Book Site Management (INOUE SHOIN CO.,LTD)

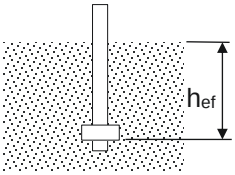
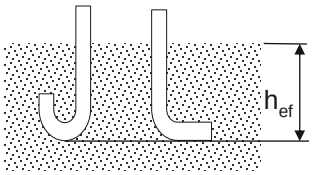
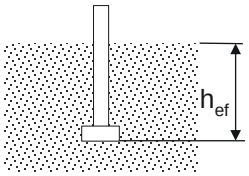
La rotación que excede la tabla puede ignorarse y pudiera no corregirse ni reelaborarse excepto reemplazando el conjunto de pernos, ya que compensar la rotación excesiva, desajustando la tuerca, dará como resultado una pretensión menor que la requerida.

4.1.3.7. Perno de anclaje.

Los pernos de anclaje vienen en varias configuraciones diferentes, como perno de cabeza hexagonal con arandela, doblados en J o L, perno con cabeza soldada, etc. Hay dos categorías distintas de pernos de anclaje: anclajes colados en sitio y anclajes post-instalados. En particular, los anclajes post-instalados se utilizan comúnmente en proyectos de reforzamiento sísmico para sujetar elementos de refuerzo adicionales a elementos estructurales existentes.

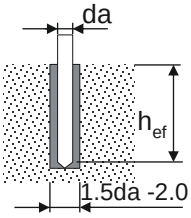
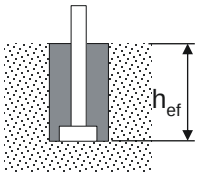
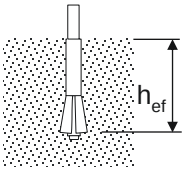
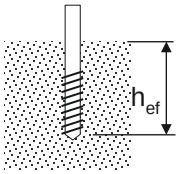
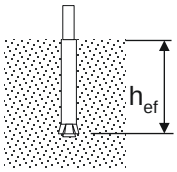
a) Tipos de pernos de anclaje.

Tabla 4.62 Pernos colados en sitio.

Perno de cabeza hexagonal con arandela.	Pernos en J o L	Perno con cabeza soldada
		
Transfieren la carga por tracción.		
Carga completa después del curado del hormigón		
Alta capacidad		

Fuente: ACI 318

Tabla 4.63 Anclas post-instaladas.

Pegado		Mecánico		
Con adhesivo	**Con Grout**	**Expansivo**	**Atornillado**	**Acuñado**
				
· Polímero · Sistema hibrido	· Cementicio · Polímero	· Torque controlado (tipo camisa) · Tipo empotrable con desplazamiento controlado.	-	-
Transferencia de carga por unión adhesiva.	Transferencia de carga por unión adhesiva.	Transferencia de carga por fricción.	Transferencia de carga por clavado.	Transferencia de carga por tracción.
Se puede aplicar carga completa después del	Se puede aplicar carga completa después del	Se puede aplicar carga inmediatamente.	Se puede aplicar carga inmediatamente.	Se puede aplicar carga inmediatamente.

curado del adhesivo.	curado del adhesivo.			
Alta capacidad	Alta capacidad	Media capacidad	Baja capacidad	Alta capacidad

Fuente: Pagina web de Hilti Corporation (https://ask.hilti.com/article/mechanical-vs-adhesive-anchors/rysrkl)

Respecto a ACI 117, las tolerancias para pernos de anclaje en concreto especificadas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.64 Tolerancias para los pernos de anclaje.

Ubicación	Diámetro del perno, plg.	Tolerancia
Vertical	-	±1/2 plg.
Horizontal	3/4 y 7/8	±1/4 plg.
	1, 1-1/4 y 1-1/2	±3/8 plg.
	1-3/4, 2 y 2-1/2	±1/2 plg.

Fuente: ACI 117

A menos que se determine a partir de pruebas de tensión de acuerdo con ACI 355.2 o ACI 355.4, la distancia crítica al borde (cac) no se debe tomar menor que los valores de la siguiente tabla.

Tabla 4.65 Requerimiento para la distancia de separación a los bordes.

Tipo de ancla	Distancia critica al borde (cac)*	Distancia mínima al borde*
Adhesivos	2hef	6da
Acuñados	2.5hef	6da
Expansivas con Torque controlado	4hef	8da
Expansivas con desplazamiento controlado.	4hef	10da

Notas:

h_{ef}: longitud efectiva del perno de anclaje.

da: diámetro del perno de anclaje.

* En la distancia crítica al borde, no se espera ninguna reducción de capacidad ya que está lo suficientemente lejos del borde. Mientras que a la distancia mínima al borde habrá una reducción de capacidad.

Fuente: ACI 355.2

b) Instalación.

- Anclajes colados en sitio.

Los anclajes colados en sitio se colocan en las varillas de refuerzo de elementos estructurales de concreto reforzado antes de colado del concreto con sus placas de anclaje, soportes de anclaje o marco de anclaje. La ubicación precisa de los pernos de anclaje es un requisito importante, ya que soportarán columnas o levantarán maquinaria sin movimientos inesperados. Este método de instalación garantiza que el anclaje quede firme en su lugar después de que el concreto se haya secado y fraguado, y es apropiado para su uso donde se requieren fuerzas de gran magnitud y largos tramos de empotramiento.

- Anclajes post-instalados.

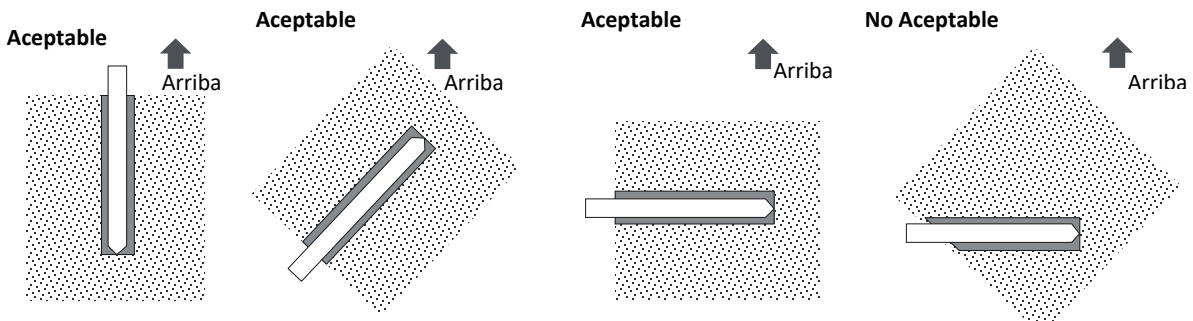
Los anclajes post-instalados se instalan después de que los elementos de concreto se hayan moldeado y hayan adquirido suficiente resistencia. Se perfora un agujero en el concreto existente evitando las varillas de refuerzo incrustadas en el concreto, se recomienda utilizar herramienta para detectar varillas de refuerzo en el concreto y luego se instala el anclaje en el agujero previamente perforado.

El anclaje adhesivo se realiza con varillas de acero corrugadas, estos anclajes se usan típicamente para uniones de refuerzos de estructuras de acero o conexiones de elementos de concreto adicionales a los elementos de concreto existentes.

Los agujeros pre-perforados se ajustarán a los tamaños de diámetro adecuados. Si los agujeros pre-perforados son mucho más grandes que los tamaños de orificios requeridos, es posible que el anclaje se salga o que la cantidad de adhesivo sea insuficiente. Durante la instalación, no se deben quebrar las varillas de anclaje con herramientas como un martillo. No debe de existir separación entre la arandela del perno de anclaje y la placa base.

Si los anclajes colados en sitio o los anclajes post-instalados no se instalan correctamente, es posible que se amplíen los tamaños de los orificios de las placas base; será necesario confirmar que los tamaños de los orificios ampliados estén dentro del estándar especificado por el ingeniero a cargo.

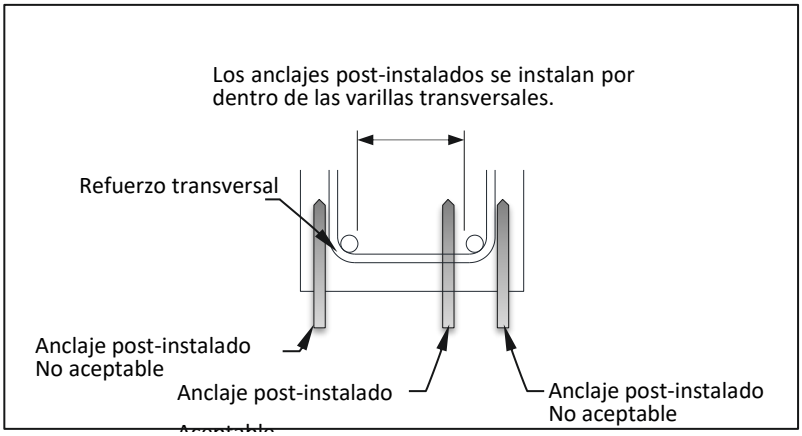
La siguiente figura ilustra las posibles orientaciones de los agujeros para anclajes horizontales, verticales o inclinados. Los anclajes se instalarán perpendicularmente a la superficie de los elementos estructurales.



*Es posible utilizar este tipo de instalación de anclaje, en caso de que en los diseño se haya considerado la combinación de esfuerzos de tension, corte y flexión.

Fuente: ACI 318

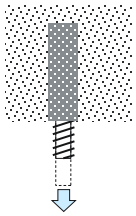
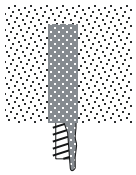
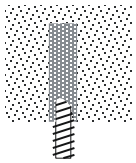
Figura 4.41 Posibles orientaciones de los agujeros para anclajes.



Referencia: Seismic Evaluation Standard and Retrofit Guidelines for RC Buildings (The Japan Building Disaster Prevention Association)

Figura 4.42 Ubicación de instalación de anclajes post-instalados.

La temperatura y un procedimiento inadecuado pueden afectar el proceso de instalación. Con respecto a ACI 355.4, el uso de un tubo de policarbonato transparente para simular condiciones de inyección ciega puede ser particularmente adecuado para establecer la efectividad de los procedimientos de instalación, especialmente para agujeros más profundos. Existen varios tipos de fallas de los anclajes adhesivos debido a errores de instalación, como se muestra en la siguiente tabla.

	Para instalaciones sobre cabeza, es posible que el elemento de anclaje se deslice antes del curado del adhesivo.
	Para instalaciones sobre cabeza y horizontales, el adhesivo puede salirse durante la inyección.
	Para instalaciones sobre cabeza y horizontales, es posible que una la parte del elemento de anclaje, o que el espacio anular alrededor del elemento de anclaje no esté completamente lleno con adhesivo en la longitud de anclaje.

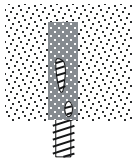
	Puede producirse la formación de espacios y/o el aire atrapado durante la inyección puede provocar huecos a lo largo de la longitud de anclaje.

Figura 4.43 Errores de instalación de anclajes post-instalados. Fuente: ACI 355.4

Es posible que los anclajes post-instalados no cumplan con los requisitos de diseño debido a las lo expuesto anteriormente. El caso de error más común durante una inspección es cuando se realiza la prueba de campo "Pull-out" y los pernos de anclaje se salen sin cumplir con el desempeño garantizado por el fabricante del material.

Tabla 4.66 Aspectos importantes a verificar de los anclajes.

1. El método de perforación del agujero está de acuerdo con el IIF*.
2. Distancia desde el borde y separación de las anclas.
3. Diámetro y profundidad del agujero.
4. La limpieza del agujero está de acuerdo con el IIF*.
5. Tipo de Elemento de anclaje, material, diámetro y longitud.
6. Viñeta de identificación y fecha de expiración de adhesivo.
7. La instalación del adhesivo está de acuerdo con el IIF*.

*IIF: Instructivo de instalación del fabricante.

Fuente: ACI 355.4

Generalmente se requiere apretar un perno de anclaje con tuercas dobles y la proyección desde la tuerca debe ser superior a 0 mm. como se muestra en la siguiente ilustración. El sobresaliente del perno es la distancia que el perno se extiende más allá de la superficie exterior de la tuerca. Sobresaliente negativo, donde el extremo del perno está dentro de la tuerca, no es aceptable.

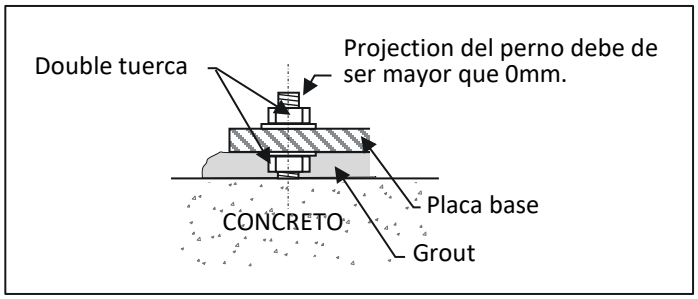


Figura 4.44 Detalle típico y general para perno de anclaje en placa base. Fuente: ACI 355.4

Como referencia, la norma japonesa exige que la proyección del perno desde la parte superior de la tuerca supere los 3 pasos de roscas, como se muestra en la siguiente figura. Por lo tanto, se recomienda, por seguridad, garantizar al menos 3 roscas de sobresaliente del perno.

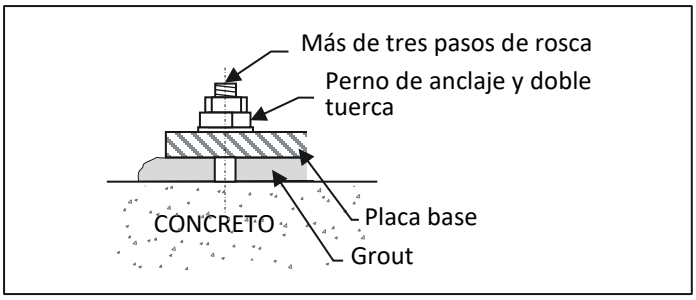


Figura 4.46 Ilustración de la instalación de un perno de ancla en placa base en Japón.

4.1.3.8. Soldadura.

La soldadura es uno tipo de junta que se utiliza para conectar dos o más materiales metálicos mediante fusión. Especificación del Procedimiento de Soldadura (conocido como WPS por sus siglas en inglés) describe los procedimientos de soldadura estándar y se especifican en AWS D1.1. A continuación se presentan las especificaciones de la normativa AWS D1.1. aplicables.

a) Tipos básicos de soldadura y sus Procedimientos.

Tabla 4.67 Tipos básicos de soldadura y sus Procedimientos

Procedimiento de soldadura / Abreviación (siglas en inglés)	Descripción y requerimientos.
Soldadura de Arco sumergido / SAW	Este es un proceso de soldadura por arco en el que se utiliza un arco eléctrico entre un electrodo de metal desnudo y una pieza de trabajo metálica para crear un baño de fusión. · Las velocidades del viento no deberán exceder las 10 mph en la zona de trabajo con soldadura. · Se requiere soldadura multi-pasada con equipo semiautomático o totalmente automático. · Los pases de soldadura no deberán tener un espesor mayor a 3/8”. · No será aceptable la adición de agentes de aleación a través del fundente.

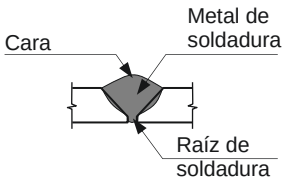
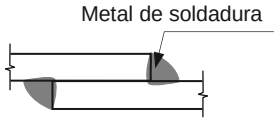
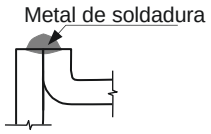
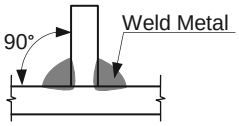
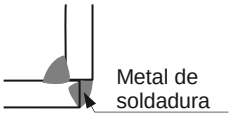
Procedimiento de soldadura / Abreviación (siglas en inglés)	Descripción y requerimientos.
Soldadura por arco metálico protegido / SMAW	Este es un proceso de soldadura por arco en el que se utiliza un arco eléctrico entre un electrodo cubierto sin aplicación de presión y una pieza metálica para crear un baño de fusión. El fundente crea una escoria protectora sobre el metal fundido con una atmósfera no oxidante. · Las velocidades del viento no deberán exceder las 10 mph en la zona de trabajo con soldadura. · Se requieren electrodos con bajo contenido de hidrogeno.
Soldadura por arco con núcleo fundente / FCAW	Este es un proceso de soldadura por arco semiautomático en el que se utiliza un arco eléctrico entre un electrodo tubular consumible alimentado continuamente y una pieza metálica para crear un baño de fusión sin la aplicación de presión. · Las velocidades del viento no deberán exceder las 5 mph en la zona de trabajo con soldadura. · Siempre se deben de utilizar electrodos protegidos con gas y el diámetro del electrodo no excederá los 3 mm (1/8”). · No se permitirá la soldadura vertical descendente.
Soldadura por arco de tungsteno con gas / GTAW	Esto se conoce comúnmente como soldadura con gas inerte de tungsteno (TIG) y es un proceso de soldadura por arco de alta velocidad que utiliza un arco eléctrico entre un electrodo de tungsteno no consumible y una pieza metálica para crear un baño de fusión. El área de soldadura está protegida de la contaminación atmosférica mediante un gas protector inerte como argón o helio.
Soldadura por arco metálico con gas / GMAW	Conocido comúnmente como soldadura con Metal Gas Inerte o Metal Gas Activo (MIG/MAG). Es un proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible. El arco se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y las piezas a unir, quedando este protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte (soldadura MIG) o por un gas activo (soldadura MAG). · El gas protector del MIG suele ser dióxido de carbono. · Las velocidades del viento no deberán exceder las 5 mph en la zona de trabajo con soldadura.

Fuente: AWS D1.1

b) Tipos básicos de uniones soldadas.

Las uniones soldadas se clasifican según la forma del componente de soldadura, el espesor de la placa del componente de soldadura y la dirección de la fuerza aplicada. Hay 5 tipos de uniones de soldadura básicas como se muestra a continuación.

Tabla 4.68 Tipos básicos de uniones soldadas.

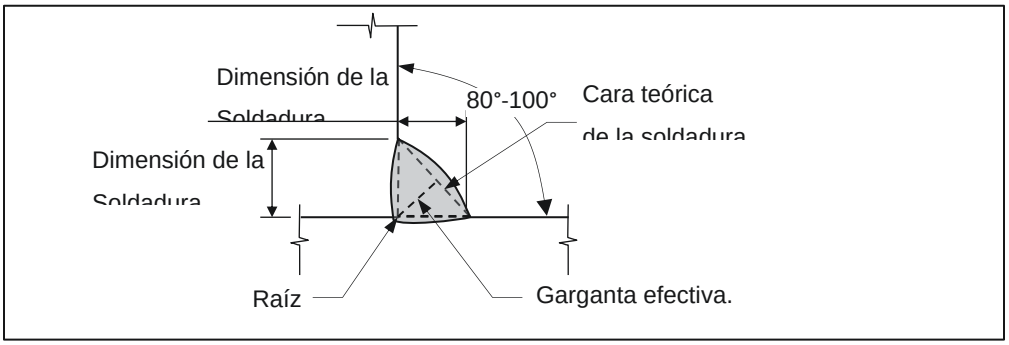
Tipo de soldadura / Figura	Descripción
Soldadura a tope 	Este es el tipo de unión de soldadura más común y se utiliza entre dos miembros alineados aproximadamente en el mismo plano. De esta existen algunas variaciones: de ángulos, de ancho de la separación, de la forma de la ranura, de la raíz y del tamaño de la soldadura.
Soldadura de traslape 	Esta es una variación modificada de la soldadura a tope y se usa entre dos miembros superpuestos en planos paralelos. Para mayor resistencia, se puede soldar en ambos lados de las placas.
Soldadura de borde 	Esto es similar a la junta traslapada, dos miembros se unen a lo largo de sus bordes. Sin embargo, ésta no es una unión muy fuerte porque la soldadura no penetra completamente el espesor de la unión.
Soldadura en T 	Es una unión entre dos miembros ubicados aproximadamente en ángulo recto entre ellos y formando una T. En este tipo de uniones soldadas se considera el uso de soldaduras en de filete en ambos lados.
Soldadura de esquina 	Es casi similar a la soldadura de unión en T, es una unión entre dos miembros ubicados aproximadamente en ángulo recto entre sí en forma de L.

Fuente: AWS D1.1

c) Dimensiones mínimas de la soldadura de filete.

Si el tamaño de la soldadura de filete no se especifica en los planos, el tamaño mínimo de la soldadura de filete ser al especificado en AWS D1.1, como se muestra a continuación.

Tabla 4.69 Dimensiones mínimas de la soldadura de filete.



Espesor de la placa base (T) *, mm	Dimensión mínima de la soldadura de filete**, mm
T≤6	3***
6<T≤12	5
12<T≤20	6
20<T	8

* Para procesos sin bajo contenido de hidrógeno y sin precalentamiento considerado, T es igual al espesor de la parte más gruesa; se utilizarán soldaduras de una sola pasada. Para procesos sin bajo contenido de hidrógeno que utilizan procedimientos establecidos para evitar el agrietamiento y para procesos con bajo contenido de hidrógeno, T es igual al espesor de la parte más delgada; el requisito de una sola pasada no se aplica.

** El tamaño de la soldadura no necesita exceder el espesor de la parte más delgada de la unión soldada.

*** El tamaño mínimo para estructuras cargadas cíclicamente es de 5 mm.

Fuente: AWS D1.1

d) Soldadura de filete de refuerzo.

La zona de garganta efectiva para una combinación de soldadura de ranura biselada PJP y soldadura de filete debe ser la distancia más corta desde la raíz de la unión hasta la cara de la soldadura menos 3 mm [1/8 de pulgada], como se muestra a continuación.

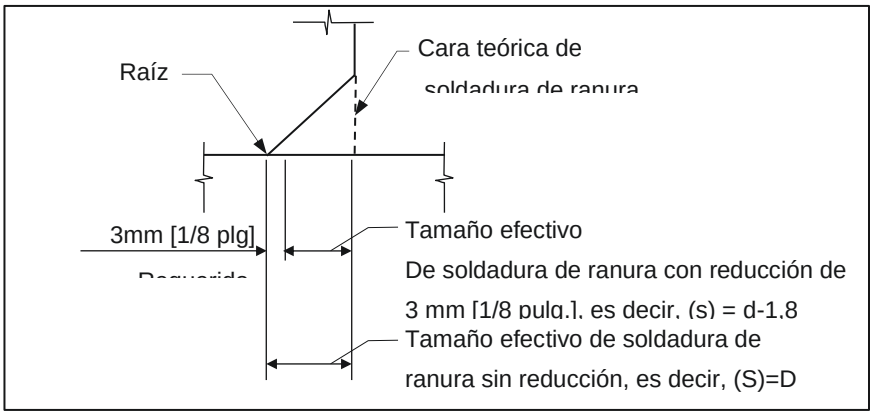


Figura 4.47 Soldadura de ranura biselada sin refuerzo. Fuente: AWS D1.1/D1.1M

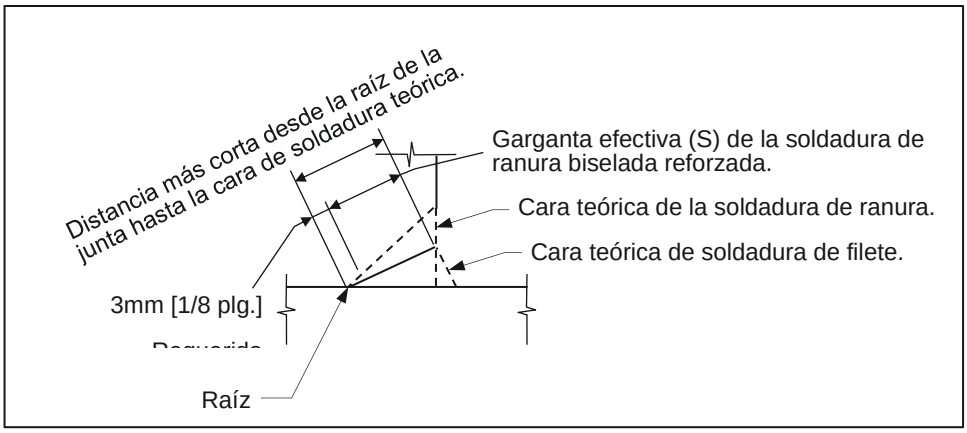


Figura 4.48 Soldadura de ranura biselada con soldadura de filete de refuerzo. Fuente: AWS D1.1/D1.1M

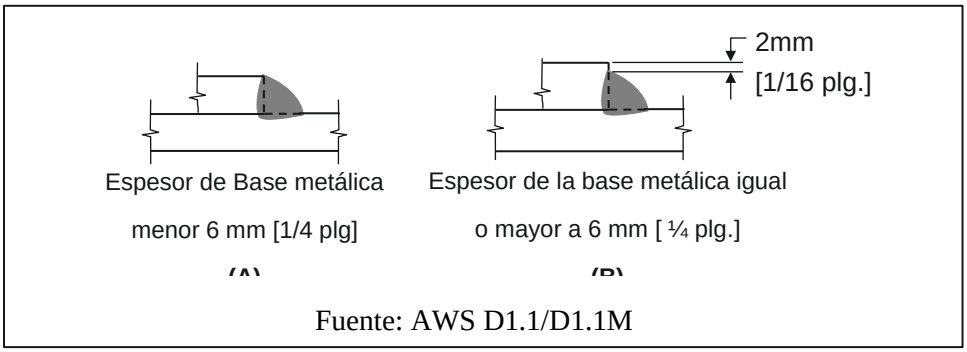


Figura 4.49 Máxima dimensión de la soldadura de filete a lo largo de los bordes en uniones traslapadas.

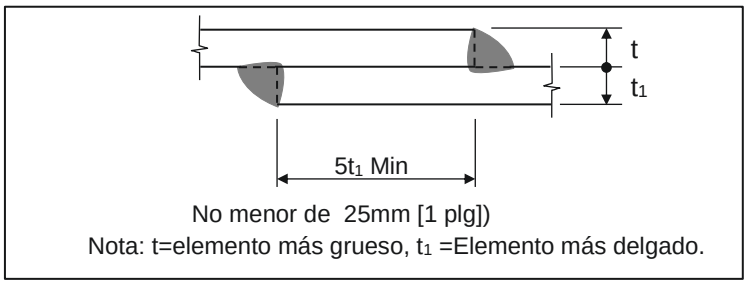


Figura 4.50 Soldaduras de filete transversales. Fuente: AWS D1.1

.

e) Inspección

La inspección de las operaciones de soldadura en taller y en campo durante la ejecución de los trabajos será realizada por un profesional o entidad empleada por el contratista. Se deberá confirmar que se realizó la inspección y si todas las soldaduras se realizan de acuerdo con AWS D1.1 y las especificaciones del procedimiento de soldadura.

Todas las soldaduras se inspeccionarán visualmente y serán aceptables si se cumplen los criterios de la siguiente tabla.

Tabla 4.70 Criterios de aceptación de la inspección visual.

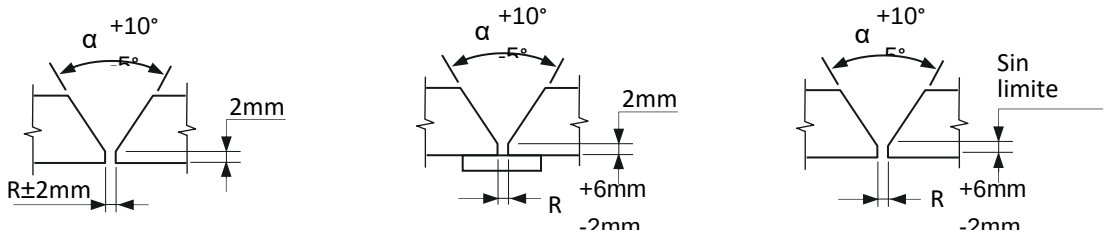
Categoría de la discontinuidad y criterios de inspección.	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente	Conexión Tubular (Todas las cargas)
(1) Prohibición de grietas. Cualquier grieta será inaceptable, independientemente de su tamaño o ubicación.	X	X	X
(2) Fusión entre soldaduras y soldadura con metal base. Deberá existir una fusión completa entre capas adyacentes de metal de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base.	X	X	X
(3) Sección transversal del cráter. Todos los cráteres se rellenarán para proporcionar el tamaño de soldadura especificado, excepto los extremos de las soldaduras de filete intermitentes fuera de su longitud efectiva.	X	X	X
(4) Perfiles de soldadura.	X	X	X

<table>
<tr><td>Los perfiles de soldadura deberán cumplir con la longitud efectiva de soldadura considerando la reducción debida a la tensión superficial de la soldadura de filete.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>(5) Momento de la inspección.
La inspección visual de las soldaduras en todos los aceros puede comenzar inmediatamente después de que las soldaduras completadas se hayan enfriado a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para los aceros ASTM A514, A517 y A709 Grado HPS 100W [HPS 690W] se basarán en una inspección visual realizada no menor a 48 horas después de completar la soldadura.</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr>
<tr><td>(6) Soldaduras con tamaño reducido.
El tamaño de una soldadura de filete en cualquier soldadura continua puede ser menor que el tamaño nominal especificado (L) sin corrección en las siguientes cantidades (U).
<table>
<tr><td>L,
Tamaño nominal especificado de la soldadura, plg [mm]
≤5 [3/16]
≤6[1/4]
≥8[5/16]</td><td>U,
Reducción permitida de L, plg [mm]
≤2 [1/16]
≤2.5[3/32]
≥3[1/8]</td></tr>
</table>
En todos los casos, la porción de tamaño reducido de la soldadura no deberá exceder el 10% de la longitud de la soldadura. En las soldaduras entre alma y ala de vigas, se prohibirá la reducción en los extremos en una longitud igual al doble del ancho del ala.</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr>
<tr><td>(7) Socavado
(A) En el caso de materiales de menos de 1 pulg. [25 mm] de espesor, la socavación no deberá exceder de 1/32 pulg. [1mm], con la siguiente excepción: la socavación no deberá exceder de 1/16 pulg. [2 mm] en cualquier longitud acumulada de hasta 2 pulg. [50 mm] en cualquier tramo de 12 pulg. [300 mm]. En el caso de materiales con espesor igual o mayor de 1 pulg. [25 mm], la socavación no deberá exceder de 1/16 pulg. [2 mm], cualquiera sea la longitud de la soldadura.</td><td>X</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>(B) En miembros principales, la socavación no deberá ser mayor de 0,01 pulg. [0,25 mm] de profundidad cuando la soldadura es transversal al esfuerzo de tracción en cualquier condición de carga. La</td><td>-</td><td>X</td><td>X</td></tr>
</table>

socavación no deberá ser superior a 1/32 pulg. [1 mm] de profundidad en ningún caso.			
(8)Porosity (A) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular visible. En todas las demás soldaduras en ranura y soldaduras en filete, la suma de la porosidad vermicular visible de 1/32 pulg. [1 mm] o más de diámetro no deberá exceder de 3/8 pulg. [10 mm]	X	-	-
(B) La frecuencia de la porosidad vermicular en soldaduras de filete no deberá exceder uno en cada 100 mm de longitud de soldadura y el diámetro máximo no deberá exceder los 2,5 mm. Excepción: para soldaduras de filete que conectan refuerzos al alma, la suma de los diámetros de porosidad vermicular no excederá 10 mm en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederá 20 mm en cualquier longitud de soldadura de 300 mm.	-	X	X
(C) Las soldaduras en ranura con CJP en soldaduras a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular. En todas las demás soldaduras en ranura la frecuencia de la porosidad vermicular no deberá exceder de una cada 100 mm de longitud y el diámetro máximo no deberá exceder de 2.5 mm.	-	X	X
Nota: Una “X” indica la aplicabilidad para el tipo de conexión, un guion indica no aplicabilidad.			

Fuente: AWS D1.1

f) Inspección aceptable de soldaduras.



(A) Soldadura de ranura sin respaldo en raíz, sin ranurar en el lado opuesto.

(B) Soldadura de ranura con respaldo en raíz sin ranurar en el lado opuesto.

(C) Soldadura de ranura sin respaldo en raíz, sin ranurar en el lado opuesto.

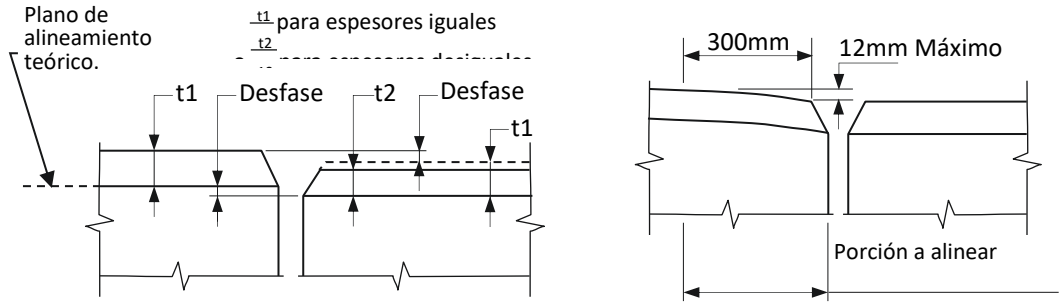
Fuente: AWS D1.1/D1.1M

Figura 4.51 Tolerancias en el maquinado de las ranuras para uniones con soldadura.

Tabla 4.71 Tolerancias de mano de obra en el ensamblaje de uniones soldadas con ranura.

		Raíz sin ranurar en el lado opuesto.		Raíz ranurado en el lado opuesto.	
		plg	mm	plg	mm
(1)	Cara raíz de las articulaciones	±1/16	2	Sin limite	
(2)	Cara raíz de juntas sin fondo.	±1/16	2	+1/16 -1/8	2 3
	Cara raíz de juntas sin fondo.	+1/4 +1/16	6 2	Not applicable	
(3)	Ángulo de ranura de la junta	+10° -5°		+10° -5°	

Fuente: AWS D1.1/D1.1M



Nota:

Se podrá permitir como desviación respecto del teórico un desfase que no exceda el 10% del espesor de la parte más delgada unida, pero en ningún caso más de 3 mm.

Desplazamiento permisible en miembros colindantes

Note:

Al corregir una desalineación que exceda el margen, las piezas no se dibujarán con una pendiente mayor de 12 mm en 300 mm.

Corrección de miembros desalineados

Fuente: AWS D1.1/D1.1M

Figura 4.52 Desalineación y desfase de unión con soldadura.

Tabla 4.72 Tolerancias de abertura de la raíz tubular.

	Cara de la raíz de la junta		Abertura de la raiz de juntas sin respaldo de acero.		Angulo de la ranura de la junta.
	in	mm	in	mm	deg
SMAW	±1/16	±2	±1/16	±2	±5
GMAW	±1/32	±1	±1/16	±2	±5
FCAW	±1/16	±2	±1/16	±2	±5

Nota:

Las aberturas de la raíz más anchas que las permitidas por las tolerancias antes mencionadas, pero no mayores que el espesor de la parte más delgada, pueden ser reconstruidas por soldadura a un tamaño aceptable antes de unir las partes por medio de soldadura.

Fuente: AWS D1.1/D1.1M

g) Perfiles de soldadura.

Tabla 4.73 Perfiles de soldaduraa.

Tipo de soldadura.	Tipo de junta.					
	A tope	Esquina - interior	Esquina – exterior	Junta en T	Traslape	A tope con repisa
Ranura (CJP o PJP)	Figura A	Figura B[b]	Figura C	Figura D[b]	N/A	Figura G
	Programa A	Programa B	Programa A	Programa B	N/A	[c]
Filete	N/A	Figura E	Figura F	Figure E	Figura E	N/A
	N/A	Programa C	Programa C o D[d]	Programa C	Programa C	N/A

[a] Los programas de la A al D se proporcionan en la siguiente tabla y la Figura A a la H se muestran posteriormente.

[b] En el caso de soldaduras en filete de refuerzo requeridas por diseño, se aplican las restricciones de perfil para cada ranura y filete en forma separada.

[c] Las soldaduras realizadas usando repisas y soldaduras hechas en posición horizontal entre barras verticales de espesor desigual están exentas de las limitaciones R y C. Ver figuras 1.4G y 1.4H (*de la normativa)* para detalles típicos.

[d] Ver en la Figura 1.4F (de la normativa), una descripción de donde corresponde aplicar los programas C y D.

Fuente: AWS D1.1/D1.1M

Tabla 4.74 Cedulas de perfil de soldadura.

Tabla 4.71 Programa A	(t = espesor de la placa más gruesa unida para CJP CJP; t tamaño de la soldadura para PJP)			
	t	R min.	R max.	
	≤ 25 mm [1 plg]	0	3 mm [l/8 plg]	
	> 25 mm [1 plg] ≤ 50 mm [2 plg]	0	5 mm [3/16 plg]	
	>50mm [2 plg]	0	6 mm [l/4 plg][a]	
Programa B	(t = espesor de la placa más gruesa unida para CJP; t = tamaño de la soldadura para PJP; C = convexidad o concavidad admisible)			
	t	R min.	R max.	C max.[b]
	< 25 mm [1 plg]	0	Ilimitado	3 mm [l/8 plg]

	≥ 25 mm [1 plg]	0	ilimitado	5 mm [3/16 plg]
Programa C	(W = ancho de la cara de la soldadura o cordón de superficie individual; C = convexidad admisible)			
	W			C max.[b]
	≤ 8 mm [5/16 plg]			2 mm [1/16 plg]
	>8 mm [5/16 plg] < 25 mm [1 plg]			3 mm [l/8 plg]
	≥ 25 mm [1 plg]			5 mm [3/16 plg]
Programa D	(t = espesor de la más delgada de las dimensiones del borde expuesto; C = convexidad admisible; ver Figura 7.4F (*de la normativa*))			
	t			C max.[b]
	Cualquier valor de t			t/2

[a] Para estructuras cargadas cíclicamente, R máx. para materiales > 2 pulg. [50 mm] de espesor es de 3/16 plg. [5 mm].

[b] No hay restricción en la concavidad, siempre que se logre el tamaño mínimo de la soldadura (tomando en cuenta tanto la pierna como la garganta).

Fuente: AWS D1.1/D1.1M

A continuación, se presenta el grupo de figuras de la A a la H correspondientes a los requisitos para perfiles de soldadura mencionados en las tablas anteriores y tomados de AWS D11.1/D1.1M.

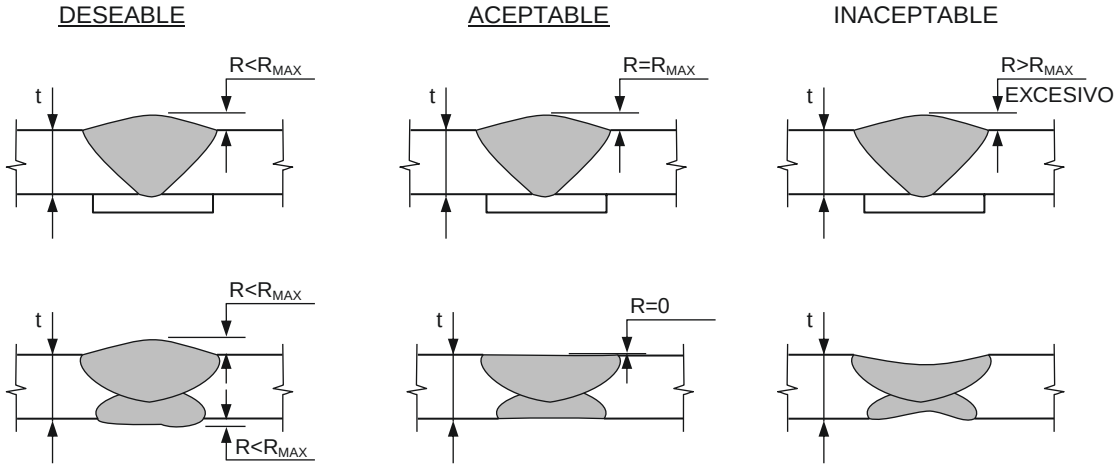


Figura A. Perfiles de soldadura para juntas a tope.

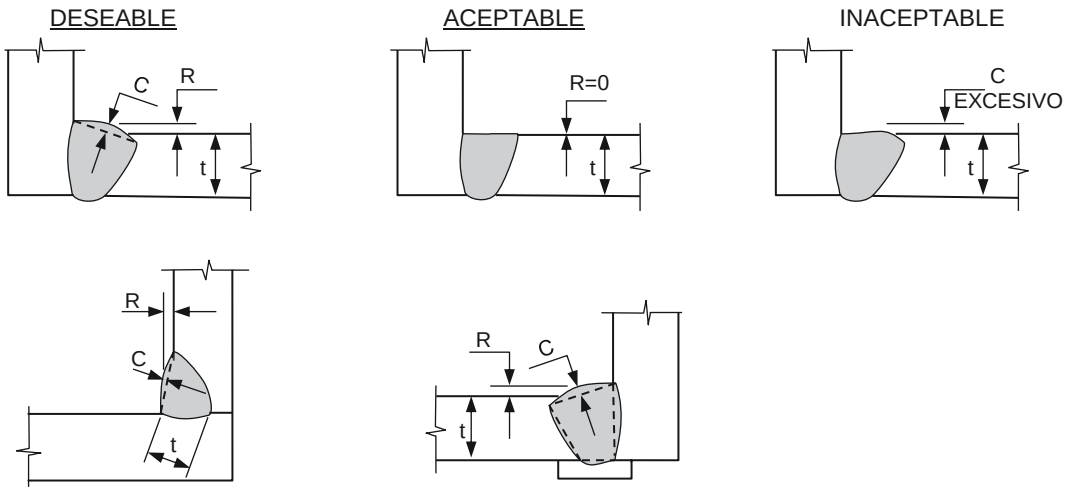


Figura B. Perfiles de soldadura en ranura dentro de juntas en esquina.

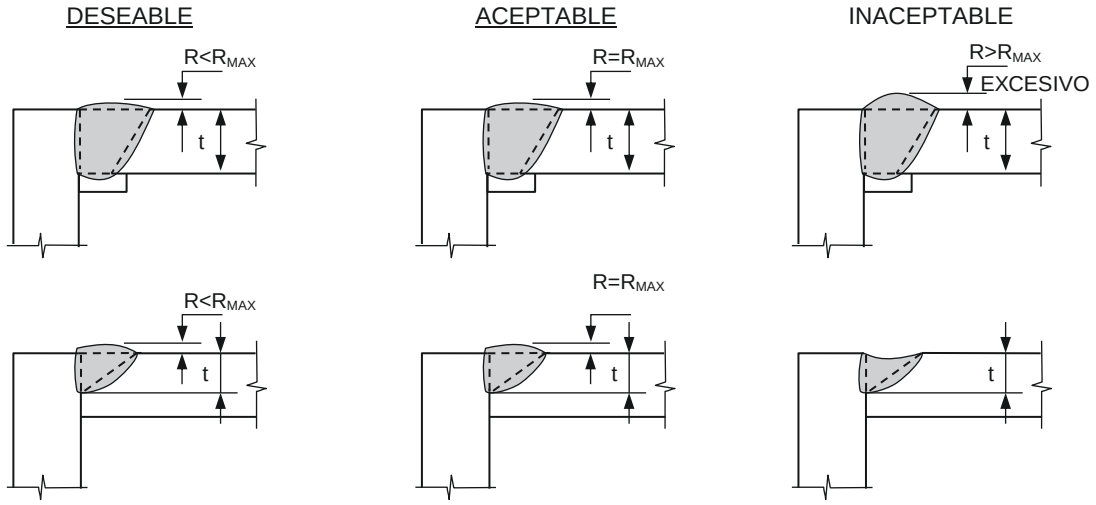


Figura C. Perfiles de soldadura en ranura fuera de juntas en esquina.

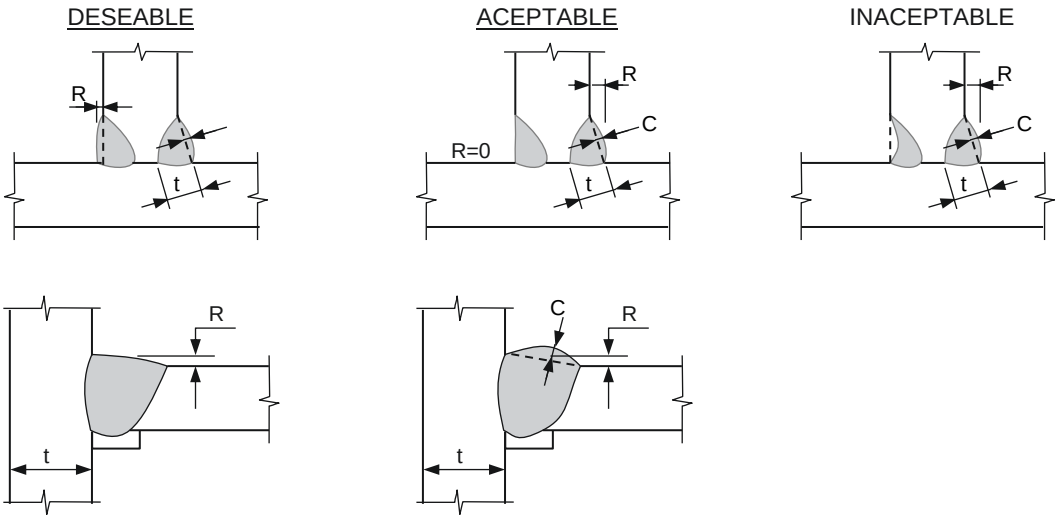


Figura D. Perfiles de soldadura de ranura en juntas en T.

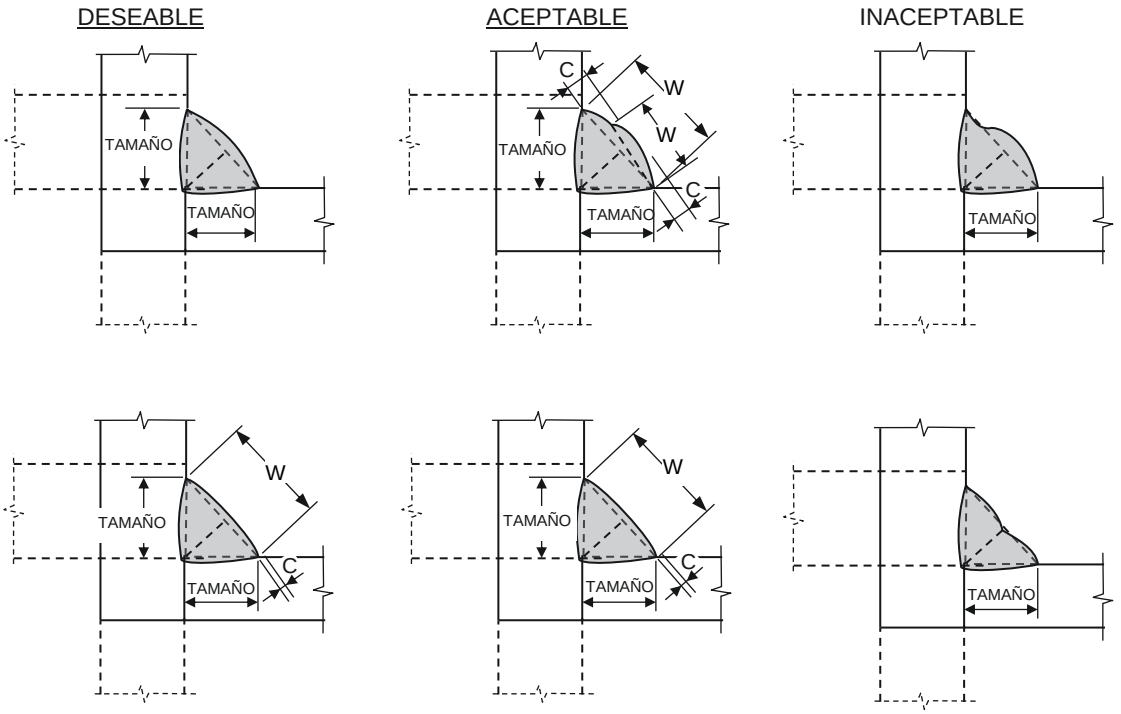


Figura E. Perfiles de soldadura en filete para el interior de las juntas en esquina, juntas traslapadas y juntas en T.

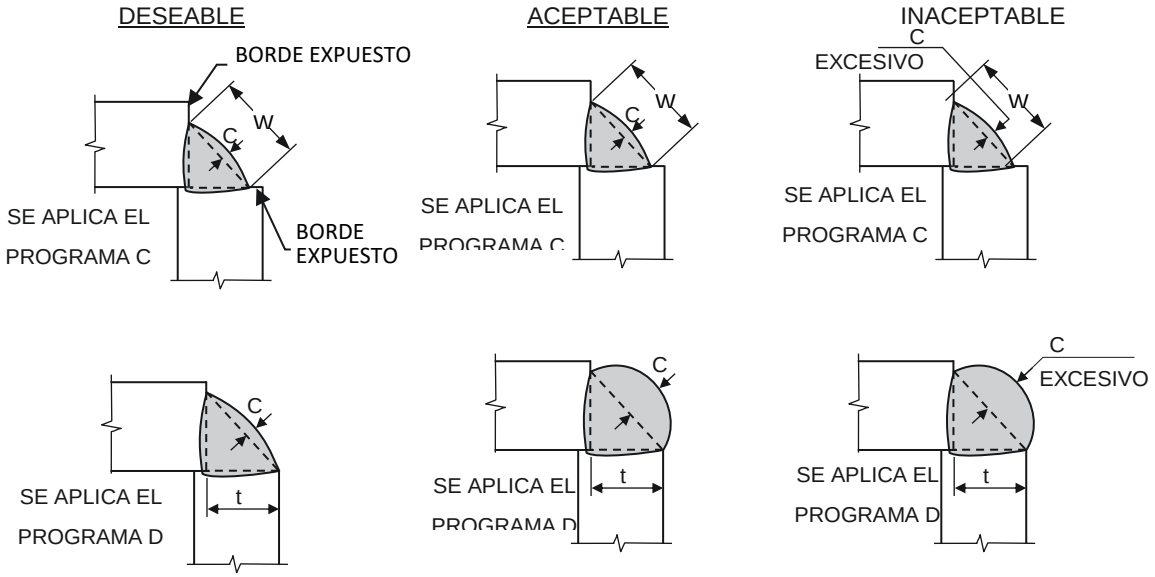


Figura F. Perfiles de soldadura en filete para juntas en esquina exterior.

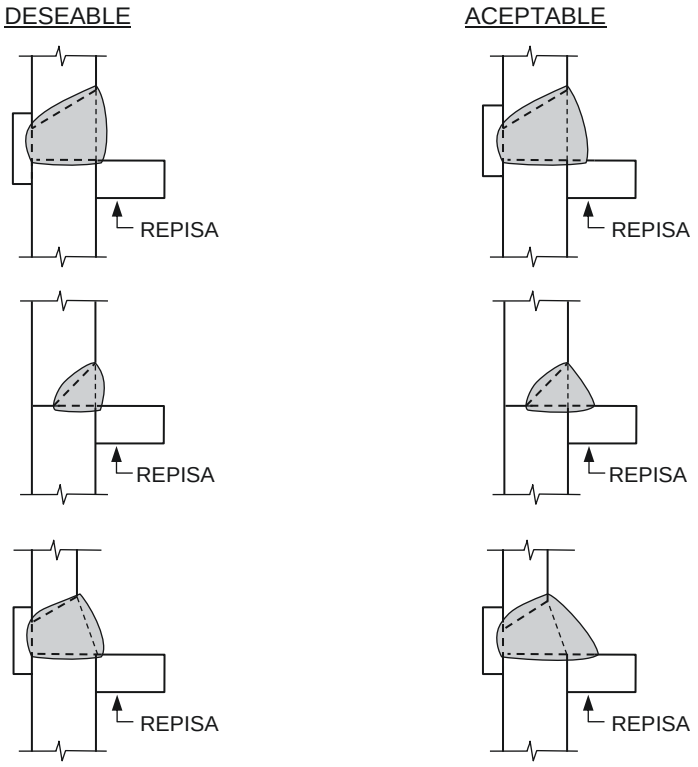


Figura G. Detalles habituales de la repisa.

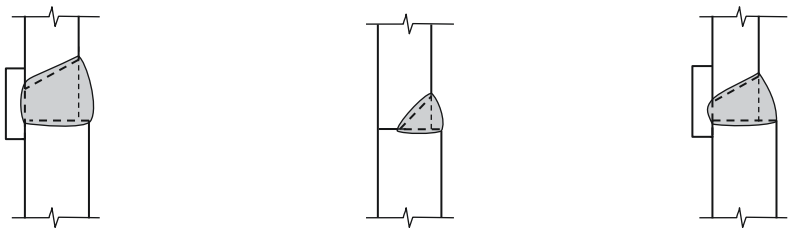
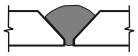
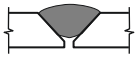
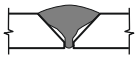
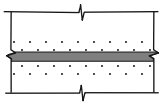
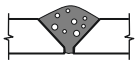


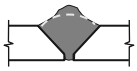
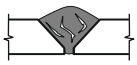
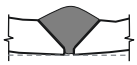
Figura H. Perfiles habituales para soldaduras a tope entre espesores desiguales.

h) Tipos de defectos en soldaduras.

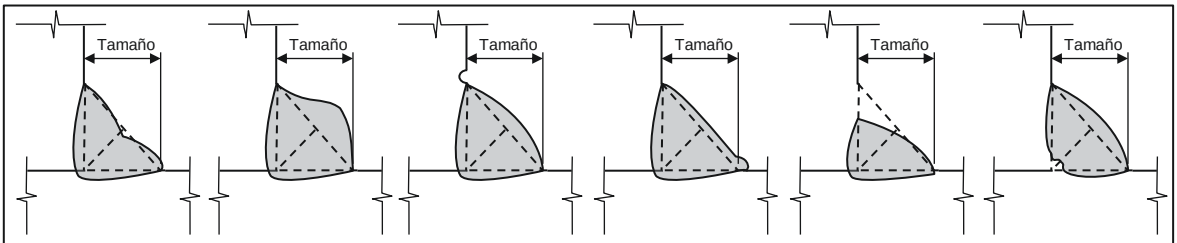
Existen varios tipos de defectos en la soldadura, como se muestra en la siguiente tabla y se clasifican en dos categorías: "Defecto interno" y "Defecto externo".

Tabla 4.75 Defectos de la soldadura.

Tipo de error	Condición	Prevención
Subllenado: defecto externo 	Estos ocurren cuando el cordón de soldadura está hundido debajo de la superficie del metal base, lo que lleva a una unión debilitada. Este problema a menudo aparece como un "surco" longitudinal a lo largo del talón y también puede denominarse junta convexa.	Se reducirá la velocidad de desplazamiento para permitir que el baño de soldadura se llene correctamente.
Socavado: defecto externo	Estos se presentan con una depresión, a modo de muesca, al pie de la médula.	Se reducirá la corriente o se reducirá la velocidad de soldadura.
Mala penetración: defecto interno 	Estos ocurren cuando la raíz del cordón de soldadura no llega a la raíz de la unión para soldar la superficie opuesta de la pieza.	Se deberá aumentar la corriente, disminuir la velocidad de soldadura o cambiar la geometría de la junta.
Falta de fusión: defecto interno 	Ocurren con falta de fusión localizada, ya sea en el borde de la articulación o en la cara del cordón previamente depositado..	Se deberá aumentar la corriente, disminuir la velocidad de soldadura o utilizar algún artificio para evitar el soplado magnético.
Salpicaduras: defecto externo 	Estos ocurren con la proyección de partículas fundidas del cordón de soldadura y se refieren a las pequeñas gotas de material fundido que se dispersan y se adhieren al metal circundante durante la soldadura.	Deberá mantener un arco corto, reducir la corriente o controlar la inestabilidad en la transferencia del metal.
Porosidad: defecto interno 	Estos ocurren con la formación de burbujas de gas retenidas dentro de la zona de fusión. Estos pueden ocurrir internamente y también en la superficie.	Se corregirá el flujo del gas de protección o se utilizarán gases de mejor calidad (con mayor pureza en su composición).
Superposición (sobreenrollado/laminado en frío): defecto externo	Es un defecto de soldadura externo. Estos ocurren cuando el material de relleno fluye sobre el metal base pero no se fusiona correctamente con él.	Deberá evitar velocidades de desplazamiento excesivamente lentas, que pueden causar que el material de relleno se acumule sin una fusión adecuada y mantener el ángulo correcto del

		soplete para garantizar un mejor control sobre el charco fundido.
Inclusiones de escoria: defecto interno	Estos ocurren con la retención de materiales sólidos, metálicos o no, dentro del metal de soldadura. También puede ocurrir en soldaduras de una sola pasada cuando la escoria queda atrapada en la raíz y los pies de la soldadura.	Se evitará una limpieza inadecuada de la superficie de soldadura entre pasadas.
Exceso de refuerzo: Defecto Externo 	Estos ocurren cuando hay demasiado material de relleno en la soldadura, lo que comúnmente se conoce como corona "alta".	Deberá mantener una velocidad de antorcha adecuada. Configure correctamente su amperaje para evitar el calor excesivo. Asegúrese de que su voltaje no sea ni demasiado bajo ni demasiado alto.
Grietas: defecto interno 	Estos son los defectos de soldadura más graves, ya que pueden progresar rápidamente a otros más grandes y a diferentes tipos de grietas, como grietas en caliente, grietas en frío, grietas por tensión y grietas laminares.	Precalentará los metales y enfriará gradualmente las uniones soldadas. También evitará combinar corrientes bajas con velocidades de desplazamiento elevadas.
Quemado (fusión): defecto externo	Es una discontinuidad común al soldar piezas delgadas y ocurre cuando el calor excesivo crea un agujero en el metal, socavando el propósito de la soldadura y arruinando la unión.	Se mantendrá una corriente de soldadura a un nivel razonable para evitar el calor excesivo o mantener una velocidad de desplazamiento adecuada con el soplete. También se utilizará el tamaño de cable correcto.
Alabeo: defecto externo 	Es un cambio no deseado en la forma y posición de las piezas metálicas y es causado por la contracción/expansión de las piezas soldadas.	Se deben pegar las placas correctamente o se deben usar crayones térmicos para obtener una temperatura precisa entre pasadas.
Bigotes: defecto externo	Estos son un defecto de soldadura específico en el proceso de soldadura MIG y ocurren cuando el lado de la raíz de una unión soldada tiene restos del electrodo de alambre.	Se deberá reducir la velocidad de alimentación del alambre para controlar mejor el flujo del alambre del electrodo o mantener una velocidad de

		desplazamiento óptima o aumentar la distancia de salida del alambre. Se utilizan técnicas de tejido con soplete para distribuir el calor y el material de relleno de manera más uniforme.
Daño mecánico: defecto externo	Este tipo de defecto puede ser causado por diversas herramientas como martillos cinceladores, amoladoras o incluso impactos accidentales con otros objetos pesados. A diferencia de otros defectos de soldadura que ocurren durante el proceso de soldadura, los daños mecánicos a menudo son el resultado de la manipulación posterior a la soldadura o de las condiciones del entorno de trabajo.	Cuando se vaya a eliminar escoria o se pueda limpiar una superficie metálica, se evitarán técnicas demasiado agresivas que dañen el cordón de soldadura. También deberá evitar dar fuertes golpes de martillo a la soldadura, que pueden crear deformidades o grietas, y proteger las soldaduras contra el impacto o el impacto de otras piezas grandes de metal.



Fuente: AWS D1.1/D1.1M

Figura 4.53 Ejemplo de perfiles de soldadura aceptables e inaceptables encontrados al realizar una inspección visual.

4.1.3.9. Pernos Tipo Nelson-Stud.

Los pernos soldados tipo Stud se utilizan en conexiones con concreto y generalmente se sueldan a una superficie plana o al interior o exterior de un ángulo. Por lo general, se fabrican utilizando acero con bajo contenido de carbono especificado en ASTM A29 y soldando pernos de acero a conectores de acero que deben cumplir con los requisitos del Código de Soldadura Estructural-Acero especificados en AWS D1.1 y D1.6.

a) Requerimientos mecánicos.

Las especificaciones de materiales de los Studs se proporcionan en la siguiente tabla. Alternativamente, las propiedades mecánicas de los pernos Nelson-Stud deben ser determinadas por el fabricante probando el acero después del acabado en frío o los pernos terminados de diámetro completo.

Tabla 4.76 Requisitos de propiedades mecánicas para los Pernos Nelson-Stud.

		Tipo A[1]	Tipo B[2]	Tipo C[3]
Resistencia a la tensión	MPa min	420	450	552
Fluencia	(0.2% offset) MPa min	340	350	-
	(0.5% offset) MPa min	-	-	485
Elongación	% in 2plg. min	17%	20%	-
	% in 5x dia. min	14%	15%	-
Reducción del área	% min	50%	50%	-

Notas:

1. Los Pernos Nelson-Stud tipo A serán de uso general, de cualquier tipo y tamaño, utilizados para fines distintos de la transferencia de cortante en el diseño y construcción de vigas compuestas.
2. Los Pernos Nelson-Stud tipo B serán pernos con cabeza, doblados o con otra configuración de 12 mm, 16 mm, 20 mm, 22 mm y 25 mm de diámetro que se utilizan como componente esencial en el diseño y construcción de vigas compuestas..
3. Los Pernos Nelson-Stud tipo C serán varillas de acero deformadas trabajadas en frío fabricadas de conformidad con la especificación ASTM A496 que tienen un diámetro nominal equivalente al diámetro de un alambre simple que tiene el mismo peso por pie que el alambre deformado. ASTM A496 especifica un diámetro máximo de 16 mm como máximo. Cualquier varilla suministrada por encima de ese

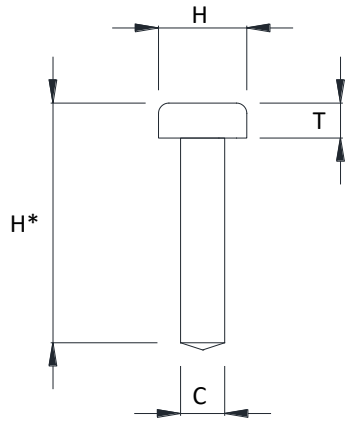
diámetro deberá tener las mismas características físicas en cuanto a deformaciones requeridas por ASTM A496.

Fuente: AWS D1.1/D1.1M

b) Designación del tipo y tamaño.

La designación del tipo y tamaño del Stud se especifica en la siguiente tabla. Se pueden utilizar configuraciones de cabezal alternas, pero se le deben de realizar pruebas mecánicas y de empotramiento que confirmen las propiedades requeridas en el diseño y con la aprobación del Ingeniero a cargo.

Tabla 4.77 Medidas y tolerancias estándar del perno tipo Nelson-Stud.



* Medidas de fábrica.

Medidas estándar, mm				
Diámetro del vástago (C)		Tolerancias de longitud (L)	Diámetro de cabeza (H)	Altura mínima de la cabeza (T)
10	+0.25 -0.25	±1.6	19±0.4	7.1
13	+0.25 -0.25	±1.6	25±0.4	7.1
16	+0.25 -0.25	±1.6	32±0.4	7.1
19	+0.40 -0.40	±1.6	32±0.4	9.5
22	+0.40 -0.40	±1.6	35±0.4	9.5
25	+0.40 -0.40	±1.6	41±0.4	12.7

Fuente: AWS D1.1/D1.1M

c) Métodos de soldadura.

La soldadura de pernos por arco para conectores de corte se puede realizar de forma mecánica o automática, utilizando pistolas o cabezales de soldadura. Se funden ambas piezas y se presiona ligeramente el perno contra la pieza de trabajo para unirlas. Las áreas fundidas se solidifican.

La soldadura de pernos a menudo se confunde con otros procesos como la soldadura por resistencia y la soldadura por puntos. La soldadura por resistencia y la soldadura por puntos utilizan corriente eléctrica (no arco) y alta presión para formar una unión entre dos elementos. La soldadura de pernos por arco no requiere alta presión. Los requisitos generales para soldar pernos de acero a acero, como los requisitos mecánicos y los requisitos de inspección de verificación, se estipulan en AWS D1.1.

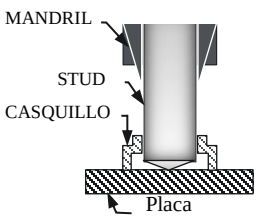
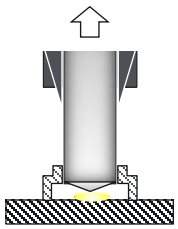
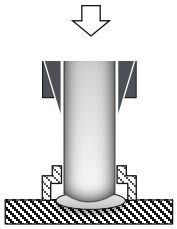
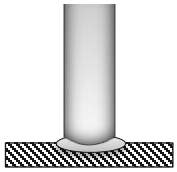
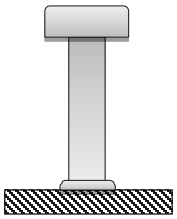
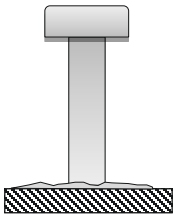
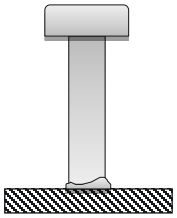
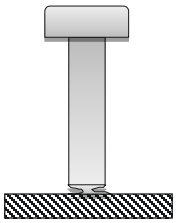
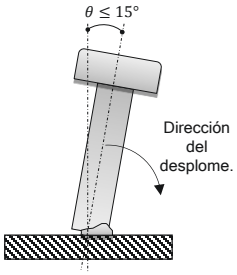
PASO 1	PASO 2	PASO 3	PASO 4
			
El perno se carga en la pistola y se coloca correctamente contra la placa.	Se presiona el gatillo y el perno se levanta. Se crea un arco que funde el Stud y la placa.	Se completa el período de formación de arco y el perno se sumerge en una piscina fundida.	Se completa la soldadura, se retira la pistola y se retira el casquillo.

Figura 4.54 Pasos del procedimiento de soldadura del perno tipo Nelson-Stud.

d) Inspección visual.

La inspección visual sirve como control para detectar indicios de defectos importantes. A continuación, se presentan las juntas de soldadura con mala calidad que se suelen encontrar al momento de una inspección visual.

	**Junta soldada de buena calidad.** · Completo, uniforme, brillante filete en todo el alrededor del perno.

	**Junta soldada de pobre calidad.** Energía de soldadura excesiva o inmersión o elevación insuficiente · Perno no está completamente soldado sobre toda la superficie. · Sin filete, sin quemado del perno y sin socavado de la base.
	**Junta soldada de pobre calidad.** Energía de soldadura insuficiente o casquillos cerámicos húmedos (Soldadura en caliente) · Filete muy brillante y de perfil bajo que se extiende más allá del casquillo.
	**Junta soldada de pobre calidad.** Energía de soldadura insuficiente o casquillos cerámicos húmedos (Soldadura en frio) · Soldadura reducida e irregular. · Filete pequeño, desigual, de apariencia gris opaca, con derrame de metal que se extienden a través de las aberturas del casquillo.
	**Junta soldada de pobre calidad.** Golpe de arco, posición de soldadura inclinada o inestable de la pistola de soldar · La brida del perno no está completamente soldada y muestra defectos visuales · El socavado de la soldadura es visible. · El perno no está perpendicular al metal base.

· Si se confirman defectos en los pernos, se puede soldar un nuevo perno adyacente a cada área inaceptable en lugar de reparar y reemplazar el área de soldadura existente. Los pernos de reemplazo se probarán doblándolos a un ángulo de aproximadamente 15˚ con respecto a los ejes originales.

· Los pernos defectuosos se probarán doblándolos en un ángulo de aproximadamente 15° desde la posición original. Los Studs con rebabas de menos de 360° se deben doblar en la dirección opuesta a la rebaba faltante.

Fuente: AWS D1.1/D1.1M

Figura 4.55 Calidad de las Juntas de soldadura para los pernos Tipo Nelson-Stud.

4.2. Inspección de la calidad de las obras por medio de hojas de inspección.

4.2.1. Propósito de las hojas de inspección.

Depender únicamente de la memoria humana aumenta las posibilidades de cometer errores y descuidos, incluso para los especialistas. Además, con el tiempo se convertirá en una tarea que sólo una persona podrá realizar. Para evitar estos problemas, es eficaz ejecutar inspecciones utilizando una "Hoja de inspección" cuyo único propósito es mantener la calidad y evitar omitir inspecciones mediante la visualización de los elementos de inspección.

Además, se recomienda que todos los miembros del equipo inspeccionen los sitios de construcción utilizando la misma Hoja de Inspección; ya que la calidad de la inspección seguirá

siendo la misma sin importar quién la realice por que el criterio será el mismo.

Si hay una desconexión entre los elementos a inspeccionar y la práctica, no tiene sentido utilizar la Hoja de Inspección. Por lo tanto, la Hoja de Inspección debe revisarse periódicamente de acuerdo con la situación real.

4.2.2. Flujo de trabajo de la inspección intermedia.

Es imprescindible que las inspecciones realizadas por la OPAMSS se realicen de manera eficiente en un tiempo limitado.

Para realizar inspecciones en un tiempo limitado, es fundamental que el Inspector de OPAMSS las realice de manera ordenada. Por lo tanto, es necesario definir con antelación los procedimientos de inspección en sitio.

Dependiendo de las condiciones del lugar de la construcción, a veces no se puede confirmar el estado real, ya que los elementos estructurales principales han quedado ocultos por el concreto o los materiales de acabado, como las varillas de refuerzo. Por lo tanto, antes de implementar la inspección en sitio, es necesario confirmar las condiciones del sitio de construcción mediante entrevistas o revisando la Bitacora de campo, especialmente para conocer el progreso del flujo de trabajo.

Es deseable que las inspecciones se lleven a cabo adecuadamente dependiendo del progreso del flujo de trabajo, ya que los elementos a inspeccionar son diferentes en cada tarea del cronograma de construcción. Por ejemplo, en el caso de colado de concreto o grout, los elementos a inspeccionar son juntas frías, eflorescencias, grietas y superficies de concreto irregulares, etc.

Como referencia, en la siguiente figura se proporciona un diagrama de flujo de inspección en sitio.

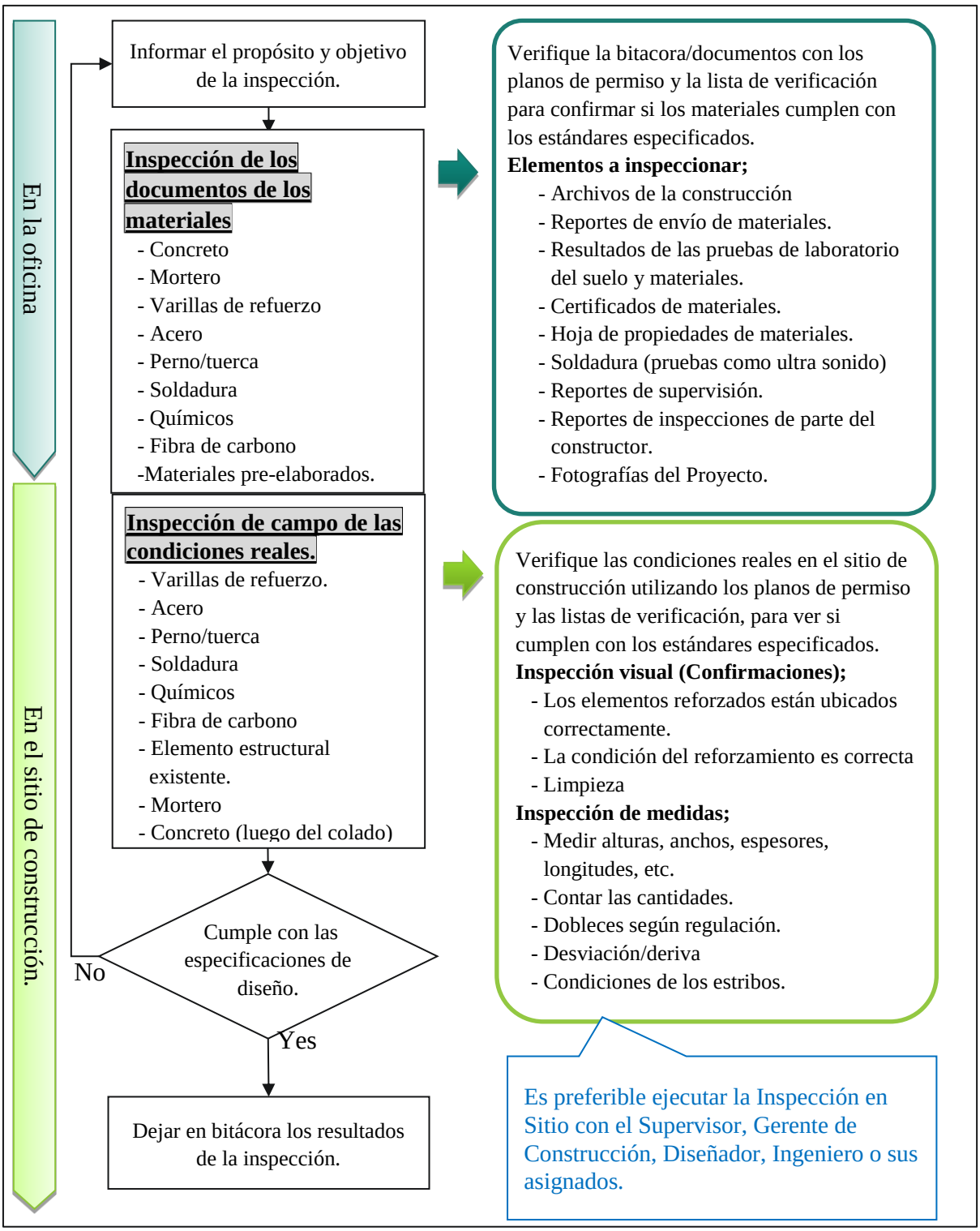


Figura 4.56 Diagrama de flujo de la inspección intermedia.

APÉNDICE

- **Hojas de inspección de campo**

- **Detalles del elemento a inspeccionar.**

- **Referencias**

- **Tablas de perfiles metálicos**

- **Hojas de inspección de campo**

HOJA DE INSPECCIÓN	
Nombre de proyecto	
Fecha de inspección	
Profesional responsable de la inspección	

INFORMACIÓN GENERAL	
Responsable de la Obra:	
Cuaderno de bitácora:	
Planos aprobados de Permiso de Construcción:	
Profesional encargado del área estructural presente:	
Responsable de laboratorio de suelos y materiales presente:	

Descripción		Inspección para Validacion de Resultados C: Cumple con las especificaciones del diseño / N: No cumple con las especificaciones del diseño / NA: No Aplica			Observaciones
Plano de permisos					
	Obras dentro de línea de construcción	C:	N:	NA:	
Material					
Concreto	Diseño de mezcla	C:	N:	NA:	
	Resultado de la prueba de revenimiento	C:	N:	NA:	
	Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto*	C:	N:	NA:	
	Resultado de toma de temperatura	C:	N:	NA:	
Mortero	Diseño de mezcla	C:	N:	NA:	
	Resultado del ensayo de fluidez del mortero	C:	N:	NA:	
	Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del mortero*	C:	N:	NA:	
Concreto fluido (Grout sin contracción)	Diseño de mezcla	C:	N:	NA:	
	Resultado de la prueba de revenimiento / Fluidez del Grout	C:	N:	NA:	
	Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto*	C:	N:	NA:	
Acero de refuerzo	Varilla de acero bajo norma	C:	N:	NA:	
	Especificaciones de acero de acuerdo a certificaciones y memoria estructural	C:	N:	NA:	
	Resultado del ensayo de resistencia a tensión**	C:	N:	NA:	
Perfiles metalicos	Tipos de perfil del acero	C:	N:	NA:	
	Especificaciones de acero de acuerdo a certificaciones y memoria estructural	C:	N:	NA:	
	Ensayo de materiales**	C:	N:	NA:	
Conexión con pernos	Pernos estan de acuerdo a las especificaciones de diseño	C:	N:	NA:	
	Dimensiones	C:	N:	NA:	
	Cantidad de pernos	C:	N:	NA:	
Soldadura	Tipos de soldadura	C:	N:	NA:	
	Electrodos	C:	N:	NA:	
Anclajes Quimico	Tipos de anclaje y de conexión	C:	N:	NA:	
	Ensayo de materiales para anclaje y para conexión**	C:	N:	NA:	
Envoltura con fibra de carbon	Tipo de envoltura de carbon	C:	N:	NA:	
	Propiedades de la fibra de carbon	C:	N:	NA:	

Descripción		Inspección para Validacion de Resultados **C:** Cumple con las especificaciones del diseño / **N:** No cumple con las especificaciones del diseño / **NA:** No Aplica			Observaciones
Encamisado de columna de concreto reforzado (encamisado de vigas de concreto reforzado, instalación de muros de cortante de concreto reforzado, construcción de muros tipo ala de concreto reforzado)					
Planos	Ubicación de los elementos	C:	N:	NA:	
Varilla longitudinal	Diámetro de varilla	C:	N:	NA:	
	Cantidad de varillas de acero de refuerzo	C:	N:	NA:	
	Angulo de doblez	C:	N:	NA:	
	Longitud de desarrollo	C:	N:	NA:	
	Longitud de empalme	C:	N:	NA:	
	Ubicacion del empalme	C:	N:	NA:	
	Angulo de doblez para empalme	C:	N:	NA:	
Estribo	Diámetro de varilla	C:	N:	NA:	
	Separación entre estribos	C:	N:	NA:	
	Distribución de estribos	C:	N:	NA:	
	Longitud del gancho	C:	N:	NA:	
	Longitud de desarrollo	C:	N:	NA:	
	Diametro de refuerzo a flexión	C:	N:	NA:	
General	Disposición de varillas	C:	N:	NA:	
	Espacio libre entre varillas	C:	N:	NA:	
	Espesor del recubrimiento	C:	N:	NA:	
	Amarre de las varillas de refuerzo	C:	N:	NA:	
Anclajes (pines de anclaje y/o pernos de anclaje)	Diámetro de elementos de anclaje	C:	N:	NA:	
	Cantidad de anclajes	C:	N:	NA:	
	Longitud total del anclaje	C:	N:	NA:	
	Longitud de desarrollo (Nuevo Elemento de concreto)	C:	N:	NA:	
	Profundidad de instalación (Existente elemento de concreto existente)	C:	N:	NA:	
	Diametro del agujero para los anclajes	C:	N:	NA:	
	Limpieza de los orificios de los anclajes	C:	N:	NA:	
	Limpieza de la superficie	C:	N:	NA:	
Elementos de concreto reforzado (Existente)	Dimensión de la sección del elemento	C:	N:	NA:	
	Longitud/Altura	C:	N:	NA:	
	Remoción de acabados existentes	C:	N:	NA:	
	Condicion de la escarificación del concreto	C:	N:	NA:	
Elemento de concreto (nuevo)	Medidas del encofrado	C:	N:	NA:	
	Superficie adecuada del encofrado	C:	N:	NA:	
Grout sin contraccion	Recubrimiento/Espesor	C:	N:	NA:	
	Dimensiones del encofrado	C:	N:	NA:	
	Colocación del grout	C:	N:	NA:	

Descripción		Inspección para Validacion de Resultados **C:** Cumple con las especificaciones del diseño / **N:** No cumple con las especificaciones del diseño / **NA:** No Aplica			Observaciones
Arriostramiento del marco de acero					
Marco estructural	Distancia entre la superficie de la columna o viga	C:	N:	NA:	
Acero	Tipo de perfil de acero	C:	N:	NA:	
	Tipo de arriostramiento de acero	C:	N:	NA:	
	Espesor de la placa de conexión	C:	N:	NA:	
	Posición de instalación	C:	N:	NA:	
Conexión con pernos	Tipos de unión por tornillos	C:	N:	NA:	
	Cantidad de pernos	C:	N:	NA:	
	Tamaño de la placa de juntas	C:	N:	NA:	
	Espesor de la placa de conexión	C:	N:	NA:	
	Medidas del pemo	C:	N:	NA:	
	Tamaño del orificio para el perno	C:	N:	NA:	
Soldadura	Posición	C:	N:	NA:	
	Calidad de soldadura	C:	N:	NA:	
	Tipo de soldadura	C:	N:	NA:	
	Sección del cordón	C:	N:	NA:	
	Longitud del cordón (relleno y acabado)	C:	N:	NA:	
Perno tipo stud	Dimensión de la stud	C:	N:	NA:	
	Dimensión de la cabeza	C:	N:	NA:	
	Calidad de la soldadura (incluido el ángulo)	C:	N:	NA:	
	Longitud	C:	N:	NA:	
	Distancia entre studs	C:	N:	NA:	
	Longitud de empalme solapado con espárrago de cabeza y anclaje químico	C:	N:	NA:	
Anclajes	Dimensión del ancla	C:	N:	NA:	
	Distancia entre ancla	C:	N:	NA:	
	Dimensión del ancla con cabeza	C:	N:	NA:	
	Espacio libre de la posición de instalación	C:	N:	NA:	
	Desarrollo y longitud total del anclaje	C:	N:	NA:	
	Tamaño de la tuerca	C:	N:	NA:	
Varilla	Diámetro de varilla	C:	N:	NA:	
	Número de varillas de acero de refuerzo	C:	N:	NA:	
	Diametro de refuerzo a flexión	C:	N:	NA:	
	Longitud de desarrollo	C:	N:	NA:	
	Distribución de estribos	C:	N:	NA:	
	Separación entre estribos	C:	N:	NA:	
	Longitud del gancho/Longitud del estribo	C:	N:	NA:	
Grout sin contraccion	Espesor de recubrimiento/Espesor	C:	N:	NA:	
	Dimensiones del encofrado	C:	N:	NA:	
	Colocación del grout	C:	N:	NA:	
	Calidad del grout colado	C:	N:	NA:	
Elementos del concreto reforzado (Existente)	Dimensión de la sección del elemento	C:	N:	NA:	
	Longitud/Altura	C:	N:	NA:	
	Remoción de acabados existentes (estado)	C:	N:	NA:	
	Escarificación del concreto (estado)	C:	N:	NA:	

Descripción		Inspección para Validacion de Resultados **C:** Cumple con las especificaciones del diseño / **N:** No cumple con las especificaciones del diseño / **NA:** No Aplica			Observaciones
Pared de concreto de reforzado					
Corte estructural	Posición	C:	N:	NA:	
	Tipo del corte	C:	N:	NA:	
	Tamaño del corte	C:	N:	NA:	
Muro de concreto reforzado	Espesor del concreto reforzado	C:	N:	NA:	
	Estado del concreto reforzado (grietas u otros daños)	C:	N:	NA:	
Varilla existente	Estado de las varillas (sin daños)	C:	N:	NA:	
Envoltura con fibra de carbono					
Fibra de carbono	Condición de envoltura	C:	N:	NA:	
	Tamaño de vuelta	C:	N:	NA:	
	Espesor y ancho de la fibra de carbono	C:	N:	NA:	
	Ubicación de la fibra	C:	N:	NA:	
	Direccion de instalacion de la fibra	C:	N:	NA:	
	Longitud de Traslapes y su ubicación	C:	N:	NA:	
	La instalación de la fibra de carbono sigue las especificaciones del fabricante y esta de acuerdo a las especificaciones del diseño	C:	N:	NA:	
Estructura existente (elemento a intervenir)	Dimensión de la sección del elemento	C:	N:	NA:	
	Longitud/Altura	C:	N:	NA:	
	Remoción de acabados existentes (estado)	C:	N:	NA:	
	Estado de la escarificación del concreto	C:	N:	NA:	
	Redondeo de aristas	C:	N:	NA:	
Refuerzo de fundaciones					
Planos	Ubicación de columnas y vigas de fundacione.	C:	N:	NA:	
Longitudinal varilla	Diámetro de varilla	C:	N:	NA:	
	Número de varillas de acero de refuerzo	C:	N:	NA:	
	Diametro de refuerzo a flexión	C:	N:	NA:	
	Longitud de desarrollo	C:	N:	NA:	
	Longitud de empalme	C:	N:	NA:	
	Colocación del empalme	C:	N:	NA:	
	Empalme ángulo de flexión Relación de longitud de doblez y diámetro de varilla	C:	N:	NA:	
Estribos/ganchos	Diámetro de varilla	C:	N:	NA:	
	Separación entre estribos	C:	N:	NA:	
	Distribución de estribos	C:	N:	NA:	
	Longitud del gancho/Longitud del estribo	C:	N:	NA:	
	Longitud de desarrollo	C:	N:	NA:	
	Diametro de refuerzo a flexión	C:	N:	NA:	
General	Disposición de varilla	C:	N:	NA:	
	Espacio libre entre varillas	C:	N:	NA:	
	Espesor del recubrimiento de concreto	C:	N:	NA:	
	Amarre de las varillas de refuerzo	C:	N:	NA:	
Elemento de concreto	Medidas del encofrado	C:	N:	NA:	
	Superficie adecuada del encofrado	C:	N:	NA:	
Zapatas	Posición	C:	N:	NA:	

Descripción		Inspección para Validacion de Resultados **C:** Cumple con las especificaciones del diseño / **N:** No cumple con las especificaciones del diseño / **NA:** No Aplica			Observaciones
	Diámetro de varilla	C:	N:	NA:	
	Número de varillas de acero de refuerzo	C:	N:	NA:	
	Diametro de refuerzo a flexión	C:	N:	NA:	
	Colocación del empalme	C:	N:	NA:	
	Separación entre estribos	C:	N:	NA:	
	Disposición de varilla	C:	N:	NA:	
	Espacio libre entre varillas	C:	N:	NA:	
	Amarre de las varillas de refuerzo	C:	N:	NA:	
	Recubrimiento del acero en areas con contacto al suelo	C:	N:	NA:	
	Dimensiones del encofrado (dimensiones del elemento a colar)	C:	N:	NA:	
Elementos del concreto reforzado (Existente)	Dimensión de la sección del elemento	C:	N:	NA:	
	Longitud/Altura	C:	N:	NA:	
	Remoción adecuada de acabados existentes	C:	N:	NA:	
	Estado de la escarificación del concreto	C:	N:	NA:	
Anclajes quimico	Diámetro de elementos de anclaje/pines	C:	N:	NA:	
	Número de anclajes/pines/Distancia entre ancla	C:	N:	NA:	
	Longitud total del anclaje	C:	N:	NA:	
	Longitud de desarrollo (Nuevo Elemento de hormigón)	C:	N:	NA:	
	Profundidad de instalación (En el elemento de concreto existente)	C:	N:	NA:	
	Tamaño de la tuerca	C:	N:	NA:	
	Limpieza en los orificios de los anclajes	C:	N:	NA:	
	Limpieza de la superficie	C:	N:	NA:	
Suelo					
Excavación	Profundidad	C:	N:	NA:	
	Superficie (tamaño)	C:	N:	NA:	
Compactación	Capacidad de carga	C:	N:	NA:	
Subsuelo, base de cimentación	Capacidad de carga	C:	N:	NA:	
Mejorando	Tipo de mejora del suelo (tratamiento/restitucion)	C:	N:	NA:	
	Propiedades del tratamiento del suelo.	C:	N:	NA:	
	Capacidad de carga	C:	N:	NA:	
Pilotes	Tipos de la pilote prefabricado	C:	N:	NA:	
	Propiedades de la pilote	C:	N:	NA:	
	Diametro	C:	N:	NA:	
	Longitud	C:	N:	NA:	
	Resultado de la prueba de resistencia*	C:	N:	NA:	

*

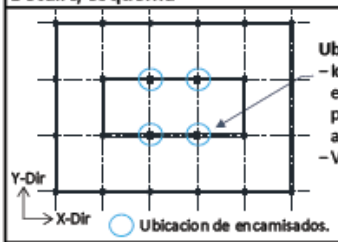
** Está disponible para confirmar certificaciones (informes de pruebas de laminación, certificados de pruebas de laminación) en lugar de resultados de pruebas de materiales.

- **Detalles del elemento a inspeccionar.**

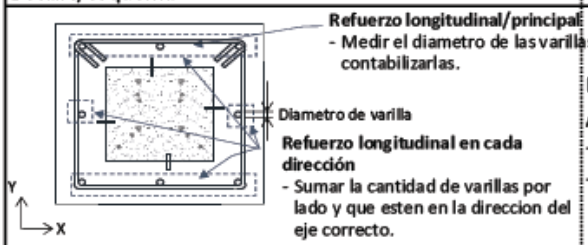
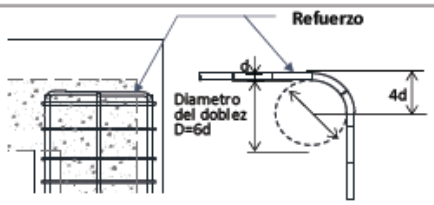
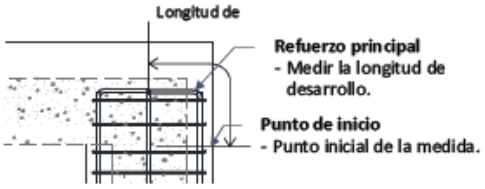
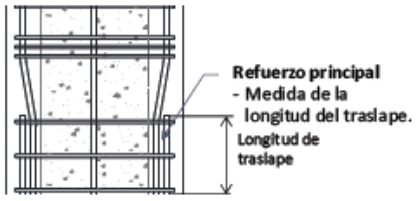
  I. Encamisado de columna con CR.

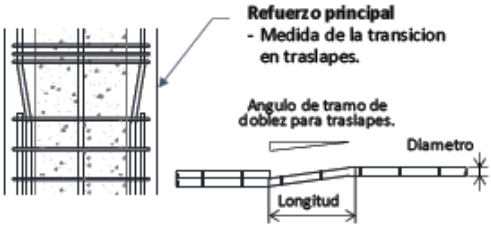
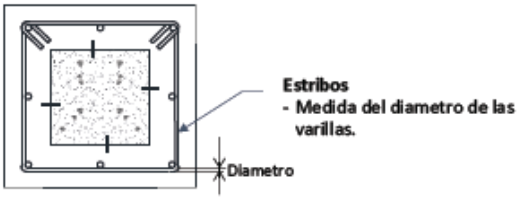
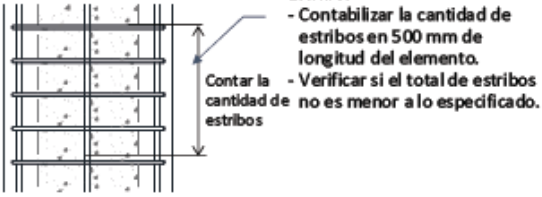
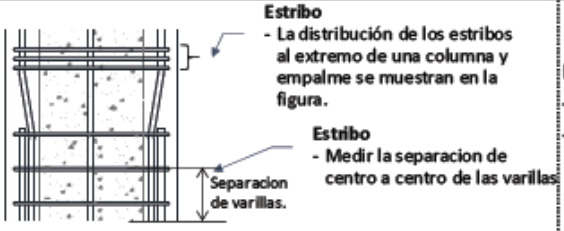
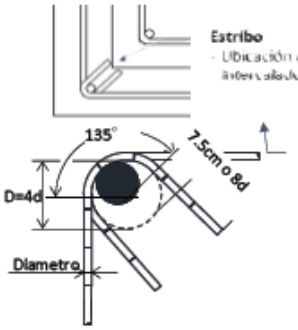
I. Encamisado de columna de Concreto Reforzado

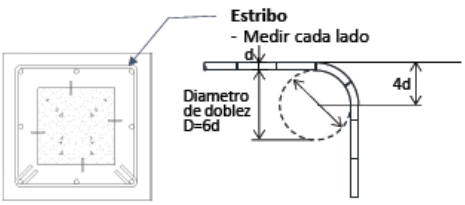
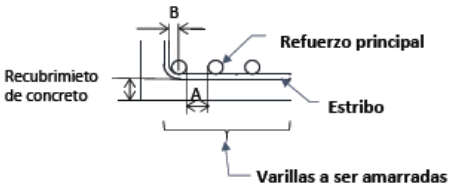
Planta de ubicación

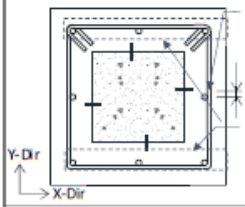
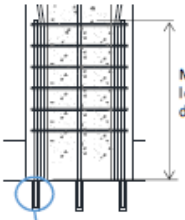
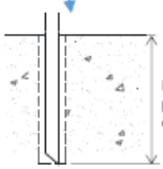
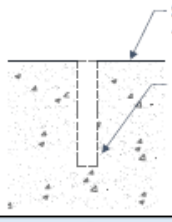
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Plano** -Ubicación de elementos	

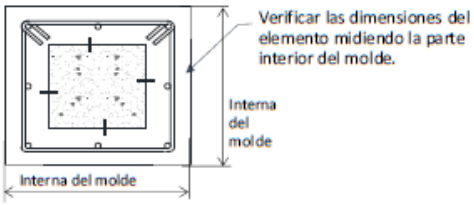
Refuerzo (nuevo)

Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Refuerzo longitudinal /principal** -Diametro -Cantidad de varillas	Si existe una diferencia en la cantidad de varillas en direccion X o direccion Y, se debe de confirmar la ubicación de la columna y su ejes.
	**Refuerzo longitudinal /principal** -Diametro del doblez	
	**Refuerzo principal** -Longitud de desarrollo.	La longitud de desarrollo es calculada según el diametro de la varilla.
	**Refuerzo principal** -longitud del traslape.	La longitud de traslape es calculada con el diametro menor de las varillas traslapas.

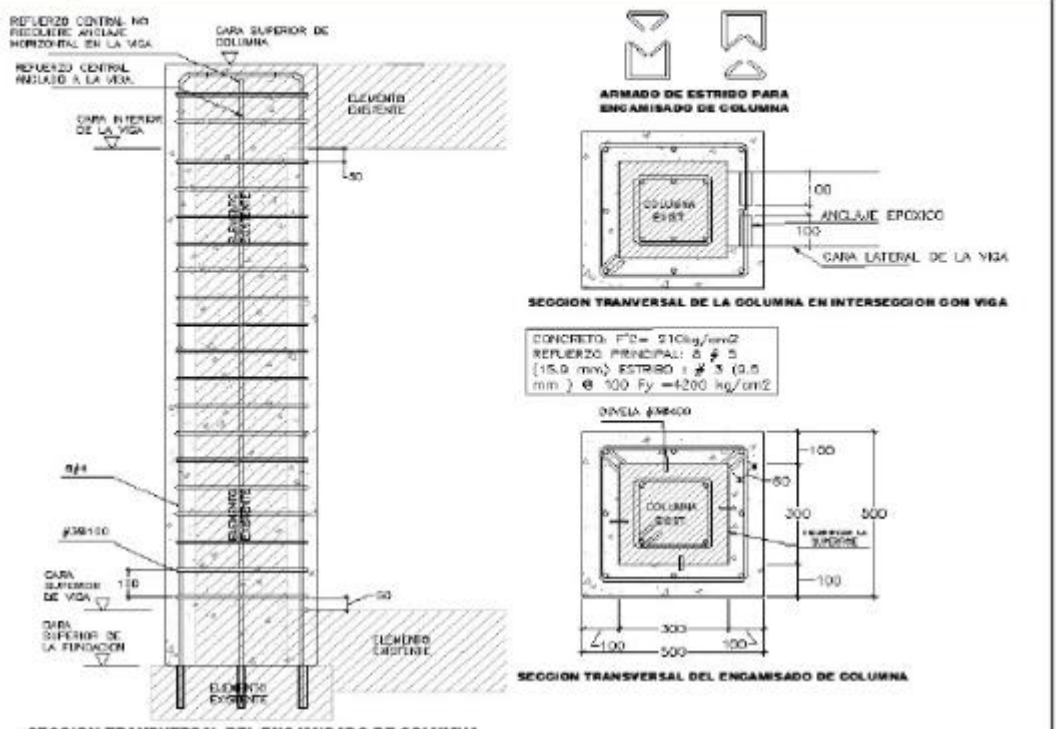
	Refuerzo principal -Ubicación del traslape.	
	**Refuerzo principal** -Angulo de doblez para Traslapes	Se recomiendan angulos pequeños.
	**Estribos** -Diametro	.
	**Estribo** -Paso	
	**Estribo** -Separacion de estribo -Distribución	Referencia: ACI Estribo, el menor de ±3 plg o ±1 plg por pie del ancho menor de la columna.
	**Estribo** -Longitud D - Longitud de desarrollo -Longitud del gancho	Ubicación del gancho

	**Estribo** -Diametro de doblez	
	**General** -Distribucion -Separacion de refuerzos -Espesor de recubrimiento -Condiciones de los amarres	
 	General -Condicion de las varillas de refuerzo - Limpieza del area con armaduria.	Antes del colado de concreto, la superficie de las varillas deben de estar limpias de polvo, corrosion lechada y rebabas de concreto.

Anclajes		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Varillas ancladas** -Diametro -Cantidad de anclajes	
	**Varillas ancladas** -Long. De desarrollo.	(Cuidado) Si la longitud de las varillas ancladas es mucho mayor a la requerida según diseño, entonces se debe de verificar la profundidad anclada.
	**Dvarilla anclada** -Profundidad de anclaje	Consultar reportes.
	**Condicion del agujero para anclaje** -Remover el polvo y residuos dentro del agujero -Limpieza de la superficie	Se deben limpiar los residuos sobre la superficie concreto.

Elementos de concreto (Nuevo)		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Elemento estructural** -Dimensiones del molde (anchos y profundidad)	
	Elemento estructural -Superficie del molde	Antes del colado, la superficie del acero de refuerzo y del molde deben de estar limpias y libres de cualquier residuo y basura.

Detalles tipicos del reforzamiento



Fotografia de referencia para el reforzamiento

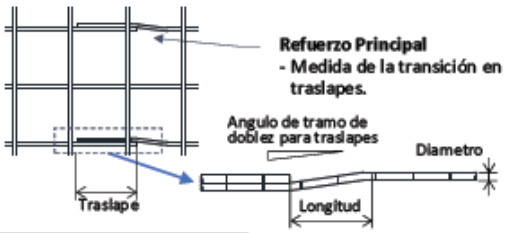
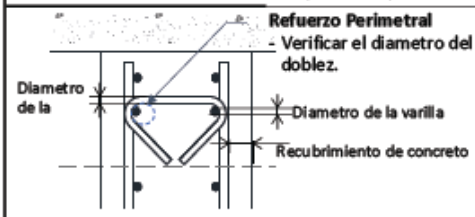
II. Pared de concreto reforzado.

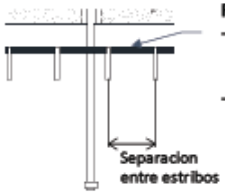
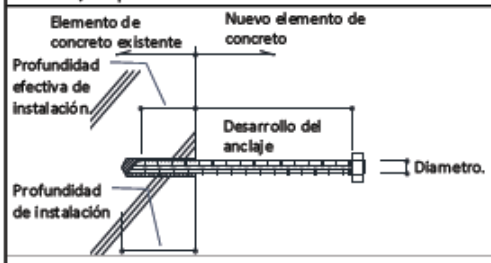
III. Instalacion de la pared de cortante de concreto reforzado.

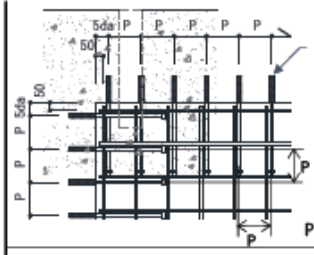
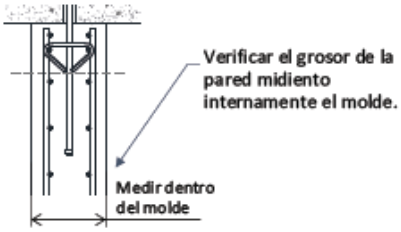
Planta de ubicación

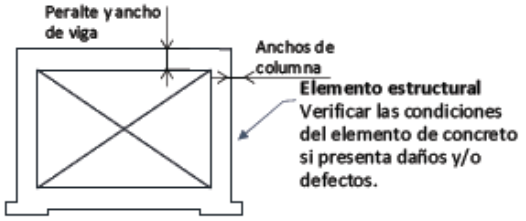
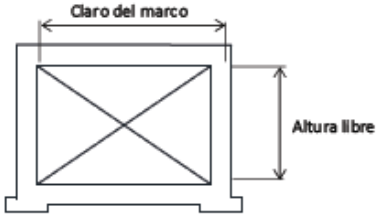
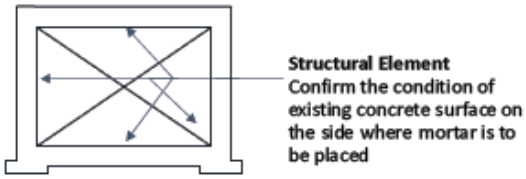
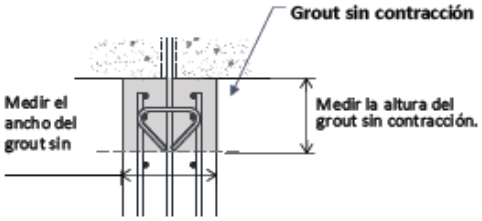
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	Plano -Ubicación	

Refuerzo (nuevo)

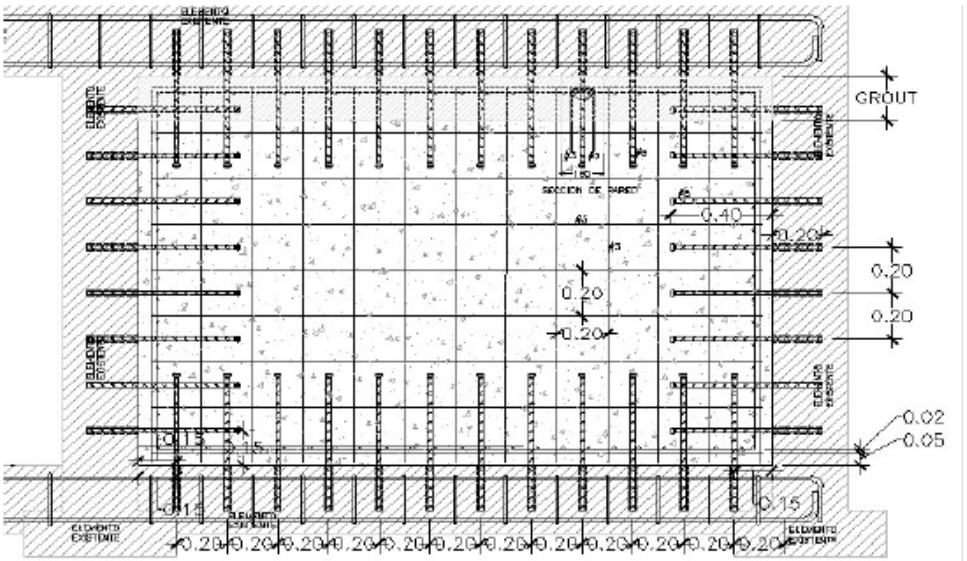
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	Refuerzo principal -Diametro - Espesor del recubrimiento de concreto	
	Refuerzo principal -Espaciamiento/ separación entre varillas.	
	**Refuerzo Principal** -Longitud de doblez -Angulo de doblez - Longitud de traslape	-La longitud de traslape es calculada con el diametro menor de las varillas traslapas. -Se recomiendan angulos pequeños.
	**Refuerzo perimetral** -Diametro -Diametro de doblez -Espesor del recubrimiento de concreto	

	**Refuerzo perimetral** -Espaciamiento/ separación entre varillas.	
 	General -Condicion de las varillas de refuerzo - Limpieza del area con armaduria.	Antes del colado de concreto, la superficie de las varillas deben de estar limpias de polvo, corrosion lechada y rebabas de concreto.
Anclajes		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Anclaje** -Diametro de anclaje -Desarrollo, profundidad de anclaje y longitud total del anclaje.	(Cuidado) Si la longitud de las varillas ancladas es mucho mayor a la requerida según diseño, entonces se debe de verificar la profundidad anclada.
	Varillas de anclaje -Profundidad de instalación.	Consultar reportes.
	Condicion del agujero para anclaje -Remover el polvo y residuos dentro del agujero -Limpieza de la superficie	Se deben limpiar los residuos sobre la superficie concreto.

 **Varilla de anclaje** Contabilizar la cantidad de varillas en 500 mm de longitud del elemento. Verificar si el total de varillas no es menor a lo especificado. P: Distancia entre anclajes	**Varilla de anclaje** -Espaciamiento/ separación entre varillas.	
	Varilla de anclaje -Dimensiones de la cabeza del anclaje. (Tamaño de la tuerca)	Para referencia: En la regulación japonesa la cantidad de pasos de rosca sobresaliente son 3, pero esto se debe de consultar con el ingeniero estructurista del proyecto.
Elemento de concreto (nuevo)		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Elemento estructural** -Dimensiones del encofrado. (Grosor de la pared)	
 Superficie del molde - Es necesario seleccionar el tipo y material del molde segun el acabado del concreto terminado. - Para el caso de paredes de cortante se recomienda metalico.	**Elemento estructural** -Superficie del molde	Antes del colado, la superficie del acero de refuerzo y del molde deben de estar limpias y libres de cualquier residuo y basura.

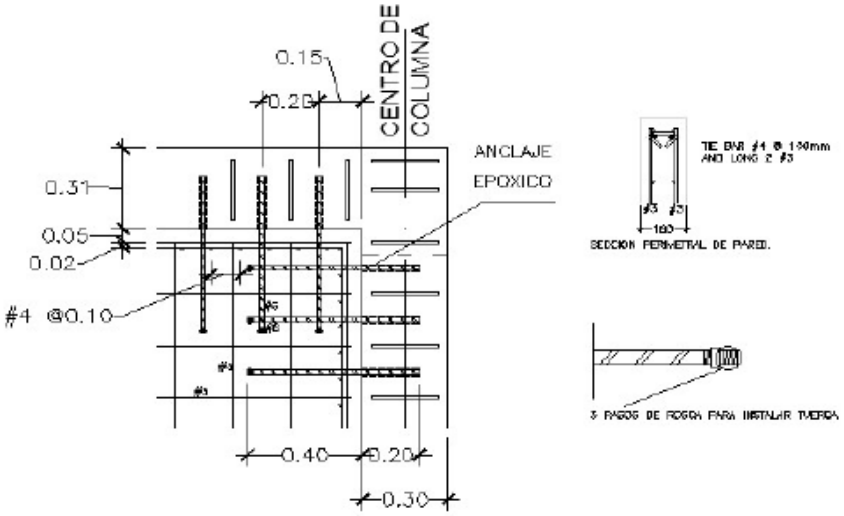
Marco estructural (Elemento estructural existente)		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Marco estructural (Elemento estructural existente)** -Dimensiones de los elementos. Anchos y peraltes. -Condiciones.	
	**Marco estructural (Elemento estructural existente)** -Claro y altura libre del marco	
	**Structural Element** -Finishing Remove Condition -Concrete Chipping Condition	The finishing on the concrete face is removed and the concrete surface is chipping up to 50mm or till the cover crete, and the sound substrate is reached.
Grout sin contracción.		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Grout sin contracción** -Recubrimiento del grout. -Tamaño interno del molde. -Calidad del Grout colado (despues del colado)	Los materiales nocivos en las varillas pueden afectar la adherencia como suciedad, grasas, lechadas u otros, estos deben de ser removidos antes de la colocación del concreto.

Detalles tipicos del reforzamiento 1/2



ELEVACION DE REFORZAMIENTO

Detalles tipicos del reforzamiento 2/2

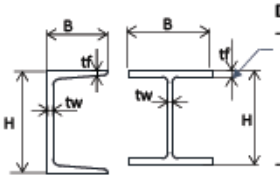
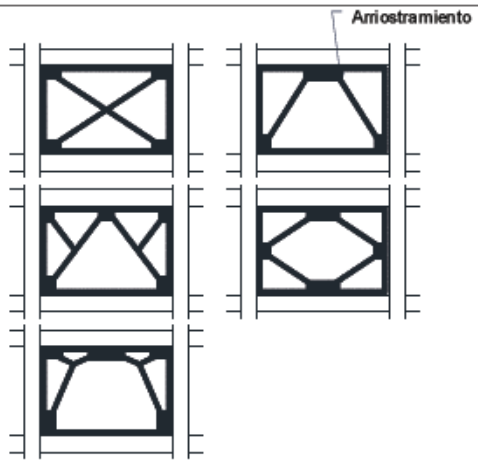
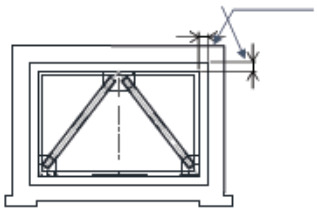


DETALLES

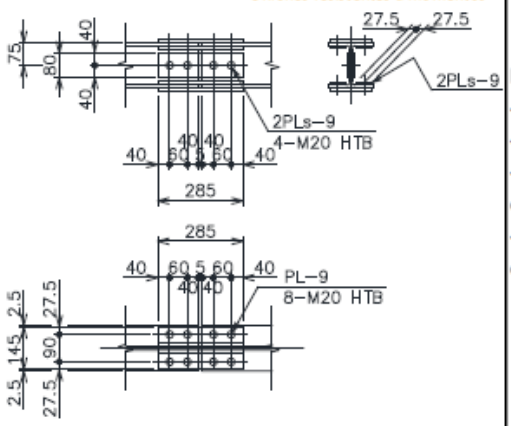
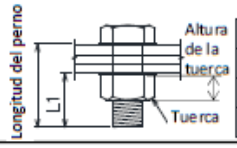
Fotografia de referencia para el reforzamiento

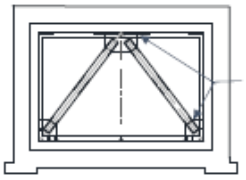
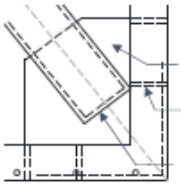
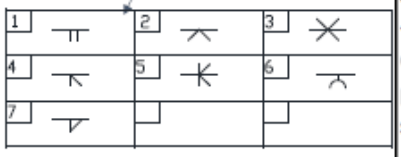
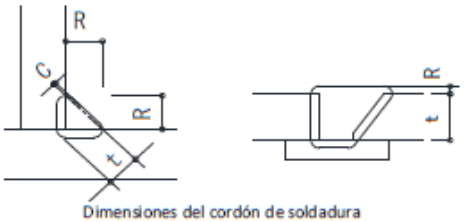
III. Arriostramiento metálico

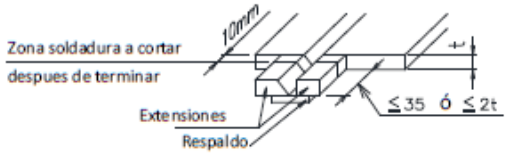
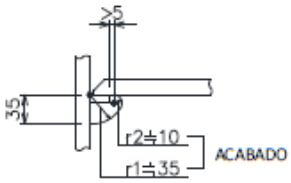
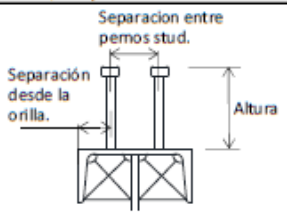
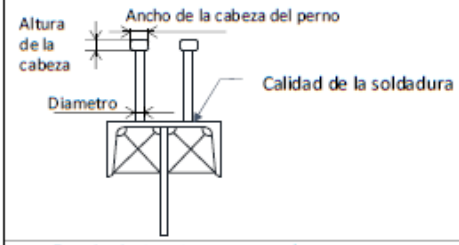
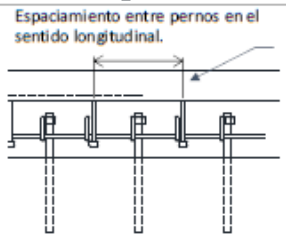
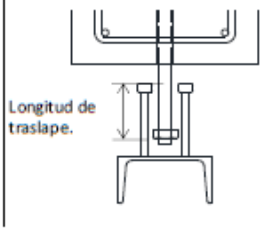
Las verificaciones para las varillas de acero de refuerzo estan incluidas pero no limitadas a:

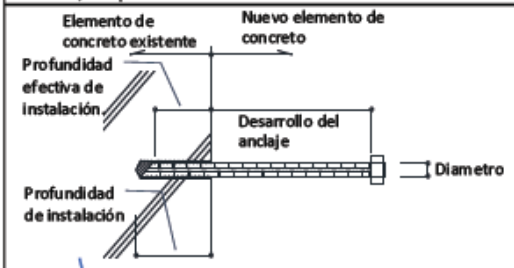
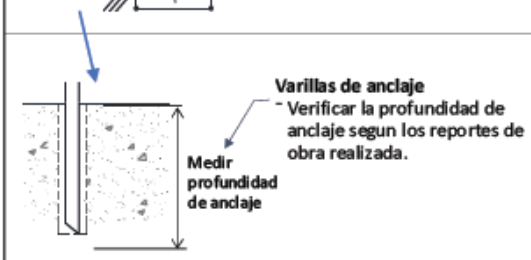
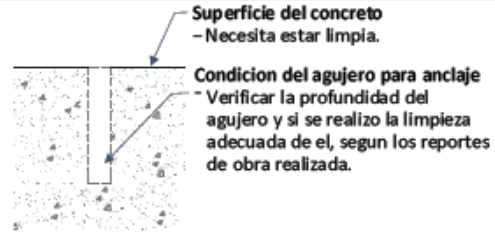
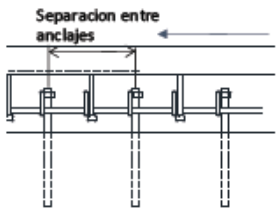
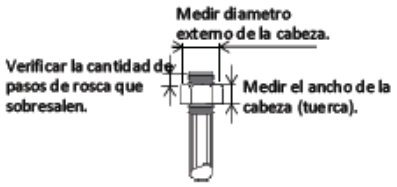
V. Arriostramiento Metálico		
Planta de ubicación		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	Plano -Ubicación	
Perfiles metalicos		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
 **Dimensiones del perfil** – Verificar si las dimensiones del perfil metalico estan bajo norma (ASTM) y de acuerdo a los planos de diseño. – Medición de alabeo e inclinación del patin. ASTM A6 Tabla A1.16	**Perfiles metálicos** -Tipo de sección. -Forma y tamaño de los elementos.	
	**Arriostramiento metálico** -Tipo(forma) del arriostramiento metalico.	
	**Arriostramiento metálico** -Posicion instalada.	

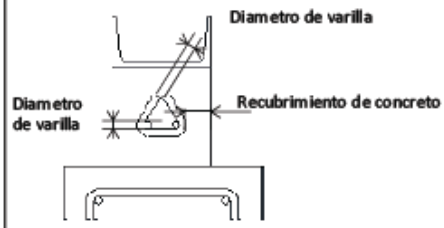
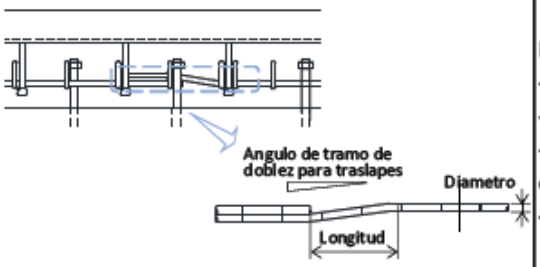
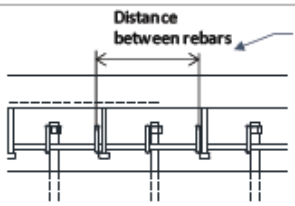
Conexiones apernadas

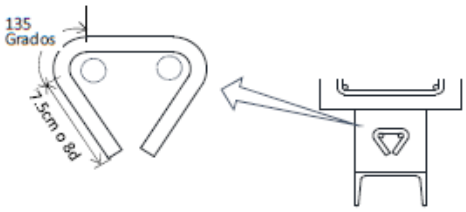
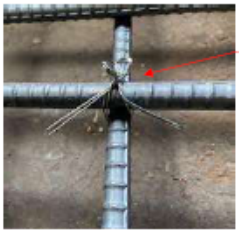
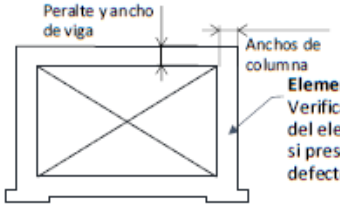
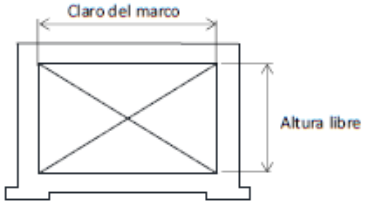
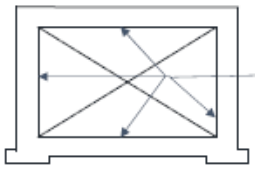
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
-Conector de cortante -Conector de cortante doble. -Conector de momento. Ejemplo: W150x150x29.8 Uniones resistentes a momentos  	**Conexiones para metal.** -Tipos de uniones. **Detalles de conexión** -Tipo de perno -Cantidad de pernos -Dimensiones de la placa de conexión. -Espesor de la placa de conexión.	
Ejemplo: PERNO DE ALTA RESISTENCIA TAMAÑO DEL AGUJERO (UNIT: mm) Tamaño del perno: M16, M20, M22, M24 Agujero: ø18, ø22, ø24, ø26	**Detalles de conexión.** -Medida del agujero.	
Ejemplo: PERNO DE ALTA RESISTENCIA LONGITUD DEL PERNO (UNIT: mm)  Medida: M12, M16, M20 L1: 20, 26, 30	**Detalles de conexión.** -Dimensiones del perno.	

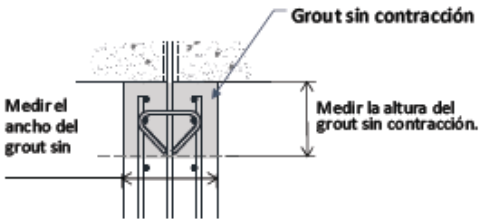
Soldadura		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
 Conexión con soldadura	**Conexión soldada** -Ubicación	
 Espesor y dimensiones de la placa de conexión Espesor de placa atiezadora Espesor de placa terminación	**Conexión soldada** -Espesor y dimensiones de placa de conexión. -Detalle de cada placa de conexión.	
Simbologia segun tipo de union con soldadura (AISC) 1-Cuadrada 2-V sencilla 3-V doble 4-Bisel sencillo 5-Bisel doble 6-U sencilla 7-Filete  SImbologia para identificación de soldadura.	**Soldadura** -Tipo union con soldadura (verificar planos de diseño para simbologia y tipos de soldadura a implementar)	
 Dimensiones del cordón de soldadura	**Soldadura** -Calidad de soldadura (Incluyendo Prueba ultra sonido) -Dimensiones del cordon de soldadura.	
L :(Longitud efectiva=L-2t) t: espesor del cordon Confirmar la calidad de la soldadura (no se observan defectos)	**Soldadura** -Calidad de soldadura -Longitud de cordon de soldadura (relleno y acabado)	

	**Materiales** -Extensiones laterales de apoyo para soldadura -Respaldo para soldadura	
	**Intersección de uniones con soldadura.** -Maquinado de piezas para permitir la continuidad de los cordones de soldadura.	
Pernos conectores tipo Nelson-Stud		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Perno de cortante** -Longitud del perno -Separacion desde la orilla del perfil.	
	**Perno de cortante** -Diametro del perno -Dimensiones de la cabeza. -Calidad de la soldadura -Angulo.	
 **Pernos de cortante** - Contabilizar la cantidad de pernos en 0.50 m de longitud del elemento. -Verificar si el total de pernos no es menor a lo especificado.	**Penos de cortante** -Espaciamiento entre pernos.	
	**Ubicación instalada de los pernos.** -Longitud de traslape entre pernos de cortante y el elemento de anclaje.	

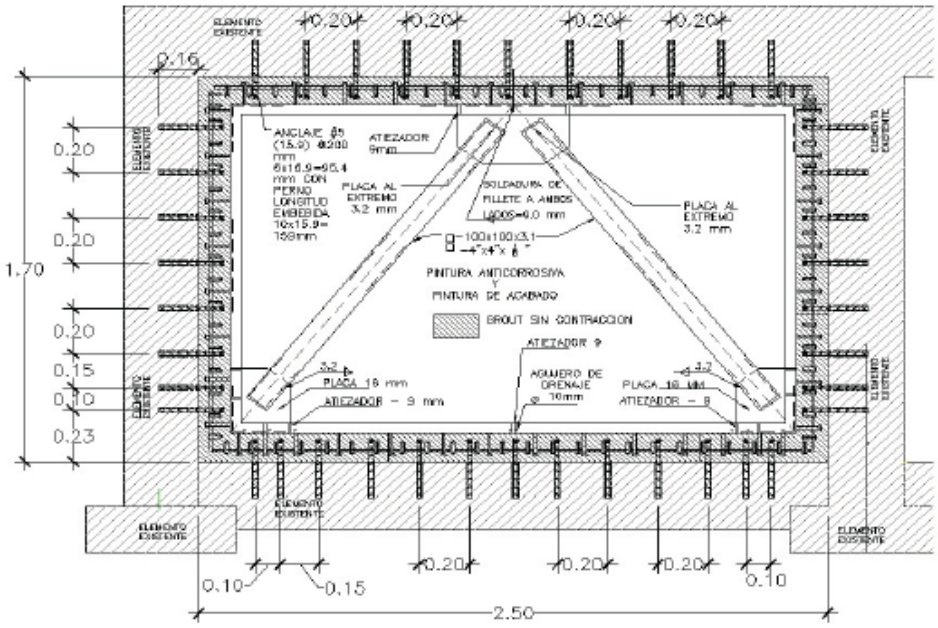
Anclajes		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Anclaje** -Diametro de anclaje -Desarrollo, profundidad de anclaje y longitud total del anclaje.	(Cuidado) Si la longitud de las varillas ancladas es mucho mayor a la requerida según diseño, entonces se debe de verificar la profundidad anclada.
	**Varillas de anclaje** -Profundidad de instalación.	Consultar reportes.
	**Condicion del agujero para anclaje** -Remover el polvo y residuos dentro del agujero -Limpieza de la superficie	Se deben limpiar los residuos sobre la superficie concreto.
	**Varilla de anclaje** -Espaciamiento/ separación entre varillas.	
	**Varilla de anclaje** -Dimensiones de la cabeza del anclaje. (Tamaño de la tuerca)	Para referencia: En la regulación japonesa la cantidad de pasos de rosca sobresaliente son 3, pero esto se debe de consultar con el ingeniero estructurista del proyecto.

Acero de refuerzo (nuevo)		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Refuerzo longitudinal y transversal** -Diametro del refuerzo -Recubrimiento con grout. -Distribución.	
	Refuerzo Perimetral/ Longitudinal -Cantidad de varillas longitudinales.	
	**Refuerzo perimetral** -Diametro -Diametro de doblez -Espesor del recubrimiento de concreto -Longitud de traslapes.	
 **Pernos de cortante** - Contabilizar la cantidad de estribos en 0.50 m de longitud del elemento. -Verificar si el total de estribos no es menor a lo especificado.	**Refuerzo transversal** -Cantidad de estribos -Espaciamiento entre estribos.	

	**Refuerzo transversal** -Longitud del doblez -Longitud del gancho	
 Amarrar adecuadamente las varillas de refuerzo para que estas no se muevan al momento del colado.	**Refuerzo longitudinal y transversal** -Amarre y distribución de varillas.	
Structural Frame (Exsinting Concrete Element)		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
 **Elemento estructural** Verificar las condiciones del elemento de concreto si presenta daños y/o defectos.	**Marco estructural (Elemento estructural existente)** -Dimensiones de los elementos. Anchos y peraltes. -Condiciones.	
	**Marco estructural (Elemento estructural existente)** -Claro y altura libre del marco	
 **Elemento estructural** Verificar las condiciones de la superficie del concreto que estara en contacto con el grout o concreto nuevo.	**Elemento estructural** -Remoción de repello. -Escarificado.	Se retira el acabado de la superficie del elemento hasta que se descubre el sustrato sano de concreto.

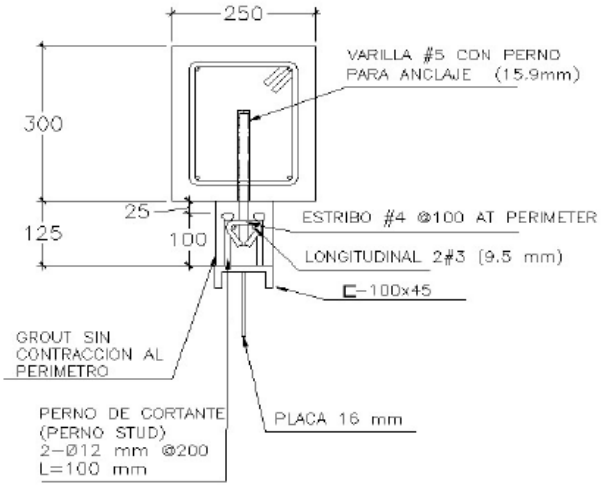
Grout sin contracción		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Grout sin contracción** -Recubrimiento del grout. -Tamaño interno del molde. -Calidad del Grout colado (despues del colado)	Los materiales nocivos en las varillas pueden afectar la adherencia como suciedad, grasas, lechadas u otros, estos deben de ser removidos antes de la colocación del concreto.

Detalles tipicos del reforzamiento 1/2



ELEVACION DE REFORZAMIENTO

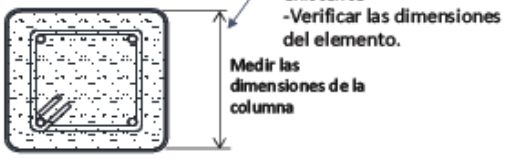
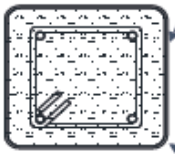
Detalles tipicos del reforzamiento 2/2

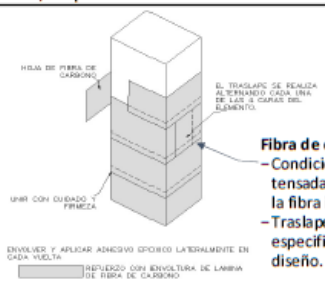
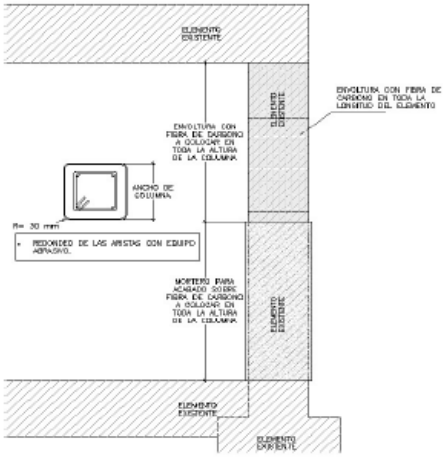
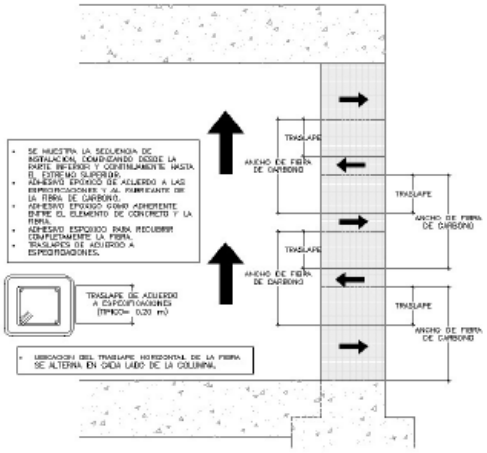


SECCION TRANSVERSAL DE UNION REFORZAMIENTO CON ELEMENTO EXISTENTE.

Fotografia de referencia del reforzamiento

IV. Envoltura con Fibra de Carbono

VII. Envoltura con fibra de carbono.		
Planta de ubicación		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	Plano -Ubicación de elementos	
Elemento estructural existente.		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
	**Elemento estructural existente** -Dimensiones(anchos)	Remover el acabado del elemento para tomar la medida correcta y para obtener una adherencia adecuada de la envoltura.
	Elemento estructural existente -Longitud/altura.	
	**Elemento estructural existente** -Remocion del acabado. -Redondeo de aristas. - Reparacion de grietas y defectos en la superficie del concreto existente.	El acabado sobre la superficie se ha eliminado, descubriendo completamente la superfice de concreto del elemento.

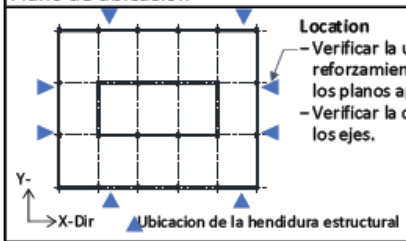
Instalacion de la Fibra de carbono		
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios
 **Fibra de carbono** – Condicion uniforme y tensada (sin arrugas) de la fibra instalada. – Traslapes según especificaciones de diseño.	**Fibra de carbono** -Condicion de la fibra instalada -Longitudes de traslapes (vertival y horizonal).	La ubicacion y disposicion de la fibra asi como los traslapes y el adhesivo epoxico deben de estar de acuerdo a las especificaciones de diseño y compatibles con la fibra de carbono utilizada (tipo y marca). La instalacion de la fibra de carbono debe de seguir las especificaciones del fabricante y estar de acuerdo a las especificaciones del diseño.
Detalles tipicos del reforzamiento		
 *ELEVACION DEL REFORZAMIENTO*	 *SECUENCIA DE INSTALACION*	

Fotografia de referencia del reforzamiento

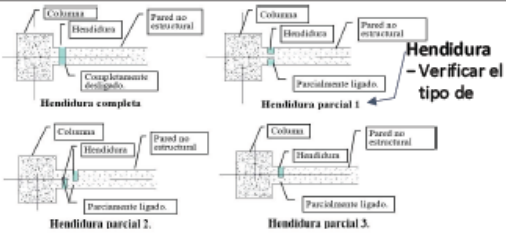
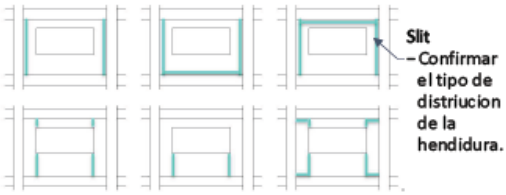
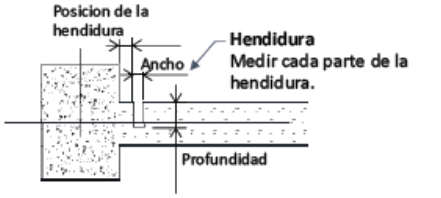
V. Hendidura estructural

VI. Hendidura estructural

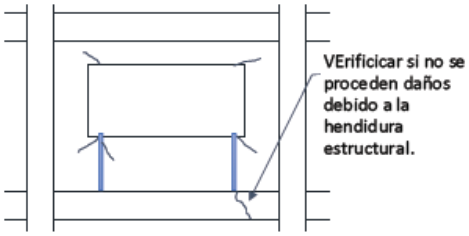
Plano

Plano de ubicación	Descripción	Comentarios
	**Plano** -Ubicación	

Hendidura

Detalle	Descripción	Comentarios
	**Hendidura** -Tipo de seccion de hendidura.	
	**Hendidura** -Tipo de distribucion de la hendidura	
	**Hendidura** -Medicion detallada.	Espesor de la pared de concreto existente.

Existing Concrete Wall

Detalle	Descripción	Comentarios
	**Elemento de concreto existente.** -Verificar si no se presentan grietas o fisuras despues de generar la hendidura estructural.	

Referencias

ACI

ACI 117	Specifications for Tolerances for Concrete Construction and Materials and Commentary
ACI 315	Details and Detailing of Concrete Reinforcement
ACI 318	Building Code Requirements for Structural Concrete
ACI 318R	Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary
ACI 301	Specifications for Structural Concrete
ACI 349	Code Requirements for Nuclear Safety Related Concrete Structures
ACI 355.2	Evaluating the Performance of Post-Installed Mechanical Anchors in Concrete
ACI 355.4	Qualification of Post-Installed Adhesive Anchors in Concrete and Commentary
ACI Standard Practice 211.1	Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete

AISC

AISC 360	Specification for Structural Steel Buildings

ASTM

A6/A6M	Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling
A29/A29M-	Standard Specification for General Requirements for Steel Bars, Carbon and Alloy, Hot-Wrought
A36/A36M	Standard Specification for Carbon Structural Steel
A53	Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless
A108	Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold-Finished
A193/A193M	Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications
A283	Standard Specification for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates
A307	Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs, and Threaded Rod 60 000 PSI Tensile Strength
A325/F325M	Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength (Withdrawn 2016)
A354	Standard Specification for Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts, Studs, and Other Externally Threaded Fasteners

A370	Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
A449	Standard Specification for Hex Cap Screws, Bolts and Studs, Steel, Heat Treated, 120/105/90 ksi Minimum Tensile Strength, General Use
A490/ A490M	Standard Specification for Hex Cap Screws, Bolts and Studs, Steel, Heat Treated, 120/105/90 ksi Minimum Tensile Strength, General Use
A496	Standard Specification for Steel Wire, Deformed, for Concrete Reinforcement
A500	Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes
A513/A513M	Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Carbon and Alloy Steel Mechanical Tubing
A563/A563M	Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts (Inch and Metric)
A572/A572M	Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel
A573/A573M	Standard Specification for Structural Carbon Steel Plates
A588/A588M	
A615/ A615M	Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement
A706/ A706M	Standard Specification for Low-Alloy Steel Deformed and Plain Bars for Concrete Reinforcement
A775/A775M	Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars
A913	
A934/A934M	Standard Specification for Epoxy-Coated Prefabricated Steel Reinforcing Bars
A767/ A767M	Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Bars for Concrete Reinforcement
A955/ A955M	Standard Specification for Deformed and Plain Stainless-Steel Bars for Concrete Reinforcement
A970/A970M	Standard Specification for Headed Steel Bars for Concrete Reinforcement
A996/A996M	Standard Specification for Rail-Steel and Axle-Steel Deformed Bars for Concrete Reinforcement
C31	Making and Curing Concrete Compressive and Flexural Strength Test Specimens in the Field.
C33	Specification for Concrete Aggregates.
C39	Test for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
C42	Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete.
C87	Test for Effect of Organic Impurities in Fine Aggregate on Strength of Mortar.
C94/C94M	Standard Specification for Ready-Mixed Concrete
C136	Test for Sieve or Screen Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
C138/C138M	Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete -- eLearning Course
C143	Test for Slump of Portland cement Concrete.

C150	Specification for Portland cement.
C172	Sampling Fresh Concrete.
C173/C173M	Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method -- eLearning Course
C231/ C231M	Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method
C309	Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete
C494	Specification for Chemical Admixtures for Concrete.
C979	Standard Specification for Pigments for Integrally Colored Concrete
C1107/C1107M	Standard Specification for Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout (Nonshrink)
C1064/C1064M	Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic Cement Concrete -- eLearning Course
D610	Standard Practice for Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces
D1751	Specification for Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction (No extruding and Resilient Bituminous Types).
D1850	Specification for Concrete Joint Sealer, Cold- Application Type.
E8/E8M	Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials
F436 / F436M	Standard Specification for Hardened Steel Washers Inch and Metric Dimensions
F568/F568M	Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Externally Threaded Metric Fasteners (Withdrawn 2012)
F844	Standard Specification for Washers, Steel, Plain (Flat), Unhardened for General Use
F959 / F959M	Standard Specification for Compressible-Washer-Type Direct Tension Indicators for Use with Structural Fasteners, Inch and Metric Series
F1554	Standard Specification for Anchor Bolts, Steel, 36, 55, and 105-ksi Yield Strength
F1852	Standard Specification for “Twist Off” Type Tension Control Structural Bolt/Nut/Washer Assemblies, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength
F2280	Standard Specification for “Twist Off” Type Tension Control Structural Bolt/Nut/Washer Assemblies, Steel, Heat Treated, 150 ksi Minimum Tensile Strength
F3125/ F3125M	Standard Specification for High Strength Structural Bolts and Assemblies, Steel and Alloy Steel, Heat Treated, Inch Dimensions 120 ksi and 150 ksi Minimum Tensile Strength, and Metric Dimensions 830 MPa and 1040 MPa Minimum Tensile Strength
F3148	Standard Specification for High Strength Structural Bolt Assemblies, Steel and Alloy Steel, Heat Treated, 144ksi Minimum Tensile Strength, Inch Dimensions

AWS

D1.1	Structural Welding Code—Steel
D1.6	Structural Welding Code—Stainless Steel
D1.4/D1.4M:2010	Structural Welding Code — Reinforcing Steel
D1.5M/D1.5	BRIDGE WELDING CODE

ASME

B18.2.6M	Metric Fasteners for Use in Structural Applications

ANSI

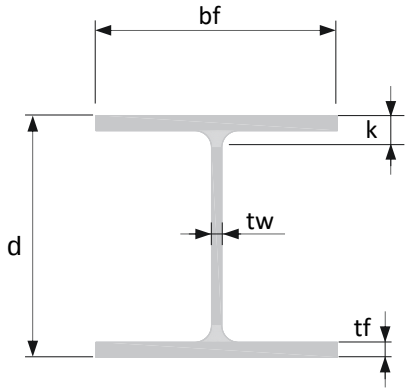
B.27.4	

JASS

JASS 6	Structural Steelwork Specification for Building Construction

■ Tablas de perfiles metálicos

I. Perfil W (ASTM A36 o A992)



Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 4x13	W 100x19.3	13.0 (19.3)	4.16 (106)	4.06 (103)	0.280 (7.11)	0.345 (8.76)	0.750 (19.1)
W 5x19	W 130x28.1	19.0 (28.1)	5.15 (131)	5.03 (128)	0.270 (6.86)	0.430 (10.9)	0.813 (20.6)
W 5x16	W 130x23.8	16.0 (23.8)	5.01 (127)	5.00 (127)	0.240 (6.10)	0.360 (9.14)	0.750 (19.1)
W 6x25	W 150x37.1	25.0 (37.1)	6.38 (162)	6.08 (154)	0.320 (8.13)	0.455 (11.6)	0.938 (23.8)
W 6x20	W 150x29.8	20.0 (29.8)	6.20 (157)	6.02 (153)	0.260 (6.60)	0.365 (9.27)	0.875 (22.2)
W 6x15	W 150x22.5	15.0 (22.5)	5.99 (152)	5.99 (152)	0.230 (5.84)	0.260 (6.60)	0.750 (19.1)
W 6x16	W 150x24	16.0 (24.0)	6.28 (160)	4.03 (102)	0.260 (6.60)	0.405 (10.3)	0.875 (22.2)
W 6x12	W 150x18	12.0 (18.0)	6.03 (153)	4.00 (102)	0.230 (5.84)	0.280 (7.11)	0.750 (19.1)
W 6x9	W 150x13.5	9.00 (13.5)	5.90 (150)	3.94 (100)	0.170 (4.32)	0.215 (5.46)	0.688 (17.5)
W 6x8.5	W 150x13	8.50 (13.0)	5.83 (148)	3.94 (100)	0.170 (4.32)	0.195 (4.95)	0.688 (17.5)
W 8x67	W 200x100	67.0 (100)	9.00 (229)	8.28 (210)	0.570 (14.5)	0.935 (23.7)	1.625 (41.3)
W 8x58	W 200x86	58.0 (86.0)	8.75 (222)	8.22 (209)	0.510 (13.0)	0.810 (20.6)	1.500 (38.1)
W 8x48	W 200x71	48.0 (71.0)	8.50 (216)	8.11 (206)	0.400 (10.2)	0.685 (17.4)	1.375 (34.9)
W 8x40	W 200x59	40.0 (59.0)	8.25 (210)	8.07 (205)	0.360 (9.14)	0.560 (14.2)	1.250 (31.8)
W 8x35	W 200x52	35.0 (52.0)	8.12 (206)	8.02 (204)	0.310 (7.87)	0.495 (12.6)	1.188 (30.2)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 8x31	W 200x46.1	31.0 (46.1)	8.00 (203)	8.00 (203)	0.285 (7.24)	0.435 (11.0)	1.125 (28.6)
W 8x28	W 200x41.7	28.0 (41.7)	8.06 (205)	6.54 (166)	0.285 (7.24)	0.465 (11.8)	0.938 (23.8)
W 8x24	W 200x35.9	24.0 (35.9)	7.93 (201)	6.50 (165)	0.245 (6.22)	0.400 (10.2)	0.875 (22.2)
W 8x21	W 200x31.3	21.0 (31.3)	8.28 (210)	5.27 (134)	0.250 (6.35)	0.400 (10.2)	0.875 (22.2)
W 8x18	W 200x26.6	18.0 (26.6)	8.14 (207)	5.25 (133)	0.230 (5.84)	0.330 (8.38)	0.813 (20.6)
W 8x15	W 200x22.5	15.0 (22.5)	8.11 (206)	4.02 (102)	0.245 (6.22)	0.315 (8.00)	0.813 (20.6)
W 8x13	W 200x19.3	13.0 (19.3)	7.99 (203)	4.00 (102)	0.230 (5.84)	0.255 (6.48)	0.750 (19.1)
W 8x10	W 200x15	10.0 (15.0)	7.89 (200)	3.94 (100)	0.170 (4.32)	0.205 (5.21)	0.688 (17.5)
W 10x112	W 250x167	112 (167)	11.4 (290)	10.4 (264)	0.755 (19.2)	1.25 (31.8)	1.938 (49.2)
W 10x100	W 250x149	100 (149)	11.1 (282)	10.3 (262)	0.680 (17.3)	1.12 (28.4)	1.813 (46.0)
W 10x88	W 250x131	88.0 (131)	10.8 (274)	10.3 (262)	0.605 (15.4)	0.990 (25.1)	1.688 (42.9)
W 10x77	W 250x115	77.0 (115)	10.6 (269)	10.2 (259)	0.530 (13.5)	0.870 (22.1)	1.563 (39.7)
W 10x68	W 250x101	68.0 (101)	10.4 (264)	10.1 (257)	0.470 (11.9)	0.770 (19.6)	1.438 (36.5)
W 10x60	W 250x89	60.0 (89.0)	10.2 (259)	10.1 (257)	0.420 (10.7)	0.680 (17.3)	1.375 (34.9)
W 10x54	W 250x80	54.0 (80.0)	10.1 (257)	10.0 (254)	0.370 (9.40)	0.615 (15.6)	1.313 (33.3)
W 10x49	W 250x73	49.0 (73.0)	10.0 (254)	10.0 (254)	0.340 (8.64)	0.560 (14.2)	1.250 (31.8)
W 10x45	W 250x67	45.0 (67.0)	10.1 (257)	8.02 (204)	0.350 (8.89)	0.620 (15.7)	1.313 (33.3)
W 10x39	W 250x58	39.0 (58.0)	9.92 (252)	7.99 (203)	0.315 (8.00)	0.530 (13.5)	1.188 (30.2)
W 10x33	W 250x49.1	33.0 (49.1)	9.73 (247)	7.96 (202)	0.290 (7.37)	0.435 (11.0)	1.125 (28.6)
W 10x30	W 250x44.8	30.0 (44.8)	10.5 (267)	5.81 (148)	0.300 (7.62)	0.510 (13.0)	1.125 (28.6)
W 10x26	W 250x38.5	26.0 (38.5)	10.3 (262)	5.77 (147)	0.260 (6.60)	0.440 (11.2)	1.063 (27.0)
W 10x22	W 250x32.7	22.0 (32.7)	10.2 (259)	5.75 (146)	0.240 (6.10)	0.360 (9.14)	0.938 (23.8)
W 10x19	W 250x28.4	19.0 (28.4)	10.2 (259)	4.02 (102)	0.250 (6.35)	0.395 (10.0)	0.938 (23.8)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 10x17	W 250x25.3	17.0 (25.3)	10.1 (257)	4.01 (102)	0.240 (6.10)	0.330 (8.38)	0.875 (22.2)
W 10x15	W 250x22.3	15.0 (22.3)	9.99 (254)	4.00 (102)	0.230 (5.84)	0.270 (6.86)	0.813 (20.6)
W 10x12	W 250x17.9	12.0 (17.9)	9.87 (251)	3.96 (101)	0.190 (4.83)	0.210 (5.33)	0.750 (19.1)
W 12x336	W 310x500	336 (500)	16.8 (427)	13.4 (340)	1.78 (45.2)	2.96 (75.2)	3.875 (98.4)
W 12x305	W 310x454	305 (454)	16.3 (414)	13.2 (335)	1.63 (41.4)	2.71 (68.8)	3.625 (92.1)
W 12x279	W 310x415	279 (415)	15.9 (404)	13.1 (333)	1.53 (38.9)	2.47 (62.7)	3.375 (85.7)
W 12x252	W 310x375	252 (375)	15.4 (391)	13.0 (330)	1.40 (35.6)	2.25 (57.2)	3.125 (79.4)
W 12x230	W 310x342	230 (342)	15.1 (384)	12.9 (328)	1.29 (32.8)	2.07 (52.6)	2.938 (74.6)
W 12x210	W 310x313	210 (313)	14.7 (373)	12.8 (325)	1.18 (30.0)	1.90 (48.3)	2.813 (71.4)
W 12x190	W 310x283	190 (283)	14.4 (366)	12.7 (323)	1.06 (26.9)	1.74 (44.2)	2.625 (66.7)
W 12x170	W 310x253	170 (253)	14.0 (356)	12.6 (320)	0.960 (24.4)	1.56 (39.6)	2.438 (61.9)
W 12x152	W 310x226	152 (226)	13.7 (348)	12.5 (318)	0.870 (22.1)	1.40 (35.6)	2.313 (58.7)
W 12x136	W 310x202	136 (202)	13.4 (340)	12.4 (315)	0.790 (20.1)	1.25 (31.8)	2.125 (54.0)
W 12x120	W 310x179	120 (179)	13.1 (333)	12.3 (312)	0.710 (18.0)	1.11 (28.2)	2.000 (50.8)
W 12x106	W 310x158	106 (158)	12.9 (328)	12.2 (310)	0.610 (15.5)	0.990 (25.1)	1.875 (47.6)
W 12x96	W 310x143	96.0 (143)	12.7 (323)	12.2 (310)	0.550 (14.0)	0.900 (22.9)	1.813 (46.0)
W 12x87	W 310x129	87.0 (129)	12.5 (318)	12.1 (307)	0.515 (13.1)	0.810 (20.6)	1.688 (42.9)
W 12x79	W 310x117	79.0 (117)	12.4 (315)	12.1 (307)	0.470 (11.9)	0.735 (18.7)	1.625 (41.3)
W 12x72	W 310x107	72.0 (107)	12.3 (312)	12.0 (305)	0.430 (10.9)	0.670 (17.0)	1.563 (39.7)
W 12x65	W 310x97	65.0 (97.0)	12.1 (307)	12.0 (305)	0.390 (9.91)	0.605 (15.4)	1.500 (38.1)
W 12x58	W 310x86	58.0 (86.0)	12.2 (310)	10.0 (254)	0.360 (9.14)	0.640 (16.3)	1.500 (38.1)
W 12x53	W 310x79	53.0 (79.0)	12.1 (307)	10.0 (254)	0.345 (8.76)	0.575 (14.6)	1.375 (34.9)
W 12x50	W 310x74	50.0 (74.0)	12.2 (310)	8.08 (205)	0.370 (9.40)	0.640 (16.3)	1.500 (38.1)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 12x45	W 310x67	45.0 (67.0)	12.1 (307)	8.05 (204)	0.335 (8.51)	0.575 (14.6)	1.375 (34.9)
W 12x40	W 310x60	40.0 (60.0)	11.9 (302)	8.01 (203)	0.295 (7.49)	0.515 (13.1)	1.375 (34.9)
W 12x35	W 310x52	35.0 (52.0)	12.5 (318)	6.56 (167)	0.300 (7.62)	0.520 (13.2)	1.188 (30.2)
W 12x30	W 310x44.5	30.0 (44.5)	12.3 (312)	6.52 (166)	0.260 (6.60)	0.440 (11.2)	1.125 (28.6)
W 12x26	W 310x38.7	26.0 (38.7)	12.2 (310)	6.49 (165)	0.230 (5.84)	0.380 (9.65)	1.063 (27.0)
W 12x22	W 310x32.7	22.0 (32.7)	12.3 (312)	4.03 (102)	0.260 (6.60)	0.425 (10.8)	0.938 (23.8)
W 12x19	W 310x28.3	19.0 (28.3)	12.2 (310)	4.01 (102)	0.235 (5.97)	0.350 (8.89)	0.875 (22.2)
W 12x16	W 310x23.8	16.0 (23.8)	12.0 (305)	3.99 (101)	0.220 (5.59)	0.265 (6.73)	0.813 (20.6)
W 12x14	W 310x21	14.0 (21.0)	11.9 (302)	3.97 (101)	0.200 (5.08)	0.225 (5.72)	0.750 (19.1)
W 14x730	W 360x1086	730 (1090)	22.4 (569)	17.9 (455)	3.07 (78.0)	4.91 (125)	6.188 (157)
W 14x665	W 360x990	665 (990)	21.6 (549)	17.7 (450)	2.83 (71.9)	4.52 (115)	5.813 (148)
W 14x605	W 360x900	605 (900)	20.9 (531)	17.4 (442)	2.60 (66.0)	4.16 (106)	5.438 (138)
W 14x550	W 360x818	550 (818)	20.2 (513)	17.2 (437)	2.38 (60.5)	3.82 (97.0)	5.125 (130)
W 14x500	W 360x744	500 (744)	19.6 (498)	17.0 (432)	2.19 (55.6)	3.50 (88.9)	4.813 (122)
W 14x455	W 360x677	455 (677)	19.0 (483)	16.8 (427)	2.02 (51.3)	3.21 (81.5)	4.500 (114)
W 14x426	W 360x634	426 (634)	18.7 (475)	16.7 (424)	1.88 (47.8)	3.04 (77.2)	4.313 (110)
W 14x398	W 360x592	398 (592)	18.3 (465)	16.6 (422)	1.77 (45.0)	2.85 (72.4)	4.125 (105)
W 14x370	W 360x551	370 (551)	17.9 (455)	16.5 (419)	1.66 (42.2)	2.66 (67.6)	3.938 (100)
W 14x342	W 360x509	342 (509)	17.5 (445)	16.4 (417)	1.54 (39.1)	2.47 (62.7)	3.750 (95.3)
W 14x311	W 360x463	311 (463)	17.1 (434)	16.2 (411)	1.41 (35.8)	2.26 (57.4)	3.563 (90.5)
W 14x283	W 360x421	283 (421)	16.7 (424)	16.1 (409)	1.29 (32.8)	2.07 (52.6)	3.375 (85.7)
W 14x257	W 360x382	257 (382)	16.4 (417)	16.0 (406)	1.18 (30.0)	1.89 (48.0)	3.188 (81.0)
W 14x233	W 360x347	233 (347)	16.0 (406)	15.9 (404)	1.07 (27.2)	1.72 (43.7)	3.000 (76.2)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 14x211	W 360x314	211 (314)	15.7 (399)	15.8 (401)	0.980 (24.9)	1.56 (39.6)	2.875 (73.0)
W 14x193	W 360x287	193 (287)	15.5 (394)	15.7 (399)	0.890 (22.6)	1.44 (36.6)	2.750 (69.9)
W 14x176	W 360x262	176 (262)	15.2 (386)	15.7 (399)	0.830 (21.1)	1.31 (33.3)	2.625 (66.7)
W 14x159	W 360x237	159 (237)	15.0 (381)	15.6 (396)	0.745 (18.9)	1.19 (30.2)	2.500 (63.5)
W 14x145	W 360x216	145 (216)	14.8 (376)	15.5 (394)	0.680 (17.3)	1.09 (27.7)	2.375 (60.3)
W 14x132	W 360x196	132 (196)	14.7 (373)	14.7 (373)	0.645 (16.4)	1.03 (26.2)	2.313 (58.7)
W 14x120	W 360x179	120 (179)	14.5 (368)	14.7 (373)	0.590 (15.0)	0.940 (23.9)	2.250 (57.2)
W 14x109	W 360x162	109 (162)	14.3 (363)	14.6 (371)	0.525 (13.3)	0.860 (21.8)	2.188 (55.6)
W 14x99	W 360x147	99.0 (147)	14.2 (361)	14.6 (371)	0.485 (12.3)	0.780 (19.8)	2.063 (52.4)
W 14x90	W 360x134	90.0 (134)	14.0 (356)	14.5 (368)	0.440 (11.2)	0.710 (18.0)	2.000 (50.8)
W 14x82	W 360x122	82.0 (122)	14.3 (363)	10.1 (257)	0.510 (13.0)	0.855 (21.7)	1.688 (42.9)
W 14x74	W 360x110	74.0 (110)	14.2 (361)	10.1 (257)	0.450 (11.4)	0.785 (19.9)	1.625 (41.3)
W 14x68	W 360x101	68.0 (101)	14.0 (356)	10.0 (254)	0.415 (10.5)	0.720 (18.3)	1.563 (39.7)
W 14x61	W 360x91	61.0 (91.0)	13.9 (353)	10.0 (254)	0.375 (9.53)	0.645 (16.4)	1.500 (38.1)
W 14x53	W 360x79	53.0 (79.0)	13.9 (353)	8.06 (205)	0.370 (9.40)	0.660 (16.8)	1.500 (38.1)
W 14x48	W 360x72	48.0 (72.0)	13.8 (351)	8.03 (204)	0.340 (8.64)	0.595 (15.1)	1.438 (36.5)
W 14x43	W 360x64	43.0 (64.0)	13.7 (348)	8.00 (203)	0.305 (7.75)	0.530 (13.5)	1.375 (34.9)
W 14x38	W 360x57.8	38.0 (57.8)	14.1 (358)	6.77 (172)	0.310 (7.87)	0.515 (13.1)	1.250 (31.8)
W 14x34	W 360x51	34.0 (51.0)	14.0 (356)	6.75 (171)	0.285 (7.24)	0.455 (11.6)	1.188 (30.2)
W 14x30	W 360x44	30.0 (44.0)	13.8 (351)	6.73 (171)	0.270 (6.86)	0.385 (9.78)	1.125 (28.6)
W 14x26	W 360x39	26.0 (39.0)	13.9 (353)	5.03 (128)	0.255 (6.48)	0.420 (10.7)	1.125 (28.6)
W 14x22	W 360x32.9	22.0 (32.9)	13.7 (348)	5.00 (127)	0.230 (5.84)	0.335 (8.51)	1.063 (27.0)
W 16x100	W 410x149	100 (149)	17.0 (432)	10.4 (264)	0.585 (14.9)	0.985 (25.0)	1.875 (47.6)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 16x89	W 410x132	89.0 (132)	16.8 (427)	10.4 (264)	0.525 (13.3)	0.875 (22.2)	1.750 (44.5)
W 16x77	W 410x114	77.0 (114)	16.5 (419)	10.3 (262)	0.455 (11.6)	0.760 (19.3)	1.625 (41.3)
W 16x67	W 410x100	67.0 (100)	16.3 (414)	10.2 (259)	0.395 (10.0)	0.665 (16.9)	1.563 (39.7)
W 16x57	W 410x85	57.0 (85.0)	16.4 (417)	7.12 (181)	0.430 (10.9)	0.715 (18.2)	1.375 (34.9)
W 16x50	W 410x75	50.0 (75.0)	16.3 (414)	7.07 (180)	0.380 (9.65)	0.630 (16.0)	1.313 (33.3)
W 16x45	W 410x67	45.0 (67.0)	16.1 (409)	7.04 (179)	0.345 (8.76)	0.565 (14.4)	1.250 (31.8)
W 16x40	W 410x60	40.0 (60.0)	16.0 (406)	7.00 (178)	0.305 (7.75)	0.505 (12.8)	1.188 (30.2)
W 16x36	W 410x53	36.0 (53.0)	15.9 (404)	6.99 (178)	0.295 (7.49)	0.430 (10.9)	1.125 (28.6)
W 16x31	W 410x46.1	31.0 (46.1)	15.9 (404)	5.53 (140)	0.275 (6.99)	0.440 (11.2)	1.125 (28.6)
W 16x26	W 410x38.8	26.0 (38.8)	15.7 (399)	5.50 (140)	0.250 (6.35)	0.345 (8.76)	1.063 (27.0)
W 18x311	W 460x464	311 (464)	22.3 (566)	12.0 (305)	1.52 (38.6)	2.74 (69.6)	3.438 (87.3)
W 18x283	W 460x421	283 (421)	21.9 (556)	11.9 (302)	1.40 (35.6)	2.50 (63.5)	3.188 (81.0)
W 18x258	W 460x384	258 (384)	21.5 (546)	11.8 (300)	1.28 (32.5)	2.30 (58.4)	3.000 (76.2)
W 18x234	W 460x349	234 (349)	21.1 (536)	11.7 (297)	1.16 (29.5)	2.11 (53.6)	2.750 (69.9)
W 18x211	W 460x315	211 (315)	20.7 (526)	11.6 (295)	1.06 (26.9)	1.91 (48.5)	2.563 (65.1)
W 18x192	W 460x286	192 (286)	20.4 (518)	11.5 (292)	0.960 (24.4)	1.75 (44.5)	2.438 (61.9)
W 18x175	W 460x260	175 (260)	20.0 (508)	11.4 (290)	0.890 (22.6)	1.59 (40.4)	2.438 (61.9)
W 18x158	W 460x235	158 (235)	19.7 (500)	11.3 (287)	0.810 (20.6)	1.44 (36.6)	2.375 (60.3)
W 18x143	W 460x213	143 (213)	19.5 (495)	11.2 (284)	0.730 (18.5)	1.32 (33.5)	2.188 (55.6)
W 18x130	W 460x193	130 (193)	19.3 (490)	11.2 (284)	0.670 (17.0)	1.20 (30.5)	2.063 (52.4)
W 18x119	W 460x177	119 (177)	19.0 (483)	11.3 (287)	0.655 (16.6)	1.06 (26.9)	1.938 (49.2)
W 18x106	W 460x158	106 (158)	18.7 (475)	11.2 (284)	0.590 (15.0)	0.940 (23.9)	1.813 (46.0)
W 18x97	W 460x144	97.0 (144)	18.6 (472)	11.1 (282)	0.535 (13.6)	0.870 (22.1)	1.750 (44.5)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 18x86	W 460x128	86.0 (128)	18.4 (467)	11.1 (282)	0.480 (12.2)	0.770 (19.6)	1.625 (41.3)
W 18x76	W 460x113	76.0 (113)	18.2 (462)	11.0 (279)	0.425 (10.8)	0.680 (17.3)	1.563 (39.7)
W 18x71	W 460x106	71.0 (106)	18.5 (470)	7.64 (194)	0.495 (12.6)	0.810 (20.6)	1.500 (38.1)
W 18x65	W 460x97	65.0 (97.0)	18.4 (467)	7.59 (193)	0.450 (11.4)	0.750 (19.1)	1.438 (36.5)
W 18x60	W 460x89	60.0 (89.0)	18.2 (462)	7.56 (192)	0.415 (10.5)	0.695 (17.7)	1.375 (34.9)
W 18x55	W 460x82	55.0 (82.0)	18.1 (460)	7.53 (191)	0.390 (9.91)	0.630 (16.0)	1.313 (33.3)
W 18x50	W 460x74	50.0 (74.0)	18.0 (457)	7.50 (191)	0.355 (9.02)	0.570 (14.5)	1.250 (31.8)
W 18x46	W 460x68	46.0 (68.0)	18.1 (460)	6.06 (154)	0.360 (9.14)	0.605 (15.4)	1.250 (31.8)
W 18x40	W 460x60	40.0 (60.0)	17.9 (455)	6.02 (153)	0.315 (8.00)	0.525 (13.3)	1.188 (30.2)
W 18x35	W 460x52	35.0 (52.0)	17.7 (450)	6.00 (152)	0.300 (7.62)	0.425 (10.8)	1.125 (28.6)
W 21x201	W 530x300	201 (300)	23.0 (584)	12.6 (320)	0.910 (23.1)	1.63 (41.4)	2.500 (63.5)
W 21x182	W 530x272	182 (272)	22.7 (577)	12.5 (318)	0.830 (21.1)	1.48 (37.6)	2.375 (60.3)
W 21x166	W 530x248	166 (248)	22.5 (572)	12.4 (315)	0.750 (19.1)	1.36 (34.5)	2.250 (57.2)
W 21x147	W 530x219	147 (219)	22.1 (561)	12.5 (318)	0.720 (18.3)	1.15 (29.2)	2.000 (50.8)
W 21x132	W 530x196	132 (196)	21.8 (554)	12.4 (315)	0.650 (16.5)	1.04 (26.4)	1.938 (49.2)
W 21x122	W 530x182	122 (182)	21.7 (551)	12.4 (315)	0.600 (15.2)	0.960 (24.4)	1.813 (46.0)
W 21x111	W 530x165	111 (165)	21.5 (546)	12.3 (312)	0.550 (14.0)	0.875 (22.2)	1.750 (44.5)
W 21x101	W 530x150	101 (150)	21.4 (544)	12.3 (312)	0.500 (12.7)	0.800 (20.3)	1.688 (42.9)
W 21x93	W 530x138	93.0 (138)	21.6 (549)	8.42 (214)	0.580 (14.7)	0.930 (23.6)	1.625 (41.3)
W 21x83	W 530x123	83.0 (123)	21.4 (544)	8.36 (212)	0.515 (13.1)	0.835 (21.2)	1.500 (38.1)
W 21x73	W 530x109	73.0 (109)	21.2 (538)	8.30 (211)	0.455 (11.6)	0.740 (18.8)	1.438 (36.5)
W 21x68	W 530x101	68.0 (101)	21.1 (536)	8.27 (210)	0.430 (10.9)	0.685 (17.4)	1.375 (34.9)
W 21x62	W 530x92	62.0 (92.0)	21.0 (533)	8.24 (209)	0.400 (10.2)	0.615 (15.6)	1.313 (33.3)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 21x55	W 530x82	55.0 (82.0)	20.8 (528)	8.22 (209)	0.375 (9.53)	0.522 (13.3)	1.188 (30.2)
W 21x48	W 530x72	48.0 (72.0)	20.6 (523)	8.14 (207)	0.350 (8.89)	0.430 (10.9)	1.125 (28.6)
W 21x57	W 530x85	57.0 (85.0)	21.1 (536)	6.56 (167)	0.405 (10.3)	0.650 (16.5)	1.313 (33.3)
W 21x50	W 530x74	50.0 (74.0)	20.8 (528)	6.53 (166)	0.380 (9.65)	0.535 (13.6)	1.250 (31.8)
W 21x44	W 530x66	44.0 (66.0)	20.7 (526)	6.50 (165)	0.350 (8.89)	0.450 (11.4)	1.125 (28.6)
W 24x370	W 610x551	370 (551)	28.0 (711)	13.7 (348)	1.52 (38.6)	2.72 (69.1)	3.625 (92.1)
W 24x335	W 610x498	335 (498)	27.5 (699)	13.5 (343)	1.38 (35.1)	2.48 (63.0)	3.375 (85.7)
W 24x306	W 610x455	306 (455)	27.1 (688)	13.4 (340)	1.26 (32.0)	2.28 (57.9)	3.188 (81.0)
W 24x279	W 610x415	279 (415)	26.7 (678)	13.3 (338)	1.16 (29.5)	2.09 (53.1)	3.000 (76.2)
W 24x250	W 610x372	250 (372)	26.3 (668)	13.2 (335)	1.04 (26.4)	1.89 (48.0)	2.813 (71.4)
W 24x229	W 610x341	229 (341)	26.0 (660)	13.1 (333)	0.960 (24.4)	1.73 (43.9)	2.625 (66.7)
W 24x207	W 610x307	207 (307)	25.7 (653)	13.0 (330)	0.870 (22.1)	1.57 (39.9)	2.500 (63.5)
W 24x192	W 610x285	192 (285)	25.5 (648)	13.0 (330)	0.810 (20.6)	1.46 (37.1)	2.375 (60.3)
W 24x176	W 610x262	176 (262)	25.2 (640)	12.9 (328)	0.750 (19.1)	1.34 (34.0)	2.250 (57.2)
W 24x162	W 610x241	162 (241)	25.0 (635)	13.0 (330)	0.705 (17.9)	1.22 (31.0)	2.125 (54.0)
W 24x146	W 610x217	146 (217)	24.7 (627)	12.9 (328)	0.650 (16.5)	1.09 (27.7)	2.000 (50.8)
W 24x131	W 610x195	131 (195)	24.5 (622)	12.9 (328)	0.605 (15.4)	0.960 (24.4)	1.875 (47.6)
W 24x117	W 610x174	117 (174)	24.3 (617)	12.8 (325)	0.550 (14.0)	0.850 (21.6)	1.750 (44.5)
W 24x104	W 610x155	104 (155)	24.1 (612)	12.8 (325)	0.500 (12.7)	0.750 (19.1)	1.625 (41.3)
W 24x103	W 610x153	103 (153)	24.5 (622)	9.00 (229)	0.550 (14.0)	0.980 (24.9)	1.875 (47.6)
W 24x94	W 610x140	94.0 (140)	24.3 (617)	9.07 (230)	0.515 (13.1)	0.875 (22.2)	1.750 (44.5)
W 24x84	W 610x125	84.0 (125)	24.1 (612)	9.02 (229)	0.470 (11.9)	0.770 (19.6)	1.688 (42.9)
W 24x76	W 610x113	76.0 (113)	23.9 (607)	8.99 (228)	0.440 (11.2)	0.680 (17.3)	1.563 (39.7)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 24x68	W 610x101	68.0 (101)	23.7 (602)	8.97 (228)	0.415 (10.5)	0.585 (14.9)	1.500 (38.1)
W 24x62	W 610x92	62.0 (92.0)	23.7 (602)	7.04 (179)	0.430 (10.9)	0.590 (15.0)	1.500 (38.1)
W 24x55	W 610x82	55.0 (82.0)	23.6 (599)	7.01 (178)	0.395 (10.0)	0.505 (12.8)	1.438 (36.5)
W 27x539	W 690x802	539 (802)	32.5 (826)	15.3 (389)	1.97 (50.0)	3.54 (89.9)	4.438 (113)
W 27x368	W 690x548	368 (548)	30.4 (772)	14.7 (373)	1.38 (35.1)	2.48 (63.0)	3.375 (85.7)
W 27x336	W 690x500	336 (500)	30.0 (762)	14.6 (371)	1.26 (32.0)	2.28 (57.9)	3.188 (81.0)
W 27x307	W 690x457	307 (457)	29.6 (752)	14.4 (366)	1.16 (29.5)	2.09 (53.1)	3.000 (76.2)
W 27x281	W 690x419	281 (419)	29.3 (744)	14.4 (366)	1.06 (26.9)	1.93 (49.0)	2.813 (71.4)
W 27x258	W 690x384	258 (384)	29.0 (737)	14.3 (363)	0.980 (24.9)	1.77 (45.0)	2.688 (68.3)
W 27x235	W 690x350	235 (350)	28.7 (729)	14.2 (361)	0.910 (23.1)	1.61 (40.9)	2.500 (63.5)
W 27x217	W 690x323	217 (323)	28.4 (721)	14.1 (358)	0.830 (21.1)	1.50 (38.1)	2.375 (60.3)
W 27x194	W 690x289	194 (289)	28.1 (714)	14.0 (356)	0.750 (19.1)	1.34 (34.0)	2.250 (57.2)
W 27x178	W 690x265	178 (265)	27.8 (706)	14.1 (358)	0.725 (18.4)	1.19 (30.2)	2.063 (52.4)
W 27x161	W 690x240	161 (240)	27.6 (701)	14.0 (356)	0.660 (16.8)	1.08 (27.4)	2.000 (50.8)
W 27x146	W 690x217	146 (217)	27.4 (696)	14.0 (356)	0.605 (15.4)	0.975 (24.8)	1.875 (47.6)
W 27x129	W 690x192	129 (192)	27.6 (701)	10.0 (254)	0.610 (15.5)	1.10 (27.9)	2.000 (50.8)
W 27x114	W 690x170	114 (170)	27.3 (693)	10.1 (257)	0.570 (14.5)	0.930 (23.6)	1.813 (46.0)
W 27x102	W 690x152	102 (152)	27.1 (688)	10.0 (254)	0.515 (13.1)	0.830 (21.1)	1.750 (44.5)
W 27x94	W 690x140	94.0 (140)	26.9 (683)	10.0 (254)	0.490 (12.4)	0.745 (18.9)	1.625 (41.3)
W 27x84	W 690x125	84.0 (125)	26.7 (678)	10.0 (254)	0.460 (11.7)	0.640 (16.3)	1.563 (39.7)
W 30x391	W 760x582	391 (582)	33.2 (843)	15.6 (396)	1.36 (34.5)	2.44 (62.0)	3.375 (85.7)
W 30x357	W 760x531	357 (531)	32.8 (833)	15.5 (394)	1.24 (31.5)	2.24 (56.9)	3.125 (79.4)
W 30x326	W 760x484	326 (484)	32.4 (823)	15.4 (391)	1.14 (29.0)	2.05 (52.1)	2.938 (74.6)

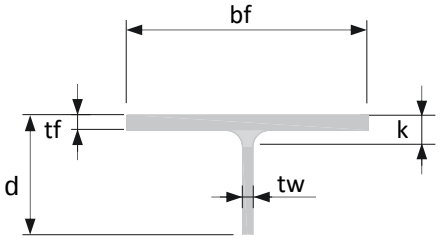
Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 30x292	W 760x434	292 (434)	32.0 (813)	15.3 (389)	1.02 (25.9)	1.85 (47.0)	2.750 (69.9)
W 30x261	W 760x389	261 (389)	31.6 (803)	15.2 (386)	0.930 (23.6)	1.65 (41.9)	2.563 (65.1)
W 30x235	W 760x350	235 (350)	31.3 (795)	15.1 (384)	0.830 (21.1)	1.50 (38.1)	2.375 (60.3)
W 30x211	W 760x314	211 (314)	30.9 (785)	15.1 (384)	0.775 (19.7)	1.32 (33.5)	2.250 (57.2)
W 30x191	W 760x284	191 (284)	30.7 (780)	15.0 (381)	0.710 (18.0)	1.19 (30.2)	2.063 (52.4)
W 30x173	W 760x257	173 (257)	30.4 (772)	15.0 (381)	0.655 (16.6)	1.07 (27.2)	2.000 (50.8)
W 30x148	W 760x220	148 (220)	30.7 (780)	10.5 (267)	0.650 (16.5)	1.18 (30.0)	2.063 (52.4)
W 30x132	W 760x196	132 (196)	30.3 (770)	10.5 (267)	0.615 (15.6)	1.00 (25.4)	1.875 (47.6)
W 30x124	W 760x185	124 (185)	30.2 (767)	10.5 (267)	0.585 (14.9)	0.930 (23.6)	1.813 (46.0)
W 30x116	W 760x173	116 (173)	30.0 (762)	10.5 (267)	0.565 (14.4)	0.850 (21.6)	1.750 (44.5)
W 30x108	W 760x161	108 (161)	29.8 (757)	10.5 (267)	0.545 (13.8)	0.760 (19.3)	1.688 (42.9)
W 30x99	W 760x147	99.0 (147)	29.7 (754)	10.5 (267)	0.520 (13.2)	0.670 (17.0)	1.563 (39.7)
W 30x90	W 760x134	90.0 (134)	29.5 (749)	10.4 (264)	0.470 (11.9)	0.610 (15.5)	1.500 (38.1)
W 33x387	W 840x576	387 (576)	36.0 (914)	16.2 (411)	1.26 (32.0)	2.28 (57.9)	3.188 (81.0)
W 33x354	W 840x527	354 (527)	35.6 (904)	16.1 (409)	1.16 (29.5)	2.09 (53.1)	2.938 (74.6)
W 33x318	W 840x473	318 (473)	35.2 (894)	16.0 (406)	1.04 (26.4)	1.89 (48.0)	2.750 (69.9)
W 33x291	W 840x433	291 (433)	34.8 (884)	15.9 (404)	0.960 (24.4)	1.73 (43.9)	2.625 (66.7)
W 33x263	W 840x392	263 (392)	34.5 (876)	15.8 (401)	0.870 (22.1)	1.57 (39.9)	2.438 (61.9)
W 33x241	W 840x359	241 (359)	34.2 (869)	15.9 (404)	0.830 (21.1)	1.40 (35.6)	2.250 (57.2)
W 33x221	W 840x329	221 (329)	33.9 (861)	15.8 (401)	0.775 (19.7)	1.28 (32.5)	2.125 (54.0)
W 33x201	W 840x299	201 (299)	33.7 (856)	15.7 (399)	0.715 (18.2)	1.15 (29.2)	2.000 (50.8)
W 33x169	W 840x251	169 (251)	33.8 (859)	11.5 (292)	0.670 (17.0)	1.22 (31.0)	2.125 (54.0)
W 33x152	W 840x226	152 (226)	33.5 (851)	11.6 (295)	0.635 (16.1)	1.06 (26.9)	1.938 (49.2)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 33x141	W 840x210	141 (210)	33.3 (846)	11.5 (292)	0.605 (15.4)	0.960 (24.4)	1.813 (46.0)
W 33x130	W 840x193	130 (193)	33.1 (841)	11.5 (292)	0.580 (14.7)	0.855 (21.7)	1.750 (44.5)
W 33x118	W 840x176	118 (176)	32.9 (836)	11.5 (292)	0.550 (14.0)	0.740 (18.8)	1.625 (41.3)
W 36x652	W 920x970	652 (970)	41.1 (1040)	17.6 (447)	1.97 (50.0)	3.54 (89.9)	4.813 (122)
W 36x529	W 920x787	529 (787)	39.8 (1010)	17.2 (437)	1.61 (40.9)	2.91 (73.9)	4.188 (106)
W 36x487	W 920x725	487 (725)	39.3 (998)	17.1 (434)	1.50 (38.1)	2.68 (68.1)	4.000 (102)
W 36x441	W 920x656	441 (656)	38.9 (988)	17.0 (432)	1.36 (34.5)	2.44 (62.0)	3.750 (95.3)
W 36x395	W 920x588	395 (588)	38.4 (975)	16.8 (427)	1.22 (31.0)	2.20 (55.9)	3.438 (87.3)
W 36x361	W 920x537	361 (537)	38.0 (965)	16.7 (424)	1.12 (28.4)	2.01 (51.1)	3.313 (84.1)
W 36x330	W 920x491	330 (491)	37.7 (958)	16.6 (422)	1.02 (25.9)	1.85 (47.0)	3.125 (79.4)
W 36x302	W 920x449	302 (449)	37.3 (947)	16.7 (424)	0.945 (24.0)	1.68 (42.7)	3.000 (76.2)
W 36x282	W 920x420	282 (420)	37.1 (942)	16.6 (422)	0.885 (22.5)	1.57 (39.9)	2.875 (73.0)
W 36x262	W 920x390	262 (390)	36.9 (937)	16.6 (422)	0.840 (21.3)	1.44 (36.6)	2.750 (69.9)
W 36x247	W 920x368	247 (368)	36.7 (932)	16.5 (419)	0.800 (20.3)	1.35 (34.3)	2.625 (66.7)
W 36x231	W 920x344	231 (344)	36.5 (927)	16.5 (419)	0.760 (19.3)	1.26 (32.0)	2.563 (65.1)
W 36x256	W 920x381	256 (381)	37.4 (951)	12.2 (310)	0.960 (24.4)	1.73 (43.9)	2.625 (66.7)
W 36x232	W 920x345	232 (345)	37.1 (943)	12.1 (307)	0.870 (22.1)	1.57 (39.9)	2.438 (61.9)
W 36x210	W 920x313	210 (313)	36.7 (932)	12.2 (310)	0.830 (21.1)	1.36 (34.5)	2.313 (58.7)
W 36x194	W 920x289	194 (289)	36.5 (927)	12.1 (307)	0.765 (19.4)	1.26 (32.0)	2.188 (55.6)
W 36x182	W 920x271	182 (271)	36.3 (922)	12.1 (307)	0.725 (18.4)	1.18 (30.0)	2.125 (54.0)
W 36x170	W 920x253	170 (253)	36.2 (919)	12.0 (305)	0.680 (17.3)	1.10 (27.9)	2.000 (50.8)
W 36x160	W 920x238	160 (238)	36.0 (914)	12.0 (305)	0.650 (16.5)	1.02 (25.9)	1.938 (49.2)
W 36x150	W 920x223	150 (223)	35.9 (912)	12.0 (305)	0.625 (15.9)	0.940 (23.9)	1.875 (47.6)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 36x135	W 920x201	135 (201)	35.6 (904)	12.0 (305)	0.600 (15.2)	0.790 (20.1)	1.688 (42.9)
W 40x593	W 1000x883	593 (883)	43.0 (1090)	16.7 (424)	1.79 (45.5)	3.23 (82.0)	4.500 (114)
W 40x503	W 1000x748	503 (748)	42.1 (1070)	16.4 (417)	1.54 (39.1)	2.76 (70.1)	4.000 (102)
W 40x431	W 1000x642	431 (642)	41.3 (1050)	16.2 (411)	1.34 (34.0)	2.36 (59.9)	3.625 (92.1)
W 40x397	W 1000x591	397 (591)	41.0 (1040)	16.1 (409)	1.22 (31.0)	2.20 (55.9)	3.500 (88.9)
W 40x372	W 1000x554	372 (554)	40.6 (1030)	16.1 (409)	1.16 (29.5)	2.05 (52.1)	3.313 (84.1)
W 40x362	W 1000x539	362 (539)	40.6 (1030)	16.0 (406)	1.12 (28.4)	2.01 (51.1)	3.250 (82.6)
W 40x324	W 1000x483	324 (483)	40.2 (1020)	15.9 (404)	1.00 (25.4)	1.81 (46.0)	3.063 (77.8)
W 40x297	W 1000x443	297 (443)	39.8 (1010)	15.8 (401)	0.930 (23.6)	1.65 (41.9)	2.938 (74.6)
W 40x277	W 1000x412	277 (412)	39.7 (1010)	15.8 (401)	0.830 (21.1)	1.58 (40.1)	2.875 (73.0)
W 40x249	W 1000x371	249 (371)	39.4 (1000)	15.8 (401)	0.750 (19.1)	1.42 (36.1)	2.688 (68.3)
W 40x215	W 1000x321	215 (321)	39.0 (991)	15.8 (401)	0.650 (16.5)	1.22 (31.0)	2.500 (63.5)
W 40x199	W 1000x296	199 (296)	38.7 (983)	15.8 (401)	0.650 (16.5)	1.07 (27.2)	2.313 (58.7)
W 40x392	W 1000x584	392 (584)	41.6 (1060)	12.4 (315)	1.42 (36.1)	2.52 (64.0)	3.813 (96.8)
W 40x331	W 1000x494	331 (494)	40.8 (1040)	12.2 (310)	1.22 (31.0)	2.13 (54.1)	3.375 (85.7)
W 40x327	W 1000x486	327 (486)	40.8 (1040)	12.1 (307)	1.18 (30.0)	2.13 (54.1)	3.375 (85.7)
W 40x294	W 1000x438	294 (438)	40.4 (1030)	12.0 (305)	1.06 (26.9)	1.93 (49.0)	3.188 (81.0)
W 40x278	W 1000x415	278 (415)	40.2 (1020)	12.0 (305)	1.03 (26.2)	1.81 (46.0)	3.063 (77.8)
W 40x264	W 1000x393	264 (393)	40.0 (1020)	11.9 (302)	0.960 (24.4)	1.73 (43.9)	3.000 (76.2)
W 40x235	W 1000x350	235 (350)	39.7 (1010)	11.9 (302)	0.830 (21.1)	1.58 (40.1)	2.875 (73.0)
W 40x211	W 1000x314	211 (314)	39.4 (1000)	11.8 (300)	0.750 (19.1)	1.42 (36.1)	2.688 (68.3)
W 40x183	W 1000x272	183 (272)	39.0 (991)	11.8 (300)	0.650 (16.5)	1.20 (30.5)	2.500 (63.5)
W 40x167	W 1000x249	167 (249)	38.6 (980)	11.8 (300)	0.650 (16.5)	1.03 (26.2)	2.313 (58.7)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralted plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
W 40x149	W 1000x222	149 (222)	38.2 (970)	11.8 (300)	0.630 (16.0)	0.83 (21.1)	2.125 (54.0)
W 44x335	W 1100x499	335 (499)	44.0 (1120)	15.9 (404)	1.03 (26.2)	1.77 (45.0)	2.625 (66.7)
W 44x290	W 1100x433	290 (433)	43.6 (1110)	15.8 (401)	0.865 (22.0)	1.58 (40.1)	2.438 (61.9)
W 44x262	W 1100x390	262 (390)	43.3 (1100)	15.8 (401)	0.785 (19.9)	1.42 (36.1)	2.250 (57.2)
W 44x230	W 1100x343	230 (343)	42.9 (1090)	15.8 (401)	0.710 (18.0)	1.22 (31.0)	1.63)

II. Perfil WT (ASTM A36 o A992)



Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 2x6.5	WT 50x9.65	6.50 (9.65)	2.08 (52.8)	4.06 (103)	0.280 (7.11)	0.345 (8.76)	0.750 (19.1)
WT 2.5x9.5	WT 65x14.05	9.50 (14.1)	2.58 (65.5)	5.03 (128)	0.270 (6.86)	0.430 (10.9)	0.813 (20.6)
WT 2.5x8	WT 65x11.9	8.00 (11.9)	2.51 (63.8)	5.00 (127)	0.240 (6.10)	0.360 (9.14)	0.750 (19.1)
WT 3x12.5	WT 75x18.55	12.5 (18.6)	3.19 (81.0)	6.08 (154)	0.320 (8.13)	0.455 (11.6)	0.938 (23.8)
WT 3x10	WT 75x14.9	10.0 (14.9)	3.10 (78.7)	6.02 (153)	0.260 (6.60)	0.365 (9.27)	0.875 (22.2)
WT 3x7.5	WT 75x11.25	7.50 (11.3)	3.00 (76.2)	5.99 (152)	0.230 (5.84)	0.260 (6.60)	0.750 (19.1)
WT 3x8	WT 75x12	8.00 (12.0)	3.14 (79.8)	4.03 (102)	0.260 (6.60)	0.405 (10.3)	0.875 (22.2)
WT 3x6	WT 75x9	6.00 (9.00)	3.02 (76.7)	4.00 (102)	0.230 (5.84)	0.280 (7.11)	0.750 (19.1)
WT 3x4.5	WT 75x6.75	4.50 (6.75)	2.95 (74.9)	3.94 (100)	0.170 (4.32)	0.215 (5.46)	0.688 (17.5)
WT 3x4.25	WT 75x6.5	4.25 (6.50)	2.92 (74.2)	3.94 (100)	0.170 (4.32)	0.195 (4.95)	0.688 (17.5)
WT 4x33.5	WT 100x50	33.5 (50.0)	4.50 (114)	8.28 (210)	0.570 (14.5)	0.935 (23.7)	1.625 (41.3)
WT 4x29	WT 100x43	29.0 (43.0)	4.38 (111)	8.22 (209)	0.510 (13.0)	0.810 (20.6)	1.500 (38.1)
WT 4x24	WT 100x35.5	24.0 (35.5)	4.25 (108)	8.11 (206)	0.400 (10.2)	0.685 (17.4)	1.375 (34.9)
WT 4x20	WT 100x29.5	20.0 (29.5)	4.13 (105)	8.07 (205)	0.360 (9.14)	0.560 (14.2)	1.250 (31.8)
WT 4x17.5	WT 100x26	17.5 (26.0)	4.06 (103)	8.02 (204)	0.310 (7.87)	0.495 (12.6)	1.188 (30.2)
WT 4x15.5	WT 100x23.05	15.5 (23.1)	4.00 (102)	8.00 (203)	0.285 (7.24)	0.435 (11.0)	1.125 (28.6)
WT 4x14	WT 100x20.85	14.0 (20.9)	4.03 (102)	6.54 (166)	0.285 (7.24)	0.465 (11.8)	0.938 (23.8)
WT 4x12	WT 100x17.95	12.0 (18.0)	3.97 (101)	6.50 (165)	0.245 (6.22)	0.400 (10.2)	0.875 (22.2)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 4x10.5	WT 100x15.65	10.5 (15.7)	4.14 (105)	5.27 (134)	0.250 (6.35)	0.400 (10.2)	0.875 (22.2)
WT 4x9	WT 100x13.3	9.00 (13.3)	4.07 (103)	5.25 (133)	0.230 (5.84)	0.330 (8.38)	0.813 (20.6)
WT 4x7.5	WT 100x11.25	7.50 (11.3)	4.06 (103)	4.02 (102)	0.245 (6.22)	0.315 (8.00)	0.813 (20.6)
WT 4x6.5	WT 100x9.65	6.50 (9.65)	4.00 (102)	4.00 (102)	0.230 (5.84)	0.255 (6.48)	0.750 (19.1)
WT 4x5	WT 100x7.5	5.00 (7.50)	3.95 (100)	3.94 (100)	0.170 (4.32)	0.205 (5.21)	0.688 (17.5)
WT 5x56	WT 125x83.5	56.0 (83.5)	5.68 (144)	10.4 (264)	0.755 (19.2)	1.25 (31.8)	1.938 (49.2)
WT 5x50	WT 125x74.5	50.0 (74.5)	5.55 (141)	10.3 (262)	0.680 (17.3)	1.12 (28.4)	1.813 (46.0)
WT 5x44	WT 125x65.5	44.0 (65.5)	5.42 (138)	10.3 (262)	0.605 (15.4)	0.990 (25.1)	1.688 (42.9)
WT 5x38.5	WT 125x57.5	38.5 (57.5)	5.30 (135)	10.2 (259)	0.530 (13.5)	0.870 (22.1)	1.563 (39.7)
WT 5x34	WT 125x50.5	34.0 (50.5)	5.20 (132)	10.1 (257)	0.470 (11.9)	0.770 (19.6)	1.438 (36.5)
WT 5x30	WT 125x44.5	30.0 (44.5)	5.11 (130)	10.1 (257)	0.420 (10.7)	0.680 (17.3)	1.375 (34.9)
WT 5x27	WT 125x40	27.0 (40.0)	5.05 (128)	10.0 (254)	0.370 (9.40)	0.615 (15.6)	1.313 (33.3)
WT 5x24.5	WT 125x36.5	24.5 (36.5)	4.99 (127)	10.0 (254)	0.340 (8.64)	0.560 (14.2)	1.250 (31.8)
WT 5x22.5	WT 125x33.5	22.5 (33.5)	5.05 (128)	8.02 (204)	0.350 (8.89)	0.620 (15.7)	1.313 (33.3)
WT 5x19.5	WT 125x29	19.5 (29.0)	4.96 (126)	7.99 (203)	0.315 (8.00)	0.530 (13.5)	1.188 (30.2)
WT 5x16.5	WT 125x24.55	16.5 (24.6)	4.87 (124)	7.96 (202)	0.290 (7.37)	0.435 (11.0)	1.125 (28.6)
WT 5x15	WT 125x22.4	15.0 (22.4)	5.24 (133)	5.81 (148)	0.300 (7.62)	0.510 (13.0)	1.125 (28.6)
WT 5x13	WT 125x19.25	13.0 (19.3)	5.17 (131)	5.77 (147)	0.260 (6.60)	0.440 (11.2)	1.063 (27.0)
WT 5x11	WT 125x16.35	11.0 (16.4)	5.09 (129)	5.75 (146)	0.240 (6.10)	0.360 (9.14)	0.938 (23.8)
WT 5x9.5	WT 125x14.2	9.50 (14.2)	5.12 (130)	4.02 (102)	0.250 (6.35)	0.395 (10.0)	0.938 (23.8)
WT 5x8.5	WT 125x12.65	8.50 (12.7)	5.06 (129)	4.01 (102)	0.240 (6.10)	0.330 (8.38)	0.875 (22.2)
WT 5x7.5	WT 125x11.15	7.50 (11.2)	5.00 (127)	4.00 (102)	0.230 (5.84)	0.270 (6.86)	0.813 (20.6)
WT 5x6	WT 125x8.95	6.00 (8.95)	4.94 (125)	3.96 (101)	0.190 (4.83)	0.210 (5.33)	0.750 (19.1)
WT 6x168	WT 155x250	168 (250)	8.41 (214)	13.4 (340)	1.78 (45.2)	2.96 (75.2)	3.875 (98.4)
WT 6x152.5	WT 155x227	152.5 (227)	8.16 (207)	13.2 (335)	1.63 (41.4)	2.71 (68.8)	3.625 (92.1)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 6x139.5	WT 155x207.5	139.5 (208)	7.93 (201)	13.1 (333)	1.53 (38.9)	2.47 (62.7)	3.375 (85.7)
WT 6x126	WT 155x187.5	126 (188)	7.71 (196)	13.0 (330)	1.40 (35.6)	2.25 (57.2)	3.125 (79.4)
WT 6x115	WT 155x171	115 (171)	7.53 (191)	12.9 (328)	1.29 (32.8)	2.07 (52.6)	2.938 (74.6)
WT 6x105	WT 155x156.5	105 (156)	7.36 (187)	12.8 (325)	1.18 (30.0)	1.90 (48.3)	2.813 (71.4)
WT 6x95	WT 155x141.5	95.0 (142)	7.19 (183)	12.7 (323)	1.06 (26.9)	1.74 (44.2)	2.625 (66.7)
WT 6x85	WT 155x126.5	85.0 (126)	7.02 (178)	12.6 (320)	0.960 (24.4)	1.56 (39.6)	2.438 (61.9)
WT 6x76	WT 155x113	76.0 (113)	6.86 (174)	12.5 (318)	0.870 (22.1)	1.40 (35.6)	2.313 (58.7)
WT 6x68	WT 155x101	68.0 (101)	6.71 (170)	12.4 (315)	0.790 (20.1)	1.25 (31.8)	2.125 (54.0)
WT 6x60	WT 155x89.5	60.0 (89.5)	6.56 (167)	12.3 (312)	0.710 (18.0)	1.11 (28.2)	2.000 (50.8)
WT 6x53	WT 155x79	53.0 (79.0)	6.45 (164)	12.2 (310)	0.610 (15.5)	0.990 (25.1)	1.875 (47.6)
WT 6x48	WT 155x71.5	48.0 (71.5)	6.36 (162)	12.2 (310)	0.550 (14.0)	0.900 (22.9)	1.813 (46.0)
WT 6x43.5	WT 155x64.5	43.5 (64.5)	6.27 (159)	12.1 (307)	0.515 (13.1)	0.810 (20.6)	1.688 (42.9)
WT 6x39.5	WT 155x58.5	39.5 (58.5)	6.19 (157)	12.1 (307)	0.470 (11.9)	0.735 (18.7)	1.625 (41.3)
WT 6x36	WT 155x53.5	36.0 (53.5)	6.13 (156)	12.0 (305)	0.430 (10.9)	0.670 (17.0)	1.563 (39.7)
WT 6x32.5	WT 155x48.5	32.5 (48.5)	6.06 (154)	12.0 (305)	0.390 (9.91)	0.605 (15.4)	1.500 (38.1)
WT 6x29	WT 155x43	29.0 (43.0)	6.10 (155)	10.0 (254)	0.360 (9.14)	0.640 (16.3)	1.500 (38.1)
WT 6x26.5	WT 155x39.5	26.5 (39.5)	6.03 (153)	10.0 (254)	0.345 (8.76)	0.575 (14.6)	1.375 (34.9)
WT 6x25	WT 155x37	25.0 (37.0)	6.10 (155)	8.08 (205)	0.370 (9.40)	0.640 (16.3)	1.500 (38.1)
WT 6x22.5	WT 155x33.5	22.5 (33.5)	6.03 (153)	8.05 (204)	0.335 (8.51)	0.575 (14.6)	1.375 (34.9)
WT 6x20	WT 155x30	20.0 (30.0)	5.97 (152)	8.01 (203)	0.295 (7.49)	0.515 (13.1)	1.375 (34.9)
WT 6x17.5	WT 155x26	17.5 (26.0)	6.25 (159)	6.56 (167)	0.300 (7.62)	0.520 (13.2)	1.188 (30.2)
WT 6x15	WT 155x22.25	15.0 (22.3)	6.17 (157)	6.52 (166)	0.260 (6.60)	0.440 (11.2)	1.125 (28.6)
WT 6x13	WT 155x19.35	13.0 (19.4)	6.11 (155)	6.49 (165)	0.230 (5.84)	0.380 (9.65)	1.063 (27.0)
WT 6x11	WT 155x16.35	11.0 (16.4)	6.16 (156)	4.03 (102)	0.260 (6.60)	0.425 (10.8)	0.938 (23.8)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 6x9.5	WT 155x14.15	9.50 (14.2)	6.08 (154)	4.01 (102)	0.235 (5.97)	0.350 (8.89)	0.875 (22.2)
WT 6x8	WT 155x11.9	8.00 (11.9)	6.00 (152)	3.99 (101)	0.220 (5.59)	0.265 (6.73)	0.813 (20.6)
WT 6x7	WT 155x10.5	7.00 (10.5)	5.96 (151)	3.97 (101)	0.200 (5.08)	0.225 (5.72)	0.750 (19.1)
WT 7x365	WT 180x543	365 (543)	11.2 (284)	17.9 (455)	3.07 (78.0)	4.91 (125)	6.188 (157)
WT 7x332.5	WT 180x495	332.5 (495)	10.8 (274)	17.7 (450)	2.83 (71.9)	4.52 (115)	5.813 (148)
WT 7x302.5	WT 180x450	302.5 (450)	10.5 (267)	17.4 (442)	2.60 (66.0)	4.16 (106)	5.438 (138)
WT 7x275	WT 180x409	275 (409)	10.1 (257)	17.2 (437)	2.38 (60.5)	3.82 (97.0)	5.125 (130)
WT 7x250	WT 180x372	250 (372)	9.80 (249)	17.0 (432)	2.19 (55.6)	3.50 (88.9)	4.813 (122)
WT 7x227.5	WT 180x338.5	227.5 (338)	9.51 (242)	16.8 (427)	2.02 (51.3)	3.21 (81.5)	4.500 (114)
WT 7x213	WT 180x317	213 (317)	9.34 (237)	16.7 (424)	1.88 (47.8)	3.04 (77.2)	4.313 (110)
WT 7x199	WT 180x296	199 (296)	9.15 (232)	16.6 (422)	1.77 (45.0)	2.85 (72.4)	4.125 (105)
WT 7x185	WT 180x275.5	185 (276)	8.96 (228)	16.5 (419)	1.66 (42.2)	2.66 (67.6)	3.938 (100)
WT 7x171	WT 180x254.5	171 (546)	8.77 (223)	16.4 (417)	1.54 (39.1)	2.47 (62.7)	3.750 (95.3)
WT 7x155.5	WT 180x231.5	155.5 (232)	8.56 (217)	16.2 (411)	1.41 (35.8)	2.26 (57.4)	3.563 (90.5)
WT 7x141.5	WT 180x210.5	141.5 (210)	8.37 (213)	16.1 (409)	1.29 (32.8)	2.07 (52.6)	3.375 (85.7)
WT 7x128.5	WT 180x191	128.5 (191)	8.19 (208)	16.0 (406)	1.18 (30.0)	1.89 (48.0)	3.188 (81.0)
WT 7x116.5	WT 180x173.5	116.5 (174)	8.02 (204)	15.9 (404)	1.07 (27.2)	1.72 (43.7)	3.000 (76.2)
WT 7x105.5	WT 180x157	105.5 (157)	7.86 (200)	15.8 (401)	0.980 (24.9)	1.56 (39.6)	2.875 (73.0)
WT 7x96.5	WT 180x143.5	96.5 (144)	7.74 (197)	15.7 (399)	0.890 (22.6)	1.44 (36.6)	2.750 (69.9)
WT 7x88	WT 180x131	88.0 (131)	7.61 (193)	15.7 (399)	0.830 (21.1)	1.31 (33.3)	2.625 (66.7)
WT 7x79.5	WT 180x118.5	79.5 (118)	7.49 (190)	15.6 (396)	0.745 (18.9)	1.19 (30.2)	2.500 (63.5)
WT 7x72.5	WT 180x108	72.5 (108)	7.39 (188)	15.5 (394)	0.680 (17.3)	1.09 (27.7)	2.375 (60.3)
WT 7x66	WT 180x98	66.0 (98.0)	7.33 (186)	14.7 (373)	0.645 (16.4)	1.03 (26.2)	2.313 (58.7)
WT 7x60	WT 180x89.5	60.0 (89.5)	7.24 (184)	14.7 (373)	0.590 (15.0)	0.940 (23.9)	2.250 (57.2)
WT 7x54.5	WT 180x81	54.5 (81.0)	7.16 (182)	14.6 (371)	0.525 (13.3)	0.860 (21.8)	2.188 (55.6)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 7x49.5	WT 180x73.5	49.5 (73.5)	7.08 (180)	14.6 (371)	0.485 (12.3)	0.780 (19.8)	2.063 (52.4)
WT 7x45	WT 180x67	45.0 (67.0)	7.01 (178)	14.5 (368)	0.440 (11.2)	0.710 (18.0)	2.000 (50.8)
WT 7x41	WT 180x61	41.0 (61.0)	7.16 (182)	10.1 (257)	0.510 (13.0)	0.855 (21.7)	1.688 (42.9)
WT 7x37	WT 180x55	37.0 (55.0)	7.09 (180)	10.1 (257)	0.450 (11.4)	0.785 (19.9)	1.625 (41.3)
WT 7x34	WT 180x50.5	34.0 (50.5)	7.02 (178)	10.0 (254)	0.415 (10.5)	0.720 (18.3)	1.563 (39.7)
WT 7x30.5	WT 180x45.5	30.5 (45.5)	6.95 (177)	10.0 (254)	0.375 (9.53)	0.645 (16.4)	1.500 (38.1)
WT 7x26.5	WT 180x39.5	26.5 (39.5)	6.96 (177)	8.06 (205)	0.370 (9.40)	0.660 (16.8)	1.500 (38.1)
WT 7x24	WT 180x36	24.0 (36.0)	6.90 (175)	8.03 (204)	0.340 (8.64)	0.595 (15.1)	1.438 (36.5)
WT 7x21.5	WT 180x32	21.5 (32.0)	6.83 (173)	8.00 (203)	0.305 (7.75)	0.530 (13.5)	1.375 (34.9)
WT 7x19	WT 180x28.9	19.0 (28.9)	7.05 (179)	6.77 (172)	0.310 (7.87)	0.515 (13.1)	1.250 (31.8)
WT 7x17	WT 180x25.5	17.0 (25.5)	6.99 (178)	6.75 (171)	0.285 (7.24)	0.455 (11.6)	1.188 (30.2)
WT 7x15	WT 180x22	15.0 (22.0)	6.92 (176)	6.73 (171)	0.270 (6.86)	0.385 (9.78)	1.125 (28.6)
WT 7x13	WT 180x19.5	13.0 (19.5)	6.96 (177)	5.03 (128)	0.255 (6.48)	0.420 (10.7)	1.125 (28.6)
WT 7x11	WT 180x16.45	11.0 (16.5)	6.87 (174)	5.00 (127)	0.230 (5.84)	0.335 (8.51)	1.063 (27.0)
WT 8x50	WT 205x74.5	50.0 (74.5)	8.49 (216)	10.4 (264)	0.585 (14.9)	0.985 (25.0)	1.875 (47.6)
WT 8x44.5	WT 205x66	44.5 (66.0)	8.38 (213)	10.4 (264)	0.525 (13.3)	0.875 (22.2)	1.750 (44.5)
WT 8x38.5	WT 205x57	38.5 (57.0)	8.26 (210)	10.3 (262)	0.455 (11.6)	0.760 (19.3)	1.625 (41.3)
WT 8x33.5	WT 205x50	33.5 (50.0)	8.17 (208)	10.2 (259)	0.395 (10.0)	0.665 (16.9)	1.563 (39.7)
WT 8x28.5	WT 205x42.5	28.5 (42.5)	8.22 (209)	7.12 (181)	0.430 (10.9)	0.715 (18.2)	1.375 (34.9)
WT 8x25	WT 205x37.5	25.0 (37.5)	8.13 (207)	7.07 (180)	0.380 (9.65)	0.630 (16.0)	1.313 (33.3)
WT 8x22.5	WT 205x33.5	22.5 (33.5)	8.07 (205)	7.04 (179)	0.345 (8.76)	0.565 (14.4)	1.250 (31.8)
WT 8x20	WT 205x30	20.0 (30.0)	8.01 (203)	7.00 (178)	0.305 (7.75)	0.505 (12.8)	1.188 (30.2)
WT 8x18	WT 205x26.5	18.0 (26.5)	7.93 (201)	6.99 (178)	0.295 (7.49)	0.430 (10.9)	1.125 (28.6)
WT 8x15.5	WT 205x23.05	15.5 (23.1)	7.94 (202)	5.53 (140)	0.275 (6.99)	0.440 (11.2)	1.125 (28.6)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 8x13	WT 205x19.4	13.0 (19.4)	7.85 (199)	5.50 (140)	0.250 (6.35)	0.345 (8.76)	1.063 (27.0)
WT 9x155.5	WT 230x232	155.5 (232)	11.2 (284)	12.0 (305)	1.52 (38.6)	2.74 (69.6)	3.438 (87.3)
WT 9x141.5	WT 230x210.5	141.5 (210)	10.9 (277)	11.9 (302)	1.40 (35.6)	2.50 (63.5)	3.188 (81.0)
WT 9x129	WT 230x192	129 (192)	10.7 (272)	11.8 (300)	1.28 (32.5)	2.30 (58.4)	3.000 (76.2)
WT 9x117	WT 230x174.5	117 (174)	10.5 (267)	11.7 (297)	1.16 (29.5)	2.11 (53.6)	2.750 (69.9)
WT 9x105.5	WT 230x157.5	105.5 (158)	10.3 (262)	11.6 (295)	1.06 (26.9)	1.91 (48.5)	2.563 (65.1)
WT 9x96	WT 230x143	96.0 (143)	10.2 (259)	11.5 (292)	0.960 (24.4)	1.75 (44.5)	2.438 (61.9)
WT 9x87.5	WT 230x130	87.5 (130)	10.0 (254)	11.4 (290)	0.890 (22.6)	1.59 (40.4)	2.438 (61.9)
WT 9x79	WT 230x117.5	79.0 (118)	9.86 (250)	11.3 (287)	0.810 (20.6)	1.44 (36.6)	2.375 (60.3)
WT 9x71.5	WT 230x106.5	71.5 (106)	9.75 (248)	11.2 (284)	0.730 (18.5)	1.32 (33.5)	2.188 (55.6)
WT 9x65	WT 230x96.5	65.0 (96.5)	9.63 (245)	11.2 (284)	0.670 (17.0)	1.20 (30.5)	2.063 (52.4)
WT 9x59.5	WT 230x88.5	59.5 (88.5)	9.49 (241)	11.3 (287)	0.655 (16.6)	1.06 (26.9)	1.938 (49.2)
WT 9x53	WT 230x79	53.0 (79.0)	9.37 (238)	11.2 (284)	0.590 (15.0)	0.940 (23.9)	1.813 (46.0)
WT 9x48.5	WT 230x72	48.5 (72.0)	9.30 (236)	11.1 (282)	0.535 (13.6)	0.870 (22.1)	1.750 (44.5)
WT 9x43	WT 230x64	43.0 (64.0)	9.20 (234)	11.1 (282)	0.480 (12.2)	0.770 (19.6)	1.625 (41.3)
WT 9x38	WT 230x56.5	38.0 (56.5)	9.11 (231)	11.0 (279)	0.425 (10.8)	0.680 (17.3)	1.563 (39.7)
WT 9x35.5	WT 230x53	35.5 (53.0)	9.24 (235)	7.64 (194)	0.495 (12.6)	0.810 (20.6)	1.500 (38.1)
WT 9x32.5	WT 230x48.5	32.5 (48.5)	9.18 (233)	7.59 (193)	0.450 (11.4)	0.750 (19.1)	1.438 (36.5)
WT 9x30	WT 230x44.5	30.0 (44.5)	9.12 (232)	7.56 (192)	0.415 (10.5)	0.695 (17.7)	1.375 (34.9)
WT 9x27.5	WT 230x41	27.5 (41.0)	9.06 (230)	7.53 (191)	0.390 (9.91)	0.630 (16.0)	1.313 (33.3)
WT 9x25	WT 230x37	25.0 (37.0)	9.00 (229)	7.50 (191)	0.355 (9.02)	0.570 (14.5)	1.250 (31.8)
WT 9x23	WT 230x34	23.0 (34.0)	9.03 (229)	6.06 (154)	0.360 (9.14)	0.605 (15.4)	1.250 (31.8)
WT 9x20	WT 230x30	20.0 (30.0)	8.95 (227)	6.02 (153)	0.315 (8.00)	0.525 (13.3)	1.188 (30.2)
WT 9x17.5	WT 230x26	17.5 (26.0)	8.85 (225)	6.00 (152)	0.300 (7.62)	0.425 (10.8)	1.125 (28.6)
WT 10.5x100.5	WT 265x150	100.5 (150)	11.5 (292)	12.6 (320)	0.910 (23.1)	1.63 (41.4)	2.500 (63.5)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 10.5x91	WT 265x136	91.0 (136)	11.4 (290)	12.5 (318)	0.830 (21.1)	1.48 (37.6)	2.375 (60.3)
WT 10.5x83	WT 265x124	83.0 (124)	11.2 (284)	12.4 (315)	0.750 (19.1)	1.36 (34.5)	2.250 (57.2)
WT 10.5x73.5	WT 265x109.5	73.5 (110)	11.0 (279)	12.5 (318)	0.720 (18.3)	1.15 (29.2)	2.000 (50.8)
WT 10.5x66	WT 265x98	66.0 (98.0)	10.9 (277)	12.4 (315)	0.650 (16.5)	1.04 (26.4)	1.938 (49.2)
WT 10.5x61	WT 265x91	61.0 (91.0)	10.8 (274)	12.4 (315)	0.600 (15.2)	0.960 (24.4)	1.813 (46.0)
WT 10.5x55.5	WT 265x82.5	55.5 (82.5)	10.8 (274)	12.3 (312)	0.550 (14.0)	0.875 (22.2)	1.750 (44.5)
WT 10.5x50.5	WT 265x75	50.5 (75.0)	10.7 (272)	12.3 (312)	0.500 (12.7)	0.800 (20.3)	1.688 (42.9)
WT 10.5x46.5	WT 265x69	46.5 (69.0)	10.8 (274)	8.42 (214)	0.580 (14.7)	0.930 (23.6)	1.625 (41.3)
WT 10.5x41.5	WT 265x61.5	41.5 (61.5)	10.7 (272)	8.36 (212)	0.515 (13.1)	0.835 (21.2)	1.500 (38.1)
WT 10.5x36.5	WT 265x54.5	36.5 (54.5)	10.6 (269)	8.30 (211)	0.455 (11.6)	0.740 (18.8)	1.438 (36.5)
WT 10.5x34	WT 265x50.5	34.0 (50.5)	10.6 (269)	8.27 (210)	0.430 (10.9)	0.685 (17.4)	1.375 (34.9)
WT 10.5x31	WT 265x46	31.0 (46.0)	10.5 (267)	8.24 (209)	0.400 (10.2)	0.615 (15.6)	1.313 (33.3)
WT 10.5x27.5	WT 265x41	27.5 (41.0)	10.4 (264)	8.22 (209)	0.375 (9.53)	0.522 (13.3)	1.188 (30.2)
WT 10.5x24	WT 265x36	24.0 (36.0)	10.3 (262)	8.14 (207)	0.350 (8.89)	0.430 (10.9)	1.125 (28.6)
WT 10.5x28.5	WT 265x42.5	28.5 (42.5)	10.5 (267)	6.56 (167)	0.405 (10.3)	0.650 (16.5)	1.313 (33.3)
WT 10.5x25	WT 265x37	25.0 (37.0)	10.4 (264)	6.53 (166)	0.380 (9.65)	0.535 (13.6)	1.250 (31.8)
WT 10.5x22	WT 265x33	22.0 (33.0)	10.3 (262)	6.50 (165)	0.350 (8.89)	0.450 (11.4)	1.125 (28.6)
WT 12x185	WT 305x275.5	185 (276)	14.0 (356)	13.7 (348)	1.52 (38.6)	2.72 (69.1)	3.625 (92.1)
WT 12x167.5	WT 305x249	167.5 (249)	13.8 (351)	13.5 (343)	1.38 (35.1)	2.48 (63.0)	3.375 (85.7)
WT 12x153	WT 305x227.5	153 (228)	13.6 (345)	13.4 (340)	1.26 (32.0)	2.28 (57.9)	3.188 (81.0)
WT 12x139.5	WT 305x207.5	139.5 (208)	13.4 (340)	13.3 (338)	1.16 (29.5)	2.09 (53.1)	3.000 (76.2)
WT 12x125	WT 305x186	125 (186)	13.2 (335)	13.2 (335)	1.04 (26.4)	1.89 (48.0)	2.813 (71.4)
WT 12x114.5	WT 305x170.5	114.5 (170)	13.0 (330)	13.1 (333)	0.960 (24.4)	1.73 (43.9)	2.625 (66.7)
WT 12x103.5	WT 305x153.5	103.5 (154)	12.9 (328)	13.0 (330)	0.870 (22.1)	1.57 (39.9)	2.500 (63.5)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 12x96	WT 305x142.5	96.0 (142)	12.7 (323)	13.0 (330)	0.810 (20.6)	1.46 (37.1)	2.375 (60.3)
WT 12x88	WT 305x131	88.0 (131)	12.6 (320)	12.9 (328)	0.750 (19.1)	1.34 (34.0)	2.250 (57.2)
WT 12x81	WT 305x120.5	81.0 (120)	12.5 (318)	13.0 (330)	0.705 (17.9)	1.22 (31.0)	2.125 (54.0)
WT 12x73	WT 305x108.5	73.0 (108)	12.4 (315)	12.9 (328)	0.650 (16.5)	1.09 (27.7)	2.000 (50.8)
WT 12x65.5	WT 305x97.5	65.5 (97.5)	12.2 (310)	12.9 (328)	0.605 (15.4)	0.960 (24.4)	1.875 (47.6)
WT 12x58.5	WT 305x87	58.5 (87.0)	12.1 (307)	12.8 (325)	0.550 (14.0)	0.850 (21.6)	1.750 (44.5)
WT 12x52	WT 305x77.5	52.0 (77.5)	12.0 (305)	12.8 (325)	0.500 (12.7)	0.750 (19.1)	1.625 (41.3)
WT 12x51.5	WT 305x76.5	51.5 (76.5)	12.3 (312)	9.00 (229)	0.550 (14.0)	0.980 (24.9)	1.875 (47.6)
WT 12x47	WT 305x70	47.0 (70.0)	12.2 (310)	9.07 (230)	0.515 (13.1)	0.875 (22.2)	1.750 (44.5)
WT 12x42	WT 305x62.5	42.0 (62.5)	12.1 (307)	9.02 (229)	0.470 (11.9)	0.770 (19.6)	1.688 (42.9)
WT 12x38	WT 305x56.5	38.0 (56.5)	12.0 (305)	8.99 (228)	0.440 (11.2)	0.680 (17.3)	1.563 (39.7)
WT 12x34	WT 305x50.5	34.0 (50.5)	11.9 (302)	8.97 (228)	0.415 (10.5)	0.585 (14.9)	1.500 (38.1)
WT 12x31	WT 305x46	31.0 (46.0)	11.9 (302)	7.04 (179)	0.430 (10.9)	0.590 (15.0)	1.500 (38.1)
WT 12x27.5	WT 305x41	27.5 (41.0)	11.8 (300)	7.01 (178)	0.395 (10.0)	0.505 (12.8)	1.438 (36.5)
WT 13.5x269.5	WT 345x401	269.5 (401)	16.3 (414)	15.3 (389)	1.97 (50.0)	3.54 (89.9)	4.438 (113)
WT 13.5x184	WT 345x274	184 (274)	15.2 (386)	14.7 (373)	1.38 (35.1)	2.48 (63.0)	3.375 (85.7)
WT 13.5x168	WT 345x250	168 (250)	15.0 (381)	14.6 (371)	1.26 (32.0)	2.28 (57.9)	3.188 (81.0)
WT 13.5x153.5	WT 345x228.5	153.5 (228)	14.8 (376)	14.4 (366)	1.16 (29.5)	2.09 (53.1)	3.000 (76.2)
WT 13.5x140.5	WT 345x209.5	140.5 (210)	14.6 (371)	14.4 (366)	1.06 (26.9)	1.93 (49.0)	2.813 (71.4)
WT 13.5x129	WT 345x192	129 (192)	14.5 (368)	14.3 (363)	0.980 (24.9)	1.77 (45.0)	2.688 (68.3)
WT 13.5x117.5	WT 345x175	117.5 (175)	14.3 (363)	14.2 (361)	0.910 (23.1)	1.61 (40.9)	2.500 (63.5)
WT 13.5x108.5	WT 345x161.5	108.5 (162)	14.2 (361)	14.1 (358)	0.830 (21.1)	1.50 (38.1)	2.375 (60.3)
WT 13.5x97	WT 345x144.5	97.0 (145)	14.1 (358)	14.0 (356)	0.750 (19.1)	1.34 (34.0)	2.250 (57.2)
WT 13.5x89	WT 345x132.5	89.0 (132)	13.9 (353)	14.1 (358)	0.725 (18.4)	1.19 (30.2)	2.063 (52.4)
WT 13.5x80.5	WT 345x120	80.5 (120)	13.8 (351)	14.0 (356)	0.660 (16.8)	1.08 (27.4)	2.000 (50.8)

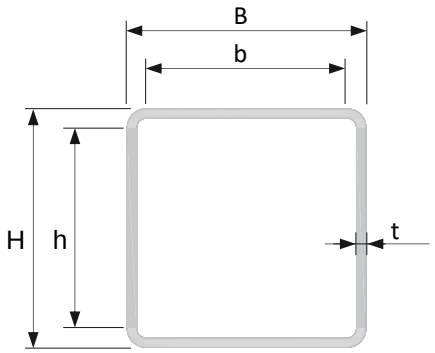
Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 13.5x73	WT 345x108.5	73.0 (108)	13.7 (348)	14.0 (356)	0.605 (15.4)	0.975 (24.8)	1.875 (47.6)
WT 13.5x64.5	WT 345x96	64.5 (96.0)	13.8 (351)	10.0 (254)	0.610 (15.5)	1.10 (27.9)	2.000 (50.8)
WT 13.5x57	WT 345x85	57.0 (85.0)	13.6 (345)	10.1 (257)	0.570 (14.5)	0.930 (23.6)	1.813 (46.0)
WT 13.5x51	WT 345x76	51.0 (76.0)	13.5 (343)	10.0 (254)	0.515 (13.1)	0.830 (21.1)	1.750 (44.5)
WT 13.5x47	WT 345x70	47.0 (70.0)	13.5 (343)	10.0 (254)	0.490 (12.4)	0.745 (18.9)	1.625 (41.3)
WT 13.5x42	WT 345x62.5	42.0 (62.5)	13.4 (340)	10.0 (254)	0.460 (11.7)	0.640 (16.3)	1.563 (39.7)
WT 15x195.5	WT 380x291	195.5 (291)	16.6 (422)	15.6 (396)	1.36 (34.5)	2.44 (62.0)	3.375 (85.7)
WT 15x178.5	WT 380x265.5	178.5 (266)	16.4 (417)	15.5 (394)	1.24 (31.5)	2.24 (56.9)	3.125 (79.4)
WT 15x163	WT 380x242	163 (242)	16.2 (411)	15.4 (391)	1.14 (29.0)	2.05 (52.1)	2.938 (74.6)
WT 15x146	WT 380x217	146 (217)	16.0 (406)	15.3 (389)	1.02 (25.9)	1.85 (47.0)	2.750 (69.9)
WT 15x130.5	WT 380x194.5	130.5 (194)	15.8 (401)	15.2 (386)	0.930 (23.6)	1.65 (41.9)	2.563 (65.1)
WT 15x117.5	WT 380x175	117.5 (175)	15.7 (399)	15.1 (384)	0.830 (21.1)	1.50 (38.1)	2.375 (60.3)
WT 15x105.5	WT 380x157	105.5 (157)	15.5 (394)	15.1 (384)	0.775 (19.7)	1.32 (33.5)	2.250 (57.2)
WT 15x95.5	WT 380x142	95.5 (142)	15.3 (389)	15.0 (381)	0.710 (18.0)	1.19 (30.2)	2.063 (52.4)
WT 15x86.5	WT 380x128.5	86.5 (128)	15.2 (386)	15.0 (381)	0.655 (16.6)	1.07 (27.2)	2.000 (50.8)
WT 15x74	WT 380x110	74.0 (110)	15.3 (389)	10.5 (267)	0.650 (16.5)	1.18 (30.0)	2.063 (52.4)
WT 15x66	WT 380x98	66.0 (98.0)	15.2 (386)	10.5 (267)	0.615 (15.6)	1.00 (25.4)	1.875 (47.6)
WT 15x62	WT 380x92.5	62.0 (92.5)	15.1 (384)	10.5 (267)	0.585 (14.9)	0.930 (23.6)	1.813 (46.0)
WT 15x58	WT 380x86.5	58.0 (86.5)	15.0 (381)	10.5 (267)	0.565 (14.4)	0.850 (21.6)	1.750 (44.5)
WT 15x54	WT 380x80.5	54.0 (80.5)	14.9 (378)	10.5 (267)	0.545 (13.8)	0.760 (19.3)	1.688 (42.9)
WT 15x49.5	WT 380x73.5	49.5 (73.5)	14.8 (376)	10.5 (267)	0.520 (13.2)	0.670 (17.0)	1.563 (39.7)
WT 15x45	WT 380x67	45.0 (67.0)	14.8 (376)	10.4 (264)	0.470 (11.9)	0.610 (15.5)	1.500 (38.1)
WT 16.5x193.5	WT 420x288	193.5 (288)	18.0 (457)	16.2 (411)	1.26 (32.0)	2.28 (57.9)	3.188 (81.0)
WT 16.5x177	WT 420x263.5	177 (264)	17.8 (452)	16.1 (409)	1.16 (29.5)	2.09 (53.1)	2.938 (74.6)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 16.5x159	WT 420x236.5	159 (237)	17.6 (447)	16.0 (406)	1.04 (26.4)	1.89 (48.0)	2.750 (69.9)
WT 16.5x145.5	WT 420x216.5	145.5 (216)	17.4 (442)	15.9 (404)	0.960 (24.4)	1.73 (43.9)	2.625 (66.7)
WT 16.5x131.5	WT 420x196	131.5 (196)	17.3 (439)	15.8 (401)	0.870 (22.1)	1.57 (39.9)	2.438 (61.9)
WT 16.5x120.5	WT 420x179.5	120.5 (180)	17.1 (434)	15.9 (404)	0.830 (21.1)	1.40 (35.6)	2.250 (57.2)
WT 16.5x110.5	WT 420x164.5	110.5 (164)	17.0 (432)	15.8 (401)	0.775 (19.7)	1.28 (32.5)	2.125 (54.0)
WT 16.5x100.5	WT 420x149.5	100.5 (150)	16.8 (427)	15.7 (399)	0.715 (18.2)	1.15 (29.2)	2.000 (50.8)
WT 16.5x84.5	WT 420x125.5	84.5 (125)	16.9 (429)	11.5 (292)	0.670 (17.0)	1.22 (31.0)	2.125 (54.0)
WT 16.5x76	WT 420x113	76.0 (113)	16.7 (424)	11.6 (295)	0.635 (16.1)	1.06 (26.9)	1.938 (49.2)
WT 16.5x70.5	WT 420x105	70.5 (105)	16.7 (424)	11.5 (292)	0.605 (15.4)	0.960 (24.4)	1.813 (46.0)
WT 16.5x65	WT 420x96.5	65.0 (96.5)	16.5 (419)	11.5 (292)	0.580 (14.7)	0.855 (21.7)	1.750 (44.5)
WT 16.5x59	WT 420x88	59.0 (88.0)	16.4 (417)	11.5 (292)	0.550 (14.0)	0.740 (18.8)	1.625 (41.3)
WT 18x326	WT 460x485	325 (485)	20.5 (521)	17.6 (447)	1.97 (50.0)	3.54 (89.9)	4.813 (122)
WT 18x264.5	WT 460x393.5	264.5 (394)	19.9 (505)	17.2 (437)	1.61 (40.9)	2.91 (73.9)	4.188 (106)
WT 18x243.5	WT 460x362.5	243.5 (362)	19.7 (500)	17.1 (434)	1.50 (38.1)	2.68 (68.1)	4.000 (102)
WT 18x220.5	WT 460x328	220.5 (328)	19.4 (493)	17.0 (432)	1.36 (34.5)	2.44 (62.0)	3.750 (95.3)
WT 18x197.5	WT 460x294	197.5 (294)	19.2 (488)	16.8 (427)	1.22 (31.0)	2.20 (55.9)	3.438 (87.3)
WT 18x180.5	WT 460x268.5	180.5 (268)	19.0 (483)	16.7 (424)	1.12 (28.4)	2.01 (51.1)	3.313 (84.1)
WT 18x165	WT 460x245.5	165 (246)	18.8 (478)	16.6 (422)	1.02 (25.9)	1.85 (47.0)	3.125 (79.4)
WT 18x151	WT 460x224.5	151 (224)	18.7 (475)	16.7 (424)	0.945 (24.0)	1.68 (42.7)	3.000 (76.2)
WT 18x141	WT 460x210	141 (210)	18.6 (472)	16.6 (422)	0.885 (22.5)	1.57 (39.9)	2.875 (73.0)
WT 18x131	WT 460x195	131 (195)	18.4 (467)	16.6 (422)	0.840 (21.3)	1.44 (36.6)	2.750 (69.9)
WT 18x123.5	WT 460x184	123.5 (184)	18.3 (465)	16.5 (419)	0.800 (20.3)	1.35 (34.3)	2.625 (66.7)
WT 18x115.5	WT 460x171.9	115.5 (172)	18.2 (464)	16.5 (419)	0.760 (19.3)	1.26 (32.0)	2.563 (65.1)
WT 18x128	WT 460x190.5	128 (190)	18.7 (475)	12.2 (310)	0.960 (24.4)	1.73 (43.9)	2.625 (66.7)
WT 18x116	WT 460x172.5	116 (172)	18.6 (472)	12.1 (307)	0.870 (22.1)	1.57 (39.9)	2.438 (61.9)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 18x105	WT 460x156.5	105 (156)	18.3 (465)	12.2 (310)	0.830 (21.1)	1.36 (34.5)	2.313 (58.7)
WT 18x97	WT 460x144.5	97.0 (144)	18.2 (462)	12.1 (307)	0.765 (19.4)	1.26 (32.0)	2.188 (55.6)
WT 18x91	WT 460x135.5	91.0 (136)	18.2 (462)	12.1 (307)	0.725 (18.4)	1.18 (30.0)	2.125 (54.0)
WT 18x85	WT 460x126.5	85.0 (126)	18.1 (460)	12.0 (305)	0.680 (17.3)	1.10 (27.9)	2.000 (50.8)
WT 18x80	WT 460x119	80.0 (119)	18.0 (457)	12.0 (305)	0.650 (16.5)	1.02 (25.9)	1.938 (49.2)
WT 18x75	WT 460x111.5	75.0 (112)	17.9 (455)	12.0 (305)	0.625 (15.9)	0.940 (23.9)	1.875 (47.6)
WT 18x67.5	WT 460x100.5	67.5 (100)	17.8 (452)	12.0 (305)	0.600 (15.2)	0.790 (20.1)	1.688 (42.9)
WT 20x296.5	WT 500x441.5	296.5 (442)	21.5 (546)	16.7 (424)	1.79 (45.5)	3.23 (82.0)	4.500 (114)
WT 20x251.5	WT 500x374	251.5 (374)	21.0 (533)	16.4 (417)	1.54 (39.1)	2.76 (70.1)	4.000 (102)
WT 20x215.5	WT 500x321	215.5 (321)	20.6 (523)	16.2 (411)	1.34 (34.0)	2.36 (59.9)	3.625 (92.1)
WT 20x198.5	WT 500x295.5	198.5 (296)	20.5 (521)	16.1 (409)	1.22 (31.0)	2.20 (55.9)	3.500 (88.9)
WT 20x186	WT 500x277	186 (277)	20.3 (516)	16.1 (409)	1.16 (29.5)	2.05 (52.1)	3.313 (84.1)
WT 20x181	WT 500x269.5	181 (270)	20.3 (516)	16.0 (406)	1.12 (28.4)	2.01 (51.1)	3.250 (82.6)
WT 20x162	WT 500x241.5	162 (242)	20.1 (511)	15.9 (404)	1.00 (25.4)	1.81 (46.0)	3.063 (77.8)
WT 20x148.5	WT 500x221.5	148.5 (222)	19.9 (505)	15.8 (401)	0.930 (23.6)	1.65 (41.9)	2.938 (74.6)
WT 20x138.5	WT 500x206	138.5 (206)	19.8 (503)	15.8 (401)	0.830 (21.1)	1.58 (40.1)	2.875 (73.0)
WT 20x124.5	WT 500x185.5	124.5 (186)	19.7 (500)	15.8 (401)	0.750 (19.1)	1.42 (36.1)	2.688 (68.3)
WT 20x107.5	WT 500x160.5	107.5 (160)	19.5 (495)	15.8 (401)	0.650 (16.5)	1.22 (31.0)	2.500 (63.5)
WT 20x99.5	WT 500x148	99.5 (148)	19.3 (490)	15.8 (401)	0.650 (16.5)	1.07 (27.2)	2.313 (58.7)
WT 20x196	WT 500x292	196 (292)	20.8 (528)	12.4 (315)	1.42 (36.1)	2.52 (64.0)	3.813 (96.8)
WT 20x165.5	WT 500x247	165.5 (247)	20.4 (518)	12.2 (310)	1.22 (31.0)	2.13 (54.1)	3.375 (85.7)
WT 20x163.5	WT 500x243	163.5 (243)	20.4 (518)	12.1 (307)	1.18 (30.0)	2.13 (54.1)	3.375 (85.7)
WT 20x147	WT 500x219	147 (219)	20.2 (513)	12.0 (305)	1.06 (26.9)	1.93 (49.0)	3.188 (81.0)
WT 20x139	WT 500x207.5	139 (208)	20.1 (511)	12.0 (305)	1.03 (26.2)	1.81 (46.0)	3.063 (77.8)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
WT 20x132	WT 500x196.5	132 (196)	20.0 (508)	11.9 (302)	0.960 (24.4)	1.73 (43.9)	3.000 (76.2)
WT 20x117.5	WT 500x175	117.5 (175)	19.8 (503)	11.9 (302)	0.830 (21.1)	1.58 (40.1)	2.875 (73.0)
WT 20x105.5	WT 500x157	105.5 (157)	19.7 (500)	11.8 (300)	0.750 (19.1)	1.42 (36.1)	2.688 (68.3)
WT 20x91.5	WT 500x136	91.5 (136)	19.5 (495)	11.8 (300)	0.650 (16.5)	1.20 (30.5)	2.500 (63.5)
WT 20x83.5	WT 500x124.5	83.5 (125)	19.3 (490)	11.8 (300)	0.650 (16.5)	1.03 (26.2)	2.313 (58.7)
WT 20x74.5	WT 500x111	74.5 (111)	19.1 (485)	11.8 (300)	0.630 (16.0)	0.83 (21.1)	2.125 (54.0)
WT 22x167.5	WT 550x249.5	167.5 (250)	22.0 (559)	15.9 (404)	1.03 (26.2)	1.77 (45.0)	2.625 (66.7)
WT 22x145	WT 550x216.5	145 (216)	21.8 (554)	15.8 (401)	0.865 (22.0)	1.58 (40.1)	2.438 (61.9)
WT 22x131	WT 550x195	131 (195)	21.7 (551)	15.8 (401)	0.785 (19.9)	1.42 (36.1)	2.250 (57.2)
WT 22x115	WT 550x171.5	115 (172)	21.5 (546)	15.8 (401)	0.710 (18.0)	1.22 (31.0)	2.063 (52.4)

III. Perfil HSS – Rectangular y Cuadrado (ASTM A500 o A1085)



Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 2x2x0.250	HSS 50.8x50.8x6.4	5.41 (8.0)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	0.250 (6.35)
HSS 2x2x0.1875	HSS 50.8x50.8x4.8	4.32 (6.4)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)
HSS 2x2x0.125	HSS 50.8x50.8x3.2	3.05 (4.53)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	0.125 (3.18)
HSS 2x1.5x0.1875	HSS 50.8x38.1x4.8	3.68 (5.46)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	1.50 (38.1)	0.978 (24.8)	0.1875 (4.76)
HSS 2x1.5x0.125	HSS 50.8x38.1x3.2	2.63 (3.9)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	1.50 (38.1)	1.15 (29.2)	0.125 (3.18)
HSS 2x1x0.1875	HSS 50.8x25.4x4.8	3.04 (4.51)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	1.00 (25.4)	0.478 (12.1)	0.1875 (4.76)
HSS 2x1x0.125	HSS 50.8x25.4x3.2	2.20 (3.26)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	1.00 (25.4)	0.652 (16.6)	0.125 (3.18)
HSS 2.25x2.25x0.250	HSS 57.2x57.2x6.4	6.26 (9.26)	2.25 (57.2)	1.55 (39.4)	2.25 (57.2)	1.55 (39.4)	0.250 (6.35)
HSS 2.25x2.25x0.1875	HSS 57.2x57.2x4.8	4.96 (7.35)	2.25 (57.2)	1.73 (43.9)	2.25 (57.2)	1.73 (43.9)	0.1875 (4.76)
HSS 2.25x2.25x0.125	HSS 57.2x57.2x3.2	3.48 (5.16)	2.25 (57.2)	1.90 (48.3)	2.25 (57.2)	1.90 (48.3)	0.125 (3.18)
HSS 2.25x2x0.1875	HSS 57.2x50.8x4.8	4.64 (6.89)	2.25 (57.2)	1.73 (43.9)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)
HSS 2.25x2x0.125	HSS 57.2x50.8x3.2	3.27 (4.85)	2.25 (57.2)	1.90 (48.3)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	0.125 (3.18)
HSS 2.5x2.5x0.3125	HSS 63.5x63.5x7.9	8.45 (12.5)	2.50 (63.5)	1.63 (41.4)	2.50 (63.5)	1.63 (41.4)	0.3125 (7.94)
HSS 2.5x2.5x0.250	HSS 63.5x63.5x6.4	7.11 (10.5)	2.50 (63.5)	1.80 (45.7)	2.50 (63.5)	1.80 (45.7)	0.250 (6.35)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 2.5x2.5x0.1875	HSS 63.5x63.5x4.8	5.59 (8.3)	2.50 (63.5)	1.98 (50.3)	2.50 (63.5)	1.98 (50.3)	0.1875 (4.76)
HSS 2.5x2.5x0.125	HSS 63.5x63.5x3.2	3.90 (5.8)	2.50 (63.5)	2.15 (54.6)	2.50 (63.5)	2.15 (54.6)	0.125 (3.18)
HSS 2.5x2x0.250	HSS 63.5x50.8x6.4	6.26 (9.26)	2.50 (63.5)	1.80 (45.7)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	0.250 (6.35)
HSS 2.5x2x0.1875	HSS 63.5x50.8x4.8	4.96 (7.36)	2.50 (63.5)	1.98 (50.3)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)
HSS 2.5x2x0.125	HSS 63.5x50.8x3.2	3.48 (5.16)	2.50 (63.5)	2.15 (54.6)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	0.125 (3.18)
HSS 2.5x1.5x0.250	HSS 63.5x38.1x6.4	5.41 (8.0)	2.50 (63.5)	1.80 (45.7)	1.50 (38.1)	0.801 (20.3)	0.250 (6.35)
HSS 2.5x1.5x0.1875	HSS 63.5x38.1x4.8	4.32 (6.41)	2.50 (63.5)	1.98 (50.3)	1.50 (38.1)	0.978 (24.8)	0.1875 (4.76)
HSS 2.5x1.5x0.125	HSS 63.5x38.1x3.2	3.05 (4.53)	2.50 (63.5)	2.15 (54.6)	1.50 (38.1)	1.15 (29.2)	0.125 (3.18)
HSS 2.5x1x0.1875	HSS 63.5x25.4x4.8	3.68 (5.46)	2.50 (63.5)	1.98 (50.3)	1.00 (25.4)	0.478 (12.1)	0.1875 (4.76)
HSS 2.5x1x0.125	HSS 63.5x25.4x3.2	2.63 (3.9)	2.50 (63.5)	2.15 (54.6)	1.00 (25.4)	0.652 (16.6)	0.125 (3.18)
HSS 3x3x0.375	HSS 76.2x76.2x9.5	12.17 (18)	3.00 (76.2)	1.95 (49.5)	3.00 (76.2)	1.95 (49.5)	0.375 (9.53)
HSS 3x3x0.3125	HSS 76.2x76.2x7.9	10.58 (15.7)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	0.3125 (7.94)
HSS 3x3x0.250	HSS 76.2x76.2x6.4	8.81 (13.1)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	0.250 (6.35)
HSS 3x3x0.1875	HSS 76.2x76.2x4.8	6.87 (10.2)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	0.1875 (4.76)
HSS 3x3x0.125	HSS 76.2x76.2x3.2	4.75 (7.06)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	0.125 (3.18)
HSS 3x2.5x0.3125	HSS 76.2x63.5x7.9	9.51 (14.1)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	2.50 (63.5)	1.63 (41.4)	0.3125 (7.94)
HSS 3x2.5x0.250	HSS 76.2x63.5x6.4	7.96 (11.8)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	2.50 (63.5)	1.80 (45.7)	0.250 (6.35)
HSS 3x2.5x0.1875	HSS 76.2x63.5x4.8	6.23 (9.27)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	2.50 (63.5)	1.98 (50.3)	0.1875 (4.76)
HSS 3x2.5x0.125	HSS 76.2x63.5x3.2	4.33 (6.43)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	2.50 (63.5)	2.15 (54.6)	0.125 (3.18)
HSS 3x2x0.3125	HSS 76.2x50.8x7.9	8.45 (12.5)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	2.00 (50.8)	1.13 (28.7)	0.3125 (7.94)
HSS 3x2x0.250	HSS 76.2x50.8x6.4	7.11 (10.5)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	0.250 (6.35)
HSS 3x2x0.1875	HSS 76.2x50.8x4.8	5.59 (8.31)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)
HSS 3x2x0.125	HSS 76.2x50.8x3.2	3.90 (5.8)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	0.125 (3.18)
HSS 3x1.5x0.250	HSS 76.2x38.1x6.4	6.26 (9.26)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	1.50 (38.1)	0.801 (20.3)	0.250 (6.35)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 3x1.5x0.1875	HSS 76.2x38.1x4.8	4.96 (7.36)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	1.50 (38.1)	0.978 (24.8)	0.1875 (4.76)
HSS 3x1.5x0.125	HSS 76.2x38.1x3.2	3.48 (5.16)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	1.50 (38.1)	1.15 (29.2)	0.125 (3.18)
HSS 3x1x0.1875	HSS 76.2x25.4x4.8	4.32 (6.41)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	1.00 (25.4)	0.478 (12.1)	0.1875 (4.76)
HSS 3x1x0.125	HSS 76.2x25.4x3.2	3.05 (4.53)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	1.00 (25.4)	0.652 (16.6)	0.125 (3.18)
HSS 3.5x3.5x0.375	HSS 88.9x88.9x9.5	14.72 (21.8)	3.50 (88.9)	2.45 (62.2)	3.50 (88.9)	2.45 (62.2)	0.375 (9.53)
HSS 3.5x3.5x0.3125	HSS 88.9x88.9x7.9	12.7 (18.8)	3.50 (88.9)	2.63 (66.8)	3.50 (88.9)	2.63 (66.8)	0.3125 (7.94)
HSS 3.5x3.5x0.250	HSS 88.9x88.9x6.4	10.51 (15.6)	3.50 (88.9)	2.80 (71.1)	3.50 (88.9)	2.80 (71.1)	0.250 (6.35)
HSS 3.5x3.5x0.1875	HSS 88.9x88.9x4.8	8.15 (12.1)	3.50 (88.9)	2.98 (75.7)	3.50 (88.9)	2.98 (75.7)	0.1875 (4.76)
HSS 3.5x3.5x0.125	HSS 88.9x88.9x3.2	5.61 (8.33)	3.50 (88.9)	3.15 (80.0)	3.50 (88.9)	3.15 (80.0)	0.125 (3.18)
HSS 3.5x2.5x0.375	HSS 88.9x63.5x9.5	12.17 (18)	3.50 (88.9)	2.45 (62.2)	2.50 (63.5)	1.45 (36.8)	0.375 (9.53)
HSS 3.5x2.5x0.3125	HSS 88.9x63.5x7.9	10.58 (15.6)	3.50 (88.9)	2.63 (66.8)	2.50 (63.5)	1.63 (41.4)	0.3125 (7.94)
HSS 3.5x2.5x0.250	HSS 88.9x63.5x6.4	8.81 (13.1)	3.50 (88.9)	2.80 (71.1)	2.50 (63.5)	1.80 (45.7)	0.250 (6.35)
HSS 3.5x2.5x0.1875	HSS 88.9x63.5x4.8	6.87 (10.2)	3.50 (88.9)	2.98 (75.7)	2.50 (63.5)	1.98 (50.3)	0.1875 (4.76)
HSS 3.5x2.5x0.125	HSS 88.9x63.5x3.2	4.75 (7.07)	3.50 (88.9)	3.15 (80.0)	2.50 (63.5)	2.15 (54.6)	0.125 (3.18)
HSS 3.5x2x0.250	HSS 88.9x50.8x6.4	7.96 (11.8)	3.50 (88.9)	2.80 (71.1)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	0.250 (6.35)
HSS 3.5x2x0.1875	HSS 88.9x50.8x4.8	6.23 (9.27)	3.50 (88.9)	2.98 (75.7)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)
HSS 3.5x2x0.125	HSS 88.9x50.8x3.2	4.33 (6.43)	3.50 (88.9)	3.15 (80.0)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	0.125 (3.18)
HSS 3.5x1.5x0.250	HSS 88.9x38.1x6.4	7.11 (10.5)	3.50 (88.9)	2.80 (71.1)	1.50 (38.1)	0.801 (20.3)	0.250 (6.35)
HSS 3.5x1.5x0.1875	HSS 88.9x38.1x4.8	5.59 (8.31)	3.50 (88.9)	2.98 (75.7)	1.50 (38.1)	0.978 (24.8)	0.1875 (4.76)
HSS 3.5x1.5x0.125	HSS 88.9x38.1x3.2	3.90 (5.8)	3.50 (88.9)	3.15 (80.0)	1.50 (38.1)	1.15 (29.2)	0.125 (3.18)
HSS 4x4x0.500	HSS 101.6x101.6x12.7	21.63 (32)	4.00 (102)	2.60 (66.0)	4.00 (102)	2.60 (66.0)	0.500 (12.7)
HSS 4x4x0.375	HSS 101.6x101.6x9.5	17.27 (25.6)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	0.375 (9.53)
HSS 4x4x0.3125	HSS 101.6x101.6x7.9	14.83 (22)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	0.3125 (7.94)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 4x4x0.250	HSS 101.6x101.6x6.4	12.21 (18.1)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	0.250 (6.35)
HSS 4x4x0.1875	HSS 101.6x101.6x4.8	9.42 (14)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	0.1875 (4.76)
HSS 4x4x0.125	HSS 101.6x101.6x3.2	6.46 (9.59)	4.00 (102)	3.65 (92.7)	4.00 (102)	3.65 (92.7)	0.125 (3.18)
HSS 4x3x0.375	HSS 101.6x76.2x9.5	14.72 (21.8)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	3.00 (76.2)	1.95 (49.5)	0.375 (9.53)
HSS 4x3x0.3125	HSS 101.6x76.2x7.9	12.7 (18.8)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	0.3125 (7.94)
HSS 4x3x0.250	HSS 101.6x76.2x6.4	10.51 (15.6)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	0.250 (6.35)
HSS 4x3x0.1875	HSS 101.6x76.2x4.8	8.15 (12.1)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	0.1875 (4.76)
HSS 4x3x0.125	HSS 101.6x76.2x3.2	5.61 (8.33)	4.00 (102)	3.65 (92.7)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	0.125 (3.18)
HSS 4x2.5x0.375	HSS 101.6x63.5x9.5	13.44 (19.9)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	2.50 (63.5)	1.45 (36.8)	0.375 (9.53)
HSS 4x2.5x0.3125	HSS 101.6x63.5x7.9	11.64 (17.3)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	2.50 (63.5)	1.63 (41.4)	0.3125 (7.94)
HSS 4x2.5x0.250	HSS 101.6x63.5x6.4	9.66 (14.3)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	2.50 (63.5)	1.80 (45.7)	0.250 (6.35)
HSS 4x2.5x0.1875	HSS 101.6x63.5x4.8	7.51 (11.2)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	2.50 (63.5)	1.98 (50.3)	0.1875 (4.76)
HSS 4x2.5x0.125	HSS 101.6x63.5x3.2	5.18 (7.7)	4.00 (102)	3.65 (92.7)	2.50 (63.5)	2.15 (54.6)	0.125 (3.18)
HSS 4x2x0.375	HSS 101.6x50.8x9.5	12.17 (18)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	2.00 (50.8)	0.953 (24.2)	0.375 (9.53)
HSS 4x2x0.3125	HSS 101.6x50.8x7.9	10.58 (15.7)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	2.00 (50.8)	1.13 (28.7)	0.3125 (7.94)
HSS 4x2x0.250	HSS 101.6x50.8x6.4	8.81 (13.1)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	0.250 (6.35)
HSS 4x2x0.1875	HSS 101.6x50.8x4.8	6.87 (10.2)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)
HSS 4x2x0.125	HSS 101.6x50.8x3.2	4.75 (7.06)	4.00 (102)	3.65 (92.7)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	0.125 (3.18)
HSS 4.5x4.5x0.500	HSS 114.3x114.3x12.7	25.03 (37.1)	4.50 (114)	3.10 (78.7)	4.50 (114)	3.10 (78.7)	0.500 (12.7)
HSS 4.5x4.5x0.375	HSS 114.3x114.3x9.5	19.82 (29.4)	4.50 (114)	3.45 (87.6)	4.50 (114)	3.45 (87.6)	0.375 (9.53)
HSS 4.5x4.5x0.3125	HSS 114.3x114.3x7.9	16.96 (25.2)	4.50 (114)	3.63 (92.2)	4.50 (114)	3.63 (92.2)	0.3125 (7.94)
HSS 4.5x4.5x0.250	HSS 114.3x114.3x6.4	13.91 (20.7)	4.50 (114)	3.80 (96.5)	4.50 (114)	3.80 (96.5)	0.250 (6.35)
HSS 4.5x4.5x0.1875	HSS 114.3x114.3x4.8	10.7 (15.9)	4.50 (114)	3.98 (101)	4.50 (114)	3.98 (101)	0.1875 (4.76)
HSS 4.5x4.5x0.125	HSS 114.3x114.3x3.2	7.31 (10.9)	4.50 (114)	4.15 (105)	4.50 (114)	4.15 (105)	0.125 (3.18)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 5x5x0.500	HSS 127x127x12.7	28.43 (42.1)	5.00 (127)	3.60 (91.4)	5.00 (127)	3.60 (91.4)	0.500 (12.7)
HSS 5x5x0.375	HSS 127x127x9.5	22.37 (33.2)	5.00 (127)	3.95 (100)	5.00 (127)	3.95 (100)	0.375 (9.53)
HSS 5x5x0.3125	HSS 127x127x7.9	19.08 (28.3)	5.00 (127)	4.13 (105)	5.00 (127)	4.13 (105)	0.3125 (7.94)
HSS 5x5x0.250	HSS 127x127x6.4	15.62 (23.2)	5.00 (127)	4.30 (109)	5.00 (127)	4.30 (109)	0.250 (6.35)
HSS 5x5x0.1875	HSS 127x127x4.8	11.97 (17.8)	5.00 (127)	4.48 (114)	5.00 (127)	4.48 (114)	0.1875 (4.76)
HSS 5x5x0.125	HSS 127x127x3.2	8.16 (12.1)	5.00 (127)	4.65 (118)	5.00 (127)	4.65 (118)	0.125 (3.18)
HSS 5x4x0.500	HSS 127x101.6x12.7	25.03 (37.1)	5.00 (127)	3.60 (91.4)	4.00 (102)	2.60 (66.0)	0.500 (12.7)
HSS 5x4x0.375	HSS 127x101.6x9.5	19.82 (29.4)	5.00 (127)	3.95 (100)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	0.375 (9.53)
HSS 5x4x0.3125	HSS 127x101.6x7.9	16.96 (25.2)	5.00 (127)	4.13 (105)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	0.3125 (7.94)
HSS 5x4x0.250	HSS 127x101.6x6.4	13.91 (20.7)	5.00 (127)	4.30 (109)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	0.250 (6.35)
HSS 5x4x0.1875	HSS 127x101.6x4.8	10.7 (15.9)	5.00 (127)	4.48 (114)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	0.1875 (4.76)
HSS 5x4x0.125	HSS 127x101.6x3.2	7.31 (10.9)	5.00 (127)	4.65 (118)	4.00 (102)	3.65 (92.7)	0.125 (3.18)
HSS 5x3x0.500	HSS 127x76.2x12.7	21.63 (32)	5.00 (127)	3.60 (91.4)	3.00 (76.2)	1.60 (40.6)	0.500 (12.7)
HSS 5x3x0.375	HSS 127x76.2x9.5	17.27 (25.6)	5.00 (127)	3.95 (100)	3.00 (76.2)	1.95 (49.5)	0.375 (9.53)
HSS 5x3x0.3125	HSS 127x76.2x7.9	14.83 (22)	5.00 (127)	4.13 (105)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	0.3125 (7.94)
HSS 5x3x0.250	HSS 127x76.2x6.4	12.21 (18.1)	5.00 (127)	4.30 (109)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	0.250 (6.35)
HSS 5x3x0.1875	HSS 127x76.2x4.8	9.42 (14)	5.00 (127)	4.48 (114)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	0.1875 (4.76)
HSS 5x3x0.125	HSS 127x76.2x3.2	6.46 (9.59)	5.00 (127)	4.65 (118)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	0.125 (3.18)
HSS 5x2.5x0.250	HSS 127x63.5x6.4	11.36 (16.9)	5.00 (127)	4.30 (109)	2.50 (63.5)	1.80 (45.7)	0.250 (6.35)
HSS 5x2.5x0.1875	HSS 127x63.5x4.8	8.78 (13.1)	5.00 (127)	4.48 (114)	2.50 (63.5)	1.98 (50.3)	0.1875 (4.76)
HSS 5x2.5x0.125	HSS 127x63.5x3.2	6.03 (8.96)	5.00 (127)	4.65 (118)	2.50 (63.5)	2.15 (54.6)	0.125 (3.18)
HSS 5x2x0.375	HSS 127x50.8x9.5	14.72 (21.8)	5.00 (127)	3.95 (100)	2.00 (50.8)	0.953 (24.2)	0.375 (9.53)
HSS 5x2x0.3125	HSS 127x50.8x7.9	12.7 (18.8)	5.00 (127)	4.13 (105)	2.00 (50.8)	1.13 (28.7)	0.3125 (7.94)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 5x2x0.250	HSS 127x50.8x6.4	10.51 (15.6)	5.00 (127)	4.30 (109)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	0.250 (6.35)
HSS 5x2x0.1875	HSS 127x50.8x4.8	8.15 (12.1)	5.00 (127)	4.48 (114)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)
HSS 5x2x0.125	HSS 127x50.8x3.2	5.61 (8.33)	5.00 (127)	4.65 (118)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	0.125 (3.18)
HSS 5.5x5.5x0.375	HSS 139.7x139.7x9.5	24.93 (37)	5.50 (140)	4.45 (113)	5.50 (140)	4.45 (113)	0.375 (9.53)
HSS 5.5x5.5x0.3125	HSS 139.7x139.7x7.9	21.21 (31.5)	5.50 (140)	4.63 (118)	5.50 (140)	4.63 (118)	0.3125 (7.94)
HSS 5.5x5.5x0.250	HSS 139.7x139.7x6.4	17.32 (25.7)	5.50 (140)	4.80 (122)	5.50 (140)	4.80 (122)	0.250 (6.35)
HSS 5.5x5.5x0.1875	HSS 139.7x139.7x4.8	13.25 (19.7)	5.50 (140)	4.98 (126)	5.50 (140)	4.98 (126)	0.1875 (4.76)
HSS 5.5x5.5x0.125	HSS 139.7x139.7x3.2	9.01 (13.4)	5.50 (140)	5.15 (131)	5.50 (140)	5.15 (131)	0.125 (3.18)
HSS 6x6x0.625	HSS 152.4x152.4x15.9	42.3 (62.6)	6.00 (152)	4.26 (108)	6.00 (152)	4.26 (108)	0.625 (15.9)
HSS 6x6x0.500	HSS 152.4x152.4x12.7	35.24 (52.2)	6.00 (152)	4.61 (117)	6.00 (152)	4.61 (117)	0.500 (12.7)
HSS 6x6x0.375	HSS 152.4x152.4x9.5	27.48 (40.8)	6.00 (152)	4.95 (126)	6.00 (152)	4.95 (126)	0.375 (9.53)
HSS 6x6x0.3125	HSS 152.4x152.4x7.9	23.34 (34.6)	6.00 (152)	5.13 (130)	6.00 (152)	5.13 (130)	0.3125 (7.94)
HSS 6x6x0.250	HSS 152.4x152.4x6.4	19.02 (28.3)	6.00 (152)	5.30 (135)	6.00 (152)	5.30 (135)	0.250 (6.35)
HSS 6x6x0.1875	HSS 152.4x152.4x4.8	14.53 (21.6)	6.00 (152)	5.48 (139)	6.00 (152)	5.48 (139)	0.1875 (4.76)
HSS 6x6x0.125	HSS 152.4x152.4x3.2	9.86 (14.7)	6.00 (152)	5.65 (144)	6.00 (152)	5.65 (144)	0.125 (3.18)
HSS 6x5x0.500	HSS 152.4x127x12.7	31.84 (47.2)	6.00 (152)	4.61 (117)	5.00 (127)	3.60 (91.4)	0.500 (12.7)
HSS 6x5x0.375	HSS 152.4x127x9.5	24.93 (37)	6.00 (152)	4.95 (126)	5.00 (127)	3.95 (100)	0.375 (9.53)
HSS 6x5x0.3125	HSS 152.4x127x7.9	21.21 (31.5)	6.00 (152)	5.13 (130)	5.00 (127)	4.13 (105)	0.3125 (7.94)
HSS 6x5x0.250	HSS 152.4x127x6.4	17.32 (25.7)	6.00 (152)	5.30 (135)	5.00 (127)	4.30 (109)	0.250 (6.35)
HSS 6x5x0.1875	HSS 152.4x127x4.8	13.25 (19.7)	6.00 (152)	5.48 (139)	5.00 (127)	4.48 (114)	0.1875 (4.76)
HSS 6x5x0.125	HSS 152.4x127x3.2	9.01 (13.4)	6.00 (152)	5.65 (144)	5.00 (127)	4.65 (118)	0.125 (3.18)
HSS 6x4x0.500	HSS 152.4x101.6x12.7	28.43 (42.1)	6.00 (152)	4.61 (117)	4.00 (102)	2.60 (66.0)	0.500 (12.7)
HSS 6x4x0.375	HSS 152.4x101.6x9.5	22.37 (33.2)	6.00 (152)	4.95 (126)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	0.375 (9.53)
HSS 6x4x0.3125	HSS 152.4x101.6x7.9	19.08 (28.4)	6.00 (152)	5.13 (130)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	0.3125 (7.94)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 6x4x0.250	HSS 152.4x101.6x6.4	15.62 (23.2)	6.00 (152)	5.30 (135)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	0.250 (6.35)
HSS 6x4x0.1875	HSS 152.4x101.6x4.8	11.97 (17.8)	6.00 (152)	5.48 (139)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	0.1875 (4.76)
HSS 6x4x0.125	HSS 152.4x101.6x3.2	8.16 (12.1)	6.00 (152)	5.65 (144)	4.00 (102)	3.65 (92.7)	0.125 (3.18)
HSS 6x3x0.500	HSS 152.4x76.2x12.7	25.03 (37.1)	6.00 (152)	4.61 (117)	3.00 (76.2)	1.60 (40.6)	0.500 (12.7)
HSS 6x3x0.375	HSS 152.4x76.2x9.5	19.82 (29.4)	6.00 (152)	4.95 (126)	3.00 (76.2)	1.95 (49.5)	0.375 (9.53)
HSS 6x3x0.3125	HSS 152.4x76.2x7.9	16.96 (25.2)	6.00 (152)	5.13 (130)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	0.3125 (7.94)
HSS 6x3x0.250	HSS 152.4x76.2x6.4	13.91 (20.7)	6.00 (152)	5.30 (135)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	0.250 (6.35)
HSS 6x3x0.1875	HSS 152.4x76.2x4.8	10.7 (15.9)	6.00 (152)	5.48 (139)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	0.1875 (4.76)
HSS 6x3x0.125	HSS 152.4x76.2x3.2	7.31 (10.9)	6.00 (152)	5.65 (144)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	0.125 (3.18)
HSS 6x2x0.375	HSS 152.4x50.8x9.5	17.27 (25.6)	6.00 (152)	4.95 (126)	2.00 (50.8)	0.953 (24.2)	0.375 (9.53)
HSS 6x2x0.3125	HSS 152.4x50.8x7.9	14.83 (22)	6.00 (152)	5.13 (130)	2.00 (50.8)	1.13 (28.7)	0.3125 (7.94)
HSS 6x2x0.250	HSS 152.4x50.8x6.4	12.21 (18.1)	6.00 (152)	5.30 (135)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	0.250 (6.35)
HSS 6x2x0.1875	HSS 152.4x50.8x4.8	9.42 (14)	6.00 (152)	5.48 (139)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)
HSS 6x2x0.125	HSS 152.4x50.8x3.2	6.46 (9.59)	6.00 (152)	5.65 (144)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	0.125 (3.18)
HSS 7x7x0.625	HSS 177.8x177.8x15.9	50.81 (75.3)	7.00 (178)	5.26 (134)	7.00 (178)	5.26 (134)	0.625 (15.9)
HSS 7x7x0.500	HSS 177.8x177.8x12.7	42.05 (62.4)	7.00 (178)	5.60 (142)	7.00 (178)	5.60 (142)	0.500 (12.7)
HSS 7x7x0.375	HSS 177.8x177.8x9.5	32.58 (48.4)	7.00 (178)	5.95 (151)	7.00 (178)	5.95 (151)	0.375 (9.53)
HSS 7x7x0.3125	HSS 177.8x177.8x7.9	27.59 (41)	7.00 (178)	6.13 (156)	7.00 (178)	6.13 (156)	0.3125 (7.94)
HSS 7x7x0.250	HSS 177.8x177.8x6.4	22.42 (33.3)	7.00 (178)	6.30 (160)	7.00 (178)	6.30 (160)	0.250 (6.35)
HSS 7x7x0.1875	HSS 177.8x177.8x4.8	17.08 (25.4)	7.00 (178)	6.48 (165)	7.00 (178)	6.48 (165)	0.1875 (4.76)
HSS 7x7x0.125	HSS 177.8x177.8x3.2	11.56 (17.2)	7.00 (178)	6.65 (169)	7.00 (178)	6.65 (169)	0.125 (3.18)
HSS 7x5x0.500	HSS 177.8x127x12.7	35.24 (52.2)	7.00 (178)	5.60 (142)	5.00 (127)	3.60 (91.4)	0.500 (12.7)
HSS 7x5x0.375	HSS 177.8x127x9.5	27.48 (40.8)	7.00 (178)	5.95 (151)	5.00 (127)	3.95 (100)	0.375 (9.53)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 7x5x0.3125	HSS 177.8x127x7.9	23.34 (34.7)	7.00 (178)	6.13 (156)	5.00 (127)	4.13 (105)	0.3125 (7.94)
HSS 7x5x0.250	HSS 177.8x127x6.4	19.02 (28.3)	7.00 (178)	6.30 (160)	5.00 (127)	4.30 (109)	0.250 (6.35)
HSS 7x5x0.1875	HSS 177.8x127x4.8	14.53 (21.6)	7.00 (178)	6.48 (165)	5.00 (127)	4.48 (114)	0.1875 (4.76)
HSS 7x5x0.125	HSS 177.8x127x3.2	9.86 (14.7)	7.00 (178)	6.65 (169)	5.00 (127)	4.65 (118)	0.125 (3.18)
HSS 7x4x0.500	HSS 177.8x101.6x12.7	31.84 (47.2)	7.00 (178)	5.60 (142)	4.00 (102)	2.60 (66.0)	0.500 (12.7)
HSS 7x4x0.375	HSS 177.8x101.6x9.5	24.93 (37)	7.00 (178)	5.95 (151)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	0.375 (9.53)
HSS 7x4x0.3125	HSS 177.8x101.6x7.9	21.21 (31.5)	7.00 (178)	6.13 (156)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	0.3125 (7.94)
HSS 7x4x0.250	HSS 177.8x101.6x6.4	17.32 (25.7)	7.00 (178)	6.30 (160)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	0.250 (6.35)
HSS 7x4x0.1875	HSS 177.8x101.6x4.8	13.25 (19.7)	7.00 (178)	6.48 (165)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	0.1875 (4.76)
HSS 7x4x0.125	HSS 177.8x101.6x3.2	9.01 (13.4)	7.00 (178)	6.65 (169)	4.00 (102)	3.65 (92.7)	0.125 (3.18)
HSS 7x3x0.500	HSS 177.8x76.2x12.7	28.43 (42.1)	7.00 (178)	5.60 (142)	3.00 (76.2)	1.60 (40.6)	0.500 (12.7)
HSS 7x3x0.375	HSS 177.8x76.2x9.5	22.37 (33.2)	7.00 (178)	5.95 (151)	3.00 (76.2)	1.95 (49.5)	0.375 (9.53)
HSS 7x3x0.3125	HSS 177.8x76.2x7.9	19.08 (28.4)	7.00 (178)	6.13 (156)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	0.3125 (7.94)
HSS 7x3x0.250	HSS 177.8x76.2x6.4	15.62 (23.2)	7.00 (178)	6.30 (160)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	0.250 (6.35)
HSS 7x3x0.1875	HSS 177.8x76.2x4.8	11.97 (17.8)	7.00 (178)	6.48 (165)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	0.1875 (4.76)
HSS 7x3x0.125	HSS 177.8x76.2x3.2	8.16 (12.1)	7.00 (178)	6.65 (169)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	0.125 (3.18)
HSS 7x2x0.250	HSS 177.8x50.8x6.4	13.91 (20.7)	7.00 (178)	6.30 (160)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	0.250 (6.35)
HSS 7x2x0.1875	HSS 177.8x50.8x4.8	10.7 (15.9)	7.00 (178)	6.48 (165)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)
HSS 7x2x0.125	HSS 177.8x50.8x3.2	7.31 (10.9)	7.00 (178)	6.65 (169)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	0.125 (3.18)
HSS 8x8x0.625	HSS 203.2x203.2x15.9	59.32 (88)	8.00 (203)	6.26 (159)	8.00 (203)	6.26 (159)	0.625 (15.9)
HSS 8x8x0.500	HSS 203.2x203.2x12.7	48.85 (72.5)	8.00 (203)	6.60 (168)	8.00 (203)	6.60 (168)	0.500 (12.7)
HSS 8x8x0.375	HSS 203.2x203.2x9.5	37.69 (56)	8.00 (203)	6.95 (177)	8.00 (203)	6.95 (177)	0.375 (9.53)
HSS 8x8x0.3125	HSS 203.2x203.2x7.9	31.84 (47.3)	8.00 (203)	7.13 (181)	8.00 (203)	7.13 (181)	0.3125 (7.94)
HSS 8x8x0.250	HSS 203.2x203.2x6.4	25.82 (38.4)	8.00 (203)	7.30 (185)	8.00 (203)	7.30 (185)	0.250 (6.35)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 8x8x0.1875	HSS 203.2x203.2x4.8	19.63 (29.2)	8.00 (203)	7.48 (190)	8.00 (203)	7.48 (190)	0.1875 (4.76)
HSS 8x8x0.125	HSS 203.2x203.2x3.2	13.26 (19.7)	8.00 (203)	7.65 (194)	8.00 (203)	7.65 (194)	0.125 (3.18)
HSS 8x6x0.625	HSS 203.2x152.4x15.9	50.81 (75.3)	8.00 (203)	6.26 (159)	6.00 (152)	4.26 (108)	0.625 (15.9)
HSS 8x6x0.500	HSS 203.2x152.4x12.7	42.05 (62.4)	8.00 (203)	6.60 (168)	6.00 (152)	4.61 (117)	0.500 (12.7)
HSS 8x6x0.375	HSS 203.2x152.4x9.5	32.58 (48.4)	8.00 (203)	6.95 (177)	6.00 (152)	4.95 (126)	0.375 (9.53)
HSS 8x6x0.3125	HSS 203.2x152.4x7.9	27.59 (41)	8.00 (203)	7.13 (181)	6.00 (152)	5.13 (130)	0.3125 (7.94)
HSS 8x6x0.250	HSS 203.2x152.4x6.4	22.42 (33.3)	8.00 (203)	7.30 (185)	6.00 (152)	5.30 (135)	0.250 (6.35)
HSS 8x6x0.1875	HSS 203.2x152.4x4.8	17.08 (25.4)	8.00 (203)	7.48 (190)	6.00 (152)	5.48 (139)	0.1875 (4.76)
HSS 8x4x0.625	HSS 203.2x101.6x15.9	42.3 (62.6)	8.00 (203)	6.26 (159)	4.00 (102)	2.26 (57.4)	0.625 (15.9)
HSS 8x4x0.500	HSS 203.2x101.6x12.7	35.24 (52.2)	8.00 (203)	6.60 (168)	4.00 (102)	2.60 (66.0)	0.500 (12.7)
HSS 8x4x0.375	HSS 203.2x101.6x9.5	27.48 (40.8)	8.00 (203)	6.95 (177)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	0.375 (9.53)
HSS 8x4x0.3125	HSS 203.2x101.6x7.9	23.34 (34.7)	8.00 (203)	7.13 (181)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	0.3125 (7.94)
HSS 8x4x0.250	HSS 203.2x101.6x6.4	19.02 (28.3)	8.00 (203)	7.30 (185)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	0.250 (6.35)
HSS 8x4x0.1875	HSS 203.2x101.6x4.8	14.53 (21.6)	8.00 (203)	7.48 (190)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	0.1875 (4.76)
HSS 8x4x0.125	HSS 203.2x101.6x3.2	9.86 (14.7)	8.00 (203)	7.65 (194)	4.00 (102)	3.65 (92.7)	0.125 (3.18)
HSS 8x3x0.500	HSS 203.2x76.2x12.7	31.84 (47.2)	8.00 (203)	6.60 (168)	3.00 (76.2)	1.60 (40.6)	0.500 (12.7)
HSS 8x3x0.375	HSS 203.2x76.2x9.5	24.93 (37)	8.00 (203)	6.95 (177)	3.00 (76.2)	1.95 (49.5)	0.375 (9.53)
HSS 8x3x0.3125	HSS 203.2x76.2x7.9	21.21 (31.5)	8.00 (203)	7.13 (181)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	0.3125 (7.94)
HSS 8x3x0.250	HSS 203.2x76.2x6.4	17.32 (25.7)	8.00 (203)	7.30 (185)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	0.250 (6.35)
HSS 8x3x0.1875	HSS 203.2x76.2x4.8	13.25 (19.7)	8.00 (203)	7.48 (190)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	0.1875 (4.76)
HSS 8x3x0.125	HSS 203.2x76.2x3.2	9.01 (13.4)	8.00 (203)	7.65 (194)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	0.125 (3.18)
HSS 8x2x0.375	HSS 203.2x50.8x9.5	22.37 (33.2)	8.00 (203)	6.95 (177)	2.00 (50.8)	0.953 (24.2)	0.375 (9.53)
HSS 8x2x0.3125	HSS 203.2x50.8x7.9	19.08 (28.4)	8.00 (203)	7.13 (181)	2.00 (50.8)	1.13 (28.7)	0.3125 (7.94)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 8x2x0.250	HSS 203.2x50.8x6.4	15.62 (23.2)	8.00 (203)	7.30 (185)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	0.250 (6.35)
HSS 8x2x0.1875	HSS 203.2x50.8x4.8	11.97 (17.8)	8.00 (203)	7.48 (190)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)
HSS 8x2x0.125	HSS 203.2x50.8x3.2	8.16 (12.1)	8.00 (203)	7.65 (194)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	0.125 (3.18)
HSS 9x9x0.625	HSS 228.6x228.6x15.9	67.82 (101)	9.00 (229)	7.26 (184)	9.00 (229)	7.26 (184)	0.625 (15.9)
HSS 9x9x0.500	HSS 228.6x228.6x12.7	55.66 (82.6)	9.00 (229)	7.60 (193)	9.00 (229)	7.60 (193)	0.500 (12.7)
HSS 9x9x0.375	HSS 228.6x228.6x9.5	42.79 (63.6)	9.00 (229)	7.95 (202)	9.00 (229)	7.95 (202)	0.375 (9.53)
HSS 9x9x0.3125	HSS 228.6x228.6x7.9	36.1 (53.6)	9.00 (229)	8.13 (207)	9.00 (229)	8.13 (207)	0.3125 (7.94)
HSS 9x9x0.250	HSS 228.6x228.6x6.4	29.23 (43.4)	9.00 (229)	8.30 (211)	9.00 (229)	8.30 (211)	0.250 (6.35)
HSS 9x9x0.1875	HSS 228.6x228.6x74.8	22.18 (33)	9.00 (229)	8.48 (215)	9.00 (229)	8.48 (215)	0.1875 (4.76)
HSS 9x9x0.125	HSS 228.6x228.6x3.2	14.96 (22.3)	9.00 (229)	8.65 (220)	9.00 (229)	8.65 (220)	0.125 (3.18)
HSS 9x7x0.625	HSS 228.6x177.8x15.9	59.32 (88)	9.00 (229)	7.26 (184)	7.00 (178)	5.26 (134)	0.625 (15.9)
HSS 9x7x0.500	HSS 228.6x177.8x12.7	48.85 (72.5)	9.00 (229)	7.60 (193)	7.00 (178)	5.60 (142)	0.500 (12.7)
HSS 9x7x0.375	HSS 228.6x177.8x9.5	37.69 (56)	9.00 (229)	7.95 (202)	7.00 (178)	5.95 (151)	0.375 (9.53)
HSS 9x7x0.3125	HSS 228.6x177.8x7.9	31.84 (47.4)	9.00 (229)	8.13 (207)	7.00 (178)	6.13 (156)	0.3125 (7.94)
HSS 9x7x0.250	HSS 228.6x177.8x6.4	25.82 (38.4)	9.00 (229)	8.30 (211)	7.00 (178)	6.30 (160)	0.250 (6.35)
HSS 9x7x0.1875	HSS 228.6x177.8x4.8	19.63 (29.3)	9.00 (229)	8.48 (215)	7.00 (178)	6.48 (165)	0.1875 (4.76)
HSS 9x5x0.625	HSS 228.6x127x15.9	50.81 (75.3)	9.00 (229)	7.26 (184)	5.00 (127)	3.26 (82.8)	0.625 (15.9)
HSS 9x5x0.500	HSS 228.6x127x12.7	42.05 (62.4)	9.00 (229)	7.60 (193)	5.00 (127)	3.60 (91.4)	0.500 (12.7)
HSS 9x5x0.375	HSS 228.6x127x9.5	32.58 (48.4)	9.00 (229)	7.95 (202)	5.00 (127)	3.95 (100)	0.375 (9.53)
HSS 9x5x0.3125	HSS 228.6x127x7.9	27.59 (41)	9.00 (229)	8.13 (207)	5.00 (127)	4.13 (105)	0.3125 (7.94)
HSS 9x5x0.250	HSS 228.6x127x6.4	22.42 (33.3)	9.00 (229)	8.30 (211)	5.00 (127)	4.30 (109)	0.250 (6.35)
HSS 9x5x0.1875	HSS 228.6x127x4.8	17.08 (25.4)	9.00 (229)	8.48 (215)	5.00 (127)	4.48 (114)	0.1875 (4.76)
HSS 9x3x0.500	HSS 228.6x76.2x12.7	35.24 (52.2)	9.00 (229)	7.60 (193)	3.00 (76.2)	1.60 (40.6)	0.500 (12.7)
HSS 9x3x0.375	HSS 228.6x76.2x9.5	27.48 (40.8)	9.00 (229)	7.95 (202)	3.00 (76.2)	1.95 (49.5)	0.375 (9.53)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 9x3x0.3125	HSS 228.6x76.2x7.9	23.34 (34.7)	9.00 (229)	8.13 (207)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	0.3125 (7.94)
HSS 9x3x0.250	HSS 228.6x76.2x6.4	19.02 (28.3)	9.00 (229)	8.30 (211)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	0.250 (6.35)
HSS 9x3x0.1875	HSS 228.6x76.2x4.8	14.53 (21.6)	9.00 (229)	8.48 (215)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	0.1875 (4.76)
HSS 10x10x0.625	HSS 254x254x15.9	76.33 (113)	10.0 (254)	8.26 (210)	10.0 (254)	8.26 (210)	0.625 (15.9)
HSS 10x10x0.500	HSS 254x254x12.7	62.46 (92.7)	10.0 (254)	8.60 (218)	10.0 (254)	8.60 (218)	0.500 (12.7)
HSS 10x10x0.375	HSS 254x254x9.5	47.9 (71.2)	10.0 (254)	8.95 (227)	10.0 (254)	8.95 (227)	0.375 (9.53)
HSS 10x10x0.3125	HSS 254x254x7.9	40.35 (60.0)	10.0 (254)	9.13 (232)	10.0 (254)	9.13 (232)	0.3125 (7.94)
HSS 10x10x0.250	HSS 254x254x6.4	32.63 (48.5)	10.0 (254)	9.30 (236)	10.0 (254)	9.30 (236)	0.250 (6.35)
HSS 10x10x0.1875	HSS 254x254x4.8	24.73 (36.8)	10.0 (254)	9.48 (241)	10.0 (254)	9.48 (241)	0.1875 (4.76)
HSS 10x8x0.625	HSS 254x203.2x15.9	67.82 (101)	10.0 (254)	8.26 (210)	8.00 (203)	6.26 (159)	0.625 (15.9)
HSS 10x8x0.500	HSS 254x203.2x12.7	55.66 (82.6)	10.0 (254)	8.60 (218)	8.00 (203)	6.60 (168)	0.500 (12.7)
HSS 10x8x0.375	HSS 254x203.2x9.5	42.79 (63.6)	10.0 (254)	8.95 (227)	8.00 (203)	6.95 (177)	0.375 (9.53)
HSS 10x8x0.3125	HSS 254x203.2x7.9	36.1 (53.7)	10.0 (254)	9.13 (232)	8.00 (203)	7.13 (181)	0.3125 (7.94)
HSS 10x8x0.250	HSS 254x203.2x6.4	29.23 (43.4)	10.0 (254)	9.30 (236)	8.00 (203)	7.30 (185)	0.250 (6.35)
HSS 10x8x0.1875	HSS 254x203.2x4.8	22.18 (33.1)	10.0 (254)	9.48 (241)	8.00 (203)	7.48 (190)	0.1875 (4.76)
HSS 10x6x0.625	HSS 254x152.4x15.9	59.32 (88)	10.0 (254)	8.26 (210)	6.00 (152)	4.26 (108)	0.625 (15.9)
HSS 10x6x0.500	HSS 254x152.4x12.7	48.85 (72.5)	10.0 (254)	8.60 (218)	6.00 (152)	4.61 (117)	0.500 (12.7)
HSS 10x6x0.375	HSS 254x152.4x9.5	37.69 (56)	10.0 (254)	8.95 (227)	6.00 (152)	4.95 (126)	0.375 (9.53)
HSS 10x6x0.3125	HSS 254x152.4x7.9	31.84 (47.4)	10.0 (254)	9.13 (232)	6.00 (152)	5.13 (130)	0.3125 (7.94)
HSS 10x6x0.250	HSS 254x152.4x6.4	25.82 (38.4)	10.0 (254)	9.30 (236)	6.00 (152)	5.30 (135)	0.250 (6.35)
HSS 10x6x0.1875	HSS 254x152.4x4.8	19.63 (29.3)	10.0 (254)	9.48 (241)	6.00 (152)	5.48 (139)	0.1875 (4.76)
HSS 10x5x0.375	HSS 254x127x9.5	35.13 (52.2)	10.0 (254)	8.95 (227)	5.00 (127)	3.95 (100)	0.375 (9.53)
HSS 10x5x0.3125	HSS 254x127x7.9	29.72 (44.2)	10.0 (254)	9.13 (232)	5.00 (127)	4.13 (105)	0.3125 (7.94)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 10x5x0.250	HSS 254x127x6.4	24.12 (35.8)	10.0 (254)	9.30 (236)	5.00 (127)	4.30 (109)	0.250 (6.35)
HSS 10x5x0.1875	HSS 254x127x4.8	18.35 (27.4)	10.0 (254)	9.48 (241)	5.00 (127)	4.48 (114)	0.1875 (4.76)
HSS 10x4x0.625	HSS 254x101.6x15.9	50.81 (75.3)	10.0 (254)	8.26 (210)	4.00 (102)	2.26 (57.4)	0.625 (15.9)
HSS 10x4x0.500	HSS 254x101.6x12.7	42.05 (62.4)	10.0 (254)	8.60 (218)	4.00 (102)	2.60 (66.0)	0.500 (12.7)
HSS 10x4x0.375	HSS 254x101.6x9.5	32.58 (48.4)	10.0 (254)	8.95 (227)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	0.375 (9.53)
HSS 10x4x0.3125	HSS 254x101.6x7.9	27.59 (41)	10.0 (254)	9.13 (232)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	0.3125 (7.94)
HSS 10x4x0.250	HSS 254x101.6x6.4	22.42 (33.3)	10.0 (254)	9.30 (236)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	0.250 (6.35)
HSS 10x4x0.1875	HSS 254x101.6x4.8	17.08 (25.4)	10.0 (254)	9.48 (241)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	0.1875 (4.76)
HSS 10x4x0.125	HSS 254x101.6x3.2	11.56 (17.2)	10.0 (254)	9.65 (245)	4.00 (102)	3.65 (92.7)	0.125 (3.18)
HSS 10x3.5x0.500	HSS 254x88.9x12.7	40.34 (59.8)	10.0 (254)	8.60 (218)	3.50 (88.9)	2.10 (53.3)	0.500 (12.7)
HSS 10x3.5x0.375	HSS 254x88.9x9.5	31.31 (46.5)	10.0 (254)	8.95 (227)	3.50 (88.9)	2.45 (62.2)	0.375 (9.53)
HSS 10x3.5x0.3125	HSS 254x88.9x7.9	26.53 (39.5)	10.0 (254)	9.13 (232)	3.50 (88.9)	2.63 (66.8)	0.3125 (7.94)
HSS 10x3.5x0.250	HSS 254x88.9x6.4	21.57 (32)	10.0 (254)	9.30 (236)	3.50 (88.9)	2.80 (71.1)	0.250 (6.35)
HSS 10x3.5x0.1875	HSS 254x88.9x4.8	16.44 (24.5)	10.0 (254)	9.48 (241)	3.50 (88.9)	2.98 (75.7)	0.1875 (4.76)
HSS 10x3.5x0.125	HSS 254x88.9x3.2	11.13 (16.6)	10.0 (254)	9.65 (245)	3.50 (88.9)	3.15 (80.0)	0.125 (3.18)
HSS 10x3x0.375	HSS 254x76.2x9.5	30.03 (44.6)	10.0 (254)	8.95 (227)	3.00 (76.2)	1.95 (49.5)	0.375 (9.53)
HSS 10x3x0.3125	HSS 254x76.2x7.9	25.46 (37.9)	10.0 (254)	9.13 (232)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	0.3125 (7.94)
HSS 10x3x0.250	HSS 254x76.2x6.4	20.72 (30.8)	10.0 (254)	9.30 (236)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	0.250 (6.35)
HSS 10x3x0.1875	HSS 254x76.2x4.8	15.8 (23.5)	10.0 (254)	9.48 (241)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	0.1875 (4.76)
HSS 10x3x0.125	HSS 254x76.2x3.2	10.71 (15.9)	10.0 (254)	9.65 (245)	3.00 (76.2)	2.65 (67.3)	0.125 (3.18)
HSS 10x2x0.375	HSS 254x50.8x9.5	27.48 (40.8)	10.0 (254)	8.95 (227)	2.00 (50.8)	0.953 (24.2)	0.375 (9.53)
HSS 10x2x0.3125	HSS 254x50.8x7.9	23.34 (34.7)	10.0 (254)	9.13 (232)	2.00 (50.8)	1.13 (28.7)	0.3125 (7.94)
HSS 10x2x0.250	HSS 254x50.8x6.4	19.02 (28.3)	10.0 (254)	9.30 (236)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	0.250 (6.35)
HSS 10x2x0.1875	HSS 254x50.8x4.8	14.53 (21.6)	10.0 (254)	9.48 (241)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)

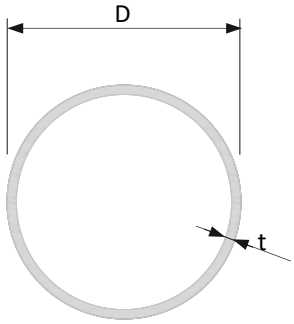
Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 10x2x0.125	HSS 254x50.8x3.2	9.86 (14.7)	10.0 (254)	9.65 (245)	2.00 (50.8)	1.65 (41.9)	0.125 (3.18)
HSS 12x12x0.625	HSS 304.8x304.8x15.9	93.34 (139)	12.0 (305)	10.3 (262)	12.0 (305)	10.3 (262)	0.625 (15.9)
HSS 12x12x0.500	HSS 304.8x304.8x12.7	76.07 (113)	12.0 (305)	10.6 (269)	12.0 (305)	10.6 (269)	0.500 (12.7)
HSS 12x12x0.375	HSS 304.8x304.8x9.5	58.1 (86.3)	12.0 (305)	11.0 (279)	12.0 (305)	11.0 (279)	0.375 (9.53)
HSS 12x12x0.3125	HSS 304.8x304.8x7.9	48.86 (72.6)	12.0 (305)	11.1 (282)	12.0 (305)	11.1 (282)	0.3125 (7.94)
HSS 12x12x0.250	HSS 304.8x304.8x6.4	39.43 (58.6)	12.0 (305)	11.3 (287)	12.0 (305)	11.3 (287)	0.250 (6.35)
HSS 12x12x0.1875	HSS 304.8x304.8x4.8	29.84 (44.4)	12.0 (305)	11.5 (292)	12.0 (305)	11.5 (292)	0.1875 (4.76)
HSS 12x10x0.500	HSS 304.8x254x12.7	69.27 (103)	12.0 (305)	10.6 (269)	10.0 (254)	8.60 (218)	0.500 (12.7)
HSS 12x10x0.375	HSS 304.8x254x9.5	53.0 (78.8)	12.0 (305)	11.0 (279)	10.0 (254)	8.95 (227)	0.375 (9.53)
HSS 12x10x0.3125	HSS 304.8x254x7.9	44.6 (66.4)	12.0 (305)	11.1 (282)	10.0 (254)	9.13 (232)	0.3125 (7.94)
HSS 12x10x0.250	HSS 304.8x254x6.4	36.03 (53.6)	12.0 (305)	11.3 (287)	10.0 (254)	9.30 (236)	0.250 (6.35)
HSS 12x8x0.625	HSS 304.8x203.2x15.9	76.33 (113)	12.0 (305)	10.3 (262)	8.00 (203)	6.26 (159)	0.625 (15.9)
HSS 12x8x0.500	HSS 304.8x203.2x12.7	62.46 (92.7)	12.0 (305)	10.6 (269)	8.00 (203)	6.60 (168)	0.500 (12.7)
HSS 12x8x0.375	HSS 304.8x203.2x9.5	47.9 (71.2)	12.0 (305)	11.0 (279)	8.00 (203)	6.95 (177)	0.375 (9.53)
HSS 12x8x0.3125	HSS 304.8x203.2x7.9	40.35 (60.1)	12.0 (305)	11.1 (282)	8.00 (203)	7.13 (181)	0.3125 (7.94)
HSS 12x8x0.250	HSS 304.8x203.2x6.4	32.63 (48.5)	12.0 (305)	11.3 (287)	8.00 (203)	7.30 (185)	0.250 (6.35)
HSS 12x8x0.1875	HSS 304.8x203.2x4.8	24.73 (36.9)	12.0 (305)	11.5 (292)	8.00 (203)	7.48 (190)	0.1875 (4.77)
HSS 12x6x0.625	HSS 304.8x152.4x15.9	67.82 (101)	12.0 (305)	10.3 (262)	6.00 (152)	4.26 (108)	0.625 (15.9)
HSS 12x6x0.500	HSS 304.8x152.4x12.7	55.66 (82.6)	12.0 (305)	10.6 (269)	6.00 (152)	4.61 (117)	0.500 (12.7)
HSS 12x6x0.375	HSS 304.8x152.4x9.5	42.79 (63.6)	12.0 (305)	11.0 (279)	6.00 (152)	4.95 (126)	0.375 (9.53)
HSS 12x6x0.3125	HSS 304.8x152.4x7.9	36.1 (53.7)	12.0 (305)	11.1 (282)	6.00 (152)	5.13 (130)	0.3125 (7.94)
HSS 12x6x0.250	HSS 304.8x152.4x6.4	29.23 (43.4)	12.0 (305)	11.3 (287)	6.00 (152)	5.30 (135)	0.250 (6.35)
HSS 12x6x0.1875	HSS 304.8x152.4x4.8	22.18 (33.1)	12.0 (305)	11.5 (292)	6.00 (152)	5.48 (139)	0.1875 (4.76)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 12x4x0.625	HSS 304.8x101.6x15.9	59.32 (88.0)	12.0 (305)	10.3 (262)	4.00 (102)	2.26 (57.4)	0.625 (15.9)
HSS 12x4x0.500	HSS 304.8x101.6x12.7	48.85 (72.5)	12.0 (305)	10.6 (269)	4.00 (102)	2.60 (66.0)	0.500 (12.7)
HSS 12x4x0.375	HSS 304.8x101.6x9.5	37.69 (56.0)	12.0 (305)	11.0 (279)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	0.375 (9.53)
HSS 12x4x0.3125	HSS 304.8x101.6x7.9	31.84 (47.4)	12.0 (305)	11.1 (282)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	0.3125 (7.94)
HSS 12x4x0.250	HSS 304.8x101.6x6.4	25.82 (38.4)	12.0 (305)	11.3 (287)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	0.250 (6.35)
HSS 12x4x0.1875	HSS 304.8x101.6x4.8	19.63 (29.3)	12.0 (305)	11.5 (292)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	0.1875 (4.76)
HSS 12x3.5x0.375	HSS 304.8x88.9x9.5	36.41 (54.1)	12.0 (305)	11.0 (279)	3.50 (88.9)	2.45 (62.2)	0.375 (9.53)
HSS 12x3.5x0.3125	HSS 304.8x88.9x7.9	30.78 (45.8)	12.0 (305)	11.1 (282)	3.50 (88.9)	2.63 (66.8)	0.3125 (7.94)
HSS 12x3x0.3125	HSS 304.8x76.2x7.9	29.72 (44.2)	12.0 (305)	11.1 (282)	3.00 (76.2)	2.13 (54.1)	0.3125 (7.94)
HSS 12x3x0.250	HSS 304.8x76.2x6.4	24.12 (35.8)	12.0 (305)	11.3 (287)	3.00 (76.2)	2.30 (58.4)	0.250 (6.35)
HSS 12x3x0.1875	HSS 304.8x76.2x4.8	18.35 (27.4)	12.0 (305)	11.5 (292)	3.00 (76.2)	2.48 (63.0)	0.1875 (4.76)
HSS 12x2x0.3125	HSS 304.8x50.8x7.9	27.59 (41.0)	12.0 (305)	11.1 (282)	2.00 (50.8)	1.13 (28.7)	0.3125 (7.94)
HSS 12x2x0.250	HSS 304.8x50.8x6.4	22.42 (33.3)	12.0 (305)	11.3 (287)	2.00 (50.8)	1.30 (33.0)	0.250 (6.35)
HSS 12x2x0.1875	HSS 304.8x50.8x4.8	17.08 (25.4)	12.0 (305)	11.5 (292)	2.00 (50.8)	1.48 (37.6)	0.1875 (4.76)
HSS 14x14x0.625	HSS 355.6x355.6x15.9	110.36 (164)	14.0 (356)	12.3 (312)	14.0 (356)	12.3 (312)	0.625 (15.9)
HSS 14x14x0.500	HSS 355.6x355.6x12.7	89.68 (133)	14.0 (356)	12.6 (320)	14.0 (356)	12.6 (320)	0.500 (12.7)
HSS 14x14x0.375	HSS 355.6x355.6x9.5	68.31 (102)	14.0 (356)	13.0 (330)	14.0 (356)	13.0 (330)	0.375 (9.53)
HSS 14x14x0.3125	HSS 355.6x355.6x7.9	57.36 (85.3)	14.0 (356)	13.1 (333)	14.0 (356)	13.1 (333)	0.3125 (7.94)
HSS 14x10x0.625	HSS 355.6x254x15.9	93.34 (139)	14.0 (356)	12.3 (312)	10.0 (254)	8.26 (210)	0.625 (15.9)
HSS 14x10x0.500	HSS 355.6x254x12.7	76.07 (113)	14.0 (356)	12.6 (320)	10.0 (254)	8.60 (218)	0.500 (12.7)
HSS 14x10x0.375	HSS 355.6x254x9.5	58.1 (86.4)	14.0 (356)	13.0 (330)	10.0 (254)	8.95 (227)	0.375 (9.53)
HSS 14x10x0.3125	HSS 355.6x254x7.9	48.86 (72.7)	14.0 (356)	13.1 (333)	10.0 (254)	9.13 (232)	0.3125 (7.94)
HSS 14x10x0.250	HSS 355.6x254x6.4	39.43 (58.7)	14.0 (356)	13.3 (338)	10.0 (254)	9.30 (236)	0.250 (6.35)
HSS 14x6x0.625	HSS 355.6x152.4x15.9	76.33 (113)	14.0 (356)	12.3 (312)	6.00 (152)	4.26 (108)	0.625 (15.9)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 14x6x0.500	HSS 355.6x152.4x12.7	62.46 (92.7)	14.0 (356)	12.6 (320)	6.00 (152)	4.61 (117)	0.500 (12.7)
HSS 14x6x0.375	HSS 355.6x152.4x9.5	47.9 (71.2)	14.0 (356)	13.0 (330)	6.00 (152)	4.95 (126)	0.375 (9.53)
HSS 14x6x0.3125	HSS 355.6x152.4x7.9	40.35 (60.0)	14.0 (356)	13.1 (333)	6.00 (152)	5.13 (130)	0.3125 (7.94)
HSS 14x6x0.250	HSS 355.6x152.4x6.4	32.63 (48.6)	14.0 (356)	13.3 (338)	6.00 (152)	5.30 (135)	0.250 (6.35)
HSS 14x6x0.1875	HSS 355.6x152.4x4.8	24.73 (36.7)	14.0 (356)	13.5 (343)	6.00 (152)	5.48 (139)	0.1875 (4.76)
HSS 14x4x0.625	HSS 355.6x101.6x15.9	67.82 (101)	14.0 (356)	12.3 (312)	4.00 (102)	2.26 (57.4)	0.625 (15.9)
HSS 14x4x0.500	HSS 355.6x101.6x12.7	55.66 (82.6)	14.0 (356)	12.6 (320)	4.00 (102)	2.60 (66.0)	0.500 (12.7)
HSS 14x4x0.375	HSS 355.6x101.6x9.5	42.79 (63.6)	14.0 (356)	13.0 (330)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	0.375 (9.53)
HSS 14x4x0.3125	HSS 355.6x101.6x7.9	36.1 (53.7)	14.0 (356)	13.1 (333)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	0.3125 (7.94)
HSS 14x4x0.250	HSS 355.6x101.6x6.4	29.23 (43.5)	14.0 (356)	13.3 (338)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	0.250 (6.35)
HSS 14x4x0.1875	HSS 355.6x101.6x4.8	22.18 (32.9)	14.0 (356)	13.5 (343)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	0.1875 (4.76)
HSS 16x16x0.625	HSS 406.4x406.4x15.9	127.37 (189)	16.0 (406)	14.3 (363)	16.0 (406)	14.3 (363)	0.625 (15.9)
HSS 16x16x0.500	HSS 406.4x406.4x12.7	103.3 (153)	16.0 (406)	14.6 (371)	16.0 (406)	14.6 (371)	0.500 (12.7)
HSS 16x16x0.375	HSS 406.4x406.4x9.5	78.52 (117)	16.0 (406)	15.0 (381)	16.0 (406)	15.0 (381)	0.375 (9.53)
HSS 16x16x0.3125	HSS 406.4x406.4x7.9	65.87 (97.9)	16.0 (406)	15.1 (384)	16.0 (406)	15.1 (384)	0.3125 (7.94)
HSS 16x12x0.625	HSS 406.4x304.8x15.9	110.36 (164)	16.0 (406)	14.3 (363)	12.0 (305)	10.3 (262)	0.625 (15.9)
HSS 16x12x0.500	HSS 406.4x304.8x12.7	89.68 (133)	16.0 (406)	14.6 (371)	12.0 (305)	10.6 (269)	0.500 (12.7)
HSS 16x12x0.375	HSS 406.4x304.8x9.5	68.31 (102)	16.0 (406)	15.0 (381)	12.0 (305)	11.0 (279)	0.375 (9.53)
HSS 16x12x0.3125	HSS 406.4x304.8x7.9	57.36 (85.4)	16.0 (406)	15.1 (384)	12.0 (305)	11.1 (282)	0.3125 (7.94)
HSS 16x8x0.625	HSS 406.4x203.2x15.9	93.34 (139)	16.0 (406)	14.3 (363)	8.00 (203)	6.26 (159)	0.625 (15.9)
HSS 16x8x0.500	HSS 406.4x203.2x12.7	76.07 (113)	16.0 (406)	14.6 (371)	8.00 (203)	6.60 (168)	0.500 (12.7)
HSS 16x8x0.375	HSS 406.4x203.2x9.5	58.1 (86.4)	16.0 (406)	15.0 (381)	8.00 (203)	6.95 (177)	0.375 (9.53)
HSS 16x8x0.3125	HSS 406.4x203.2x7.9	48.86 (72.7)	16.0 (406)	15.1 (384)	8.00 (203)	7.13 (181)	0.3125 (7.94)

Imperial	Métrico	Peso nominal lb/ft (kg/m)	Peralte d plg (mm)	Ancho bf plg (mm)	Espesor del alma tw plg (mm)	Espesor del patín tf plg (mm)	Dimensión k plg (mm)
HSS 16x8x0.250	HSS 406.4x203.2x6.4	39.43 (58.7)	16.0 (406)	15.3 (389)	8.00 (203)	7.30 (185)	0.250 (6.35)
HSS 16x4x0.625	HSS 406.4x101.6x15.9	76.33 (113)	16.0 (406)	14.3 (363)	4.00 (102)	2.26 (57.4)	0.625 (15.9)
HSS 16x4x0.500	HSS 406.4x101.6x12.7	62.46 (92.7)	16.0 (406)	14.6 (371)	4.00 (102)	2.60 (66.0)	0.500 (12.7)
HSS 16x4x0.375	HSS 406.4x101.6x9.5	47.9 (71.2)	16.0 (406)	15.0 (381)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	0.375 (9.53)
HSS 16x4x0.3125	HSS 406.4x101.6x7.9	40.35 (60.0)	16.0 (406)	15.1 (384)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	0.3125 (7.94)
HSS 16x4x0.250	HSS 406.4x101.6x6.4	32.63 (48.6)	16.0 (406)	15.3 (389)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	0.250 (6.35)
HSS 16x4x0.1875	HSS 406.4x101.6x4.8	24.73 (36.7)	16.0 (406)	15.5 (394)	4.00 (102)	3.48 (88.4)	0.1875 (4.76)
HSS 18x6x0.625	HSS 457.2x152.4x15.9	93.34 (139)	18.0 (457)	16.3 (414)	6.00 (152)	4.26 (108)	0.625 (15.9)
HSS 18x6x0.500	HSS 457.2x152.4x12.7	76.07 (113)	18.0 (457)	16.6 (422)	6.00 (152)	4.61 (117)	0.500 (12.7)
HSS 18x6x0.375	HSS 457.2x152.4x9.5	58.1 (86.4)	18.0 (457)	17.0 (432)	6.00 (152)	4.95 (126)	0.375 (9.53)
HSS 18x6x0.3125	HSS 457.2x152.4x7.9	48.86 (72.7)	18.0 (457)	17.1 (434)	6.00 (152)	5.13 (130)	0.3125 (7.94)
HSS 18x6x0.250	HSS 457.2x152.4x6.4	39.43 (58.7)	18.0 (457)	17.3 (439)	6.00 (152)	5.30 (135)	0.250 (6.35)
HSS 20x12x0.625	HSS 508x304.8x15.9	127.37 (189)	20.0 (508)	18.3 (465)	12.0 (305)	10.3 (262)	0.625 (15.9)
HSS 20x12x0.500	HSS 508x304.8x12.7	103.3 (153)	20.0 (508)	18.6 (472)	12.0 (305)	10.6 (269)	0.500 (12.7)
HSS 20x12x0.375	HSS 508x304.8x9.5	78.52 (117)	20.0 (508)	19.0 (483)	12.0 (305)	11.0 (279)	0.375 (9.53)
HSS 20x12x0.3125	HSS 508x304.8x7.9	65.87 (97.9)	20.0 (508)	19.1 (485)	12.0 (305)	11.1 (282)	0.3125 (7.94)
HSS 20x8x0.625	HSS 508x203.2x15.9	110.36 (164)	20.0 (508)	18.3 (465)	8.00 (203)	6.26 (159)	0.625 (15.9)
HSS 20x8x0.500	HSS 508x203.2x12.7	89.68 (133)	20.0 (508)	18.6 (472)	8.00 (203)	6.60 (168)	0.500 (12.7)
HSS 20x8x0.375	HSS 508x203.2x9.5	68.31 (102)	20.0 (508)	19.0 (483)	8.00 (203)	6.95 (177)	0.375 (9.53)
HSS 20x8x0.3125	HSS 508x203.2x7.9	57.36 (85.3)	20.0 (508)	19.1 (485)	8.00 (203)	7.13 (181)	0.3125 (7.94)
HSS 20x4x0.500	HSS 508x101.6x12.7	76.07 (113)	20.0 (508)	18.6 (472)	4.00 (102)	2.60 (66.0)	0.500 (12.7)
HSS 20x4x0.375	HSS 508x101.6x9.5	58.1 (86.4)	20.0 (508)	19.0 (483)	4.00 (102)	2.95 (74.9)	0.375 (9.53)
HSS 20x4x0.3125	HSS 508x101.6x7.9	48.86 (72.7)	20.0 (508)	19.1 (485)	4.00 (102)	3.13 (79.5)	0.3125 (7.94)
HSS 20x4x0.250	HSS 508x101.6x6.4	39.43 (58.7)	20.0 (508)	19.3 (490)	4.00 (102)	3.30 (83.8)	0.250 (6.35)

IV. Perfil HSS – Redondo (ASTM A500 o A1085)



Imperial	Métrico	Peso Nominal lb/ft (kg/m)	Diámetro exterior D in (mm)	Espesor nominal T in (mm)
HSS 20x0.500	HSS 508x12.7	104.00 (155)	20.0 (508)	0.500 (12.7)
HSS 20x0.375	HSS 508x9.5	78.67 (117)	20.0 (508)	0.375 (9.53)
HSS 18x0.500	HSS 457.2x12.7	93.54 (139)	18.0 (457)	0.500 (12.7)
HSS 18x0.375	HSS 457.2x9.5	70.66 (105)	18.0 (457)	0.375 (9.53)
HSS 16x0.625	HSS 406.4x15.9	103.00 (153)	16.0 (406)	0.625 (15.9)
HSS 16x0.500	HSS 406.4x12.7	82.85 (123)	16.0 (406)	0.500 (12.7)
HSS 16x0.438	HSS 406.4x11.1	72.87 (108)	16.0 (406)	0.438 (11.1)
HSS 16x0.375	HSS 406.4x9.5	62.64 (93.2)	16.0 (406)	0.375 (9.53)
HSS 16x0.312	HSS 406.4x7.9	52.32 (77.9)	16.0 (406)	0.312 (7.94)
HSS 16x0.250	HSS 406.4x6.4	42.09 (62.6)	16.0 (406)	0.250 (6.35)
HSS 14x0.625	HSS 355.6x15.9	89.36 (133)	14.0 (356)	0.625 (15.9)
HSS 14x0.500	HSS 355.6x12.7	72.16 (107)	14.0 (356)	0.500 (12.7)
HSS 14x0.375	HSS 355.6x9.5	54.62 (81.3)	14.0 (356)	0.375 (9.53)
HSS 14x0.312	HSS 355.6x7.9	45.65 (67.9)	14.0 (356)	0.312 (7.94)
HSS 14x0.250	HSS 355.6x6.4	36.75 (54.7)	14.0 (356)	0.250 (6.35)
HSS 12.75x0.500	HSS 323.9x12.7	65.48 (97.4)	12.8 (324)	0.500 (12.7)
HSS 12.75x0.375	HSS 323.9x9.5	49.61 (73.8)	12.8 (324)	0.375 (9.53)

Imperial	Métrico	Peso Nominal lb/ft (kg/m)	Diámetro exterior D in (mm)	Espesor nominal T in (mm)
HSS 12.75x0.250	HSS 323.9x6.4	33.41 (49.7)	12.8 (324)	0.250 (6.35)
HSS 10.75x0.500	HSS 273.1x12.7	54.79 (81.5)	10.8 (273)	0.500 (12.7)
HSS 10.75x0.375	HSS 273.1x9.5	41.59 (61.9)	10.8 (273)	0.375 (9.53)
HSS 10.75x0.250	HSS 273.1x6.4	28.06 (41.8)	10.8 (273)	0.250 (6.35)
HSS 10x0.625	HSS 254x15.9	62.64 (93.2)	10.0 (254)	0.625 (15.9)
HSS 10x0.500	HSS 254x12.7	50.78 (75.6)	10.0 (254)	0.500 (12.7)
HSS 10x0.375	HSS 254x9.5	38.58 (57.4)	10.0 (254)	0.375 (9.53)
HSS 10x0.312	HSS 254x7.9	32.31 (48.1)	10.0 (254)	0.312 (7.94)
HSS 10x0.250	HSS 254x6.4	26.06 (38.8)	10.0 (254)	0.250 (6.35)
HSS 10x0.188	HSS 254x4.8	19.72 (29.3)	10.0 (254)	0.188 (4.78)
HSS 9.625x0.500	HSS 244.5x12.7	48.77 (72.6)	9.63 (244)	0.500 (12.7)
HSS 9.625x0.375	HSS 244.5x9.5	37.08 (55.2)	9.63 (244)	0.375 (9.53)
HSS 9.625x0.312	HSS 244.5x7.9	31.06 (46.2)	9.63 (244)	0.312 (7.94)
HSS 9.625x0.250	HSS 244.5x6.4	25.06 (37.3)	9.63 (244)	0.250 (6.35)
HSS 9.625x0.188	HSS 244.5x4.8	18.97 (28.2)	9.63 (244)	0.188 (4.78)
HSS 8.625x0.625	HSS 219.1x15.9	53.45 (79.5)	8.63 (219)	0.625 (15.9)
HSS 8.625x0.500	HSS 219.1x12.7	43.43 (64.6)	8.63 (219)	0.500 (12.7)
HSS 8.625x0.375	HSS 219.1x9.5	33.07 (49.2)	8.63 (219)	0.375 (9.53)
HSS 8.625x0.322	HSS 219.1x8.2	28.58 (42.5)	8.63 (219)	0.322 (8.18)
HSS 8.625x0.250	HSS 219.1x6.4	22.38 (33.3)	8.63 (219)	0.250 (6.35)
HSS 8.625x0.188	HSS 219.1x4.8	16.96 (25.2)	8.63 (219)	0.188 (4.78)
HSS 7.625x0.375	HSS 193.7x9.5	29.06 (43.2)	7.63 (194)	0.375 (9.53)
HSS 7.625x0.328	HSS 193.7x8.3	25.59 (38.1)	7.63 (194)	0.328 (8.33)

Imperial	Métrico	Peso Nominal lb/ft (kg/m)	Diámetro exterior D in (mm)	Espesor nominal T in (mm)
HSS 7.5x0.500	HSS 190.5x12.7	37.42 (55.7)	7.50 (191)	0.500 (12.7)
HSS 7.5x0.375	HSS 190.5x9.5	28.56 (42.5)	7.50 (191)	0.375 (9.53)
HSS 7.5x0.312	HSS 190.5x7.9	23.97 (35.7)	7.50 (191)	0.312 (7.94)
HSS 7.5x0.250	HSS 190.5x6.4	19.38 (28.8)	7.50 (191)	0.250 (6.35)
HSS 7.5x0.188	HSS 190.5x4.8	14.70 (21.9)	7.50 (191)	0.188 (4.78)
HSS 7x0.500	HSS 177.8x12.7	34.74 (51.7)	7.00 (178)	0.500 (12.7)
HSS 7x0.375	HSS 177.8x9.5	26.56 (39.5)	7.00 (178)	0.375 (9.53)
HSS 7x0.312	HSS 177.8x7.9	22.31 (33.2)	7.00 (178)	0.312 (7.94)
HSS 7x0.250	HSS 177.8x6.4	18.04 (26.8)	7.00 (178)	0.250 (6.35)
HSS 7x0.188	HSS 177.8x4.8	13.69 (20.4)	7.00 (178)	0.188 (4.78)
HSS 7x0.125	HSS 177.8x3.2	9.19 (13.7)	7.00 (178)	0.125 (3.18)
HSS 6.875x0.500	HSS 174.6x12.7	34.07 (50.7)	6.88 (175)	0.500 (12.7)
HSS 6.875x0.375	HSS 174.6x9.5	26.06 (38.8)	6.88 (175)	0.375 (9.53)
HSS 6.875x0.312	HSS 174.6x7.9	21.89 (32.6)	6.88 (175)	0.312 (7.94)
HSS 6.875x0.250	HSS 174.6x6.4	17.71 (26.3)	6.88 (175)	0.250 (6.35)
HSS 6.875x0.188	HSS 174.6x4.8	13.44 (20)	6.88 (175)	0.188 (4.78)
HSS 6.625x0.500	HSS 168.3x12.7	32.74 (48.7)	6.63 (168)	0.500 (12.7)
HSS 6.625x0.432	HSS 168.3x11	28.60 (42.6)	6.63 (168)	0.432 (11.1)
HSS 6.625x0.375	HSS 168.3x9.5	25.06 (37.3)	6.63 (168)	0.375 (9.53)
HSS 6.625x0.312	HSS 168.3x7.9	21.06 (31.3)	6.63 (168)	0.312 (7.94)
HSS 6.625x0.280	HSS 168.3x7.1	18.99 (28.3)	6.63 (168)	0.280 (7.11)
HSS 6.625x0.250	HSS 168.3x6.4	17.04 (25.4)	6.63 (168)	0.250 (6.35)
HSS 6.625x0.188	HSS 168.3x4.8	12.94 (19.2)	6.63 (168)	0.188 (4.78)
HSS 6.625x0.125	HSS 168.3x3.2	8.69 (12.9)	6.63 (168)	0.125 (3.18)

Imperial	Métrico	Peso Nominal lb/ft (kg/m)	Diámetro exterior D in (mm)	Espesor nominal T in (mm)
HSS 6x0.500	HSS 152.4x12.7	29.40 (43.7)	6.00 (152)	0.500 (12.7)
HSS 6x0.375	HSS 152.4x9.5	22.55 (33.6)	6.00 (152)	0.375 (9.53)
HSS 6x0.312	HSS 152.4x7.9	18.97 (28.2)	6.00 (152)	0.312 (7.94)
HSS 6x0.280	HSS 152.4x7.1	17.12 (25.5)	6.00 (152)	0.280 (7.11)
HSS 6x0.250	HSS 152.4x6.4	15.37 (22.9)	6.00 (152)	0.250 (6.35)
HSS 6x0.188	HSS 152.4x4.8	11.68 (17.4)	6.00 (152)	0.188 (4.78)
HSS 6x0.125	HSS 152.4x3.2	7.85 (11.7)	6.00 (152)	0.125 (3.18)
HSS 5.563x0.500	HSS 141.3x12.7	27.06 (40.3)	5.56 (141)	0.500 (12.7)
HSS 5.563x0.375	HSS 141.3x9.5	20.80 (30.9)	5.56 (141)	0.375 (9.53)
HSS 5.563x0.258	HSS 141.3x6.6	14.63 (21.8)	5.56 (141)	0.258 (6.55)
HSS 5.563x0.188	HSS 141.3x4.8	10.80 (16.1)	5.56 (141)	0.188 (4.78)
HSS 5.563x0.134	HSS 141.3x3.4	7.78 (11.6)	5.56 (141)	0.134 (3.40)
HSS 5.5x0.500	HSS 139.7x12.7	26.73 (39.8)	5.50 (140)	0.500 (12.7)
HSS 5.5x0.375	HSS 139.7x9.5	20.55 (30.6)	5.50 (140)	0.375 (9.53)
HSS 5.5x0.258	HSS 139.7x6.6	14.46 (21.5)	5.50 (140)	0.258 (6.55)
HSS 5x0.500	HSS 127x12.7	24.05 (35.8)	5.00 (127)	0.500 (12.7)
HSS 5x0.375	HSS 127x9.5	18.54 (27.6)	5.00 (127)	0.375 (9.53)
HSS 5x0.312	HSS 127x7.9	15.64 (23.3)	5.00 (127)	0.312 (7.94)
HSS 5x0.258	HSS 127x6.6	13.08 (19.5)	5.00 (127)	0.258 (6.55)
HSS 5x0.250	HSS 127x6.4	12.69 (18.9)	5.00 (127)	0.250 (6.35)
HSS 5x0.188	HSS 127x4.8	9.67 (14.4)	5.00 (127)	0.188 (4.78)
HSS 5x0.125	HSS 127x3.2	6.51 (9.69)	5.00 (127)	0.125 (3.18)
HSS 4.5x0.375	HSS 114.3x9.5	16.54 (24.6)	4.50 (114)	0.375 (9.53)

Imperial	Métrico	Peso Nominal lb/ft (kg/m)	Diámetro exterior D in (mm)	Espesor nominal T in (mm)
HSS 4.5x0.337	HSS 114.3x8.6	15.00 (22.3)	4.50 (114)	0.337 (8.56)
HSS 4.5x0.237	HSS 114.3x6	10.80 (16.1)	4.50 (114)	0.237 (6.02)
HSS 4.5x0.188	HSS 114.3x4.8	8.67 (12.9)	4.50 (114)	0.188 (4.78)
HSS 4.5x0.125	HSS 114.3x3.2	5.85 (8.7)	4.50 (114)	0.125 (3.18)
HSS 4x0.313	HSS 101.6x8	12.34 (18.4)	4.00 (102)	0.313 (7.94)
HSS 4x0.250	HSS 101.6x6.4	10.00 (14.9)	4.00 (102)	0.250 (6.35)
HSS 4x0.237	HSS 101.6x6	9.53 (14.2)	4.00 (102)	0.237 (6.02)
HSS 4x0.226	HSS 101.6x5.7	9.12 (13.6)	4.00 (102)	0.226 (5.74)
HSS 4x0.220	HSS 101.6x5.6	8.89 (13.2)	4.00 (102)	0.220 (5.59)
HSS 4x0.188	HSS 101.6x4.8	7.66 (11.4)	4.00 (102)	0.188 (4.78)
HSS 4x0.125	HSS 101.6x3.2	5.18 (7.7)	4.00 (102)	0.125 (3.18)
HSS 3.5x0.313	HSS 88.9x8	10.66 (15.9)	3.50 (88.9)	0.313 (7.95)
HSS 3.5x0.300	HSS 88.9x7.6	10.26 (15.3)	3.50 (88.9)	0.300 (7.62)
HSS 3.5x0.250	HSS 88.9x6.4	8.69 (12.9)	3.50 (88.9)	0.250 (6.35)
HSS 3.5x0.216	HSS 88.9x5.5	7.58 (11.3)	3.50 (88.9)	0.216 (5.49)
HSS 3.5x0.203	HSS 88.9x5.2	7.15 (10.6)	3.50 (88.9)	0.203 (5.16)
HSS 3.5x0.188	HSS 88.9x4.8	6.66 (9.9)	3.50 (88.9)	0.188 (4.78)
HSS 3.5x0.125	HSS 88.9x3.2	4.51 (6.71)	3.50 (88.9)	0.125 (3.18)
HSS 3x0.250	HSS 76.2x6.4	7.35 (10.9)	3.00 (76.2)	0.250 (6.35)
HSS 3x0.216	HSS 76.2x5.5	6.43 (9.57)	3.00 (76.2)	0.216 (5.49)
HSS 3x0.203	HSS 76.2x5.2	6.07 (9.03)	3.00 (76.2)	0.203 (5.16)
HSS 3x0.188	HSS 76.2x4.8	5.65 (8.41)	3.00 (76.2)	0.188 (4.78)
HSS 3x0.152	HSS 76.2x3.9	4.63 (6.89)	3.00 (76.2)	0.152 (3.86)
HSS 3x0.134	HSS 76.2x3.4	4.11 (6.11)	3.00 (76.2)	0.134 (3.40)

Imperial	Métrico	Peso Nominal lb/ft (kg/m)	Diámetro exterior D in (mm)	Espesor nominal T in (mm)
HSS 3x0.125	HSS 76.2x3.2	3.84 (5.72)	3.00 (76.2)	0.125 (3.18)
HSS 2.875x0.250	HSS 73x6.4	7.02 (10.4)	2.88 (73.0)	0.250 (6.35)
HSS 2.875x0.203	HSS 73x5.2	5.80 (8.63)	2.88 (73.0)	0.203 (5.16)
HSS 2.875x0.188	HSS 73x4.8	5.40 (8.04)	2.88 (73.0)	0.188 (4.78)
HSS 2.875x0.125	HSS 73x3.2	3.67 (5.47)	2.88 (73.0)	0.125 (3.18)
HSS 2.5x0.250	HSS 63.5x6.4	6.01 (8.95)	2.50 (63.5)	0.250 (6.35)
HSS 2.5x0.188	HSS 63.5x4.8	4.65 (6.91)	2.50 (63.5)	0.188 (4.78)
HSS 2.5x0.125	HSS 63.5x3.2	3.17 (4.72)	2.50 (63.5)	0.125 (3.18)
HSS 2.375x0.250	HSS 60.3x6.4	5.68 (8.45)	2.38 (60.3)	0.250 (6.35)
HSS 2.375x0.218	HSS 60.3x5.5	5.03 (7.48)	2.38 (60.3)	0.218 (5.54)
HSS 2.375x0.188	HSS 60.3x4.8	4.40 (6.54)	2.38 (60.3)	0.188 (4.78)
HSS 2.375x0.154	HSS 60.3x3.9	3.66 (5.44)	2.38 (60.3)	0.154 (3.91)
HSS 2.375x0.125	HSS 60.3x3.2	3.01 (4.47)	2.38 (60.3)	0.125 (3.18)
HSS 1.9x0.188	HSS 48.3x4.8	3.44 (5.12)	1.90 (48.3)	0.188 (4.78)
HSS 1.9x0.145	HSS 48.3x3.7	2.72 (4.05)	1.90 (48.3)	0.145 (3.68)
HSS 1.9x0.120	HSS 48.3x3.0	2.28 (3.4)	1.90 (48.3)	0.120 (3.05)
HSS 1.66x0.140	HSS 42.2x3.6	2.27 (3.38)	1.66 (42.2)	0.140 (3.56)