

# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**VOLÚMEN 6. EDIFICACIÓN.**

**TOMO III. CIMENTACION**

---

**REVISIÓN 2021**

**NORMATIVIDAD E INVESTIGACIÓN**

**INIFED**  
INFRAESTRUCTURA  
EDUCATIVA  
EN LIQUIDACIÓN

**VOLUMEN 6. EDIFICACIÓN.  
TOMO III. Cimentación.**

---

**REVISIÓN 2021**

## ÍNDICE.

<b>1.</b>	<b>CIMENTACIONES</b>	<b>5</b>
1.1	Referencias	5
1.2	Generalidades	5
<b>2.</b>	<b>CONCRETO HIDRÁULICO</b>	<b>6</b>
2.1	Definición	6
2.2	Materiales	6
2.3	Requisitos de ejecución	8
2.4	Equipo	16
2.5	Medición	17
2.6	Base de pago	17
<b>3.</b>	<b>CONCRETO CICLÓPEO</b>	<b>18</b>
3.1	Definición	18
3.2	Requisitos de ejecución	18
3.3	Medición	19
3.4	Base de pago	19
<b>4.</b>	<b>CIMBRA</b>	<b>19</b>
4.1	Definición	19
4.2	Requisitos de ejecución	20
4.3	Medición	22
4.4	Base de pago	22
<b>5.</b>	<b>ACERO PARA CONCRETO HIDRÁULICO</b>	<b>22</b>
5.1	Definición	22
5.2	Requisitos de ejecución	22
5.3	Medición	38
5.4	Base de pago	38
<b>6.</b>	<b>CIMENTACIONES COMPENSADAS</b>	<b>38</b>
6.1	Definición	38
6.2	Requisitos de ejecución	39
6.3	Medición	40
6.4	Base de pago	40

<b>7. PILOTES DE CONCRETO PRECOLADO</b>	<b>40</b>
7.1 Definición	40
7.2 Requisitos de ejecución	40
7.3 Equipo	43
7.4 Medición	44
7.5 Base de pago	44
<b>8. PILOTES DE MADERA</b>	<b>45</b>
8.1 Definición	45
8.2 Requisitos de ejecución	45
8.3 Equipo	47
8.4 Medición	48
8.4 Base de pago	48
<b>ANEXO 1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS VIBRADORES</b>	<b>49</b>

## 1. CIMENTACIONES

La cimentación es la parte de un edificio (subestructura) cuya función es transmitir directamente al suelo las fuerzas que actúen en ella.

### 1.1. REFERENCIAS

Existen conceptos que intervienen o pueden intervenir en las cimentaciones y que son tratados en otros tomos de este Volumen; dichos conceptos deberán sujetarse, en lo que corresponda, a lo indicado en las Generalidades del Tomo I para los materiales, ejecución, medición y base de pago..

CONCEPTO	TOMO	NUMERAL
Generalidades.	Tomo I	1
Trazo y nivelación.	Tomo II	2.1
Desmante.	Tomo II	2.2
Trasplante de especies vegetales.	Tomo II	2.3
Despalme.	Tomo II	2.4
Excavaciones.	Tomo II	2.6
Rellenos.	Tomo II	2.7
Plantilla sobre la superficie de desplante.	Tomo II	2.8
Mampostería de piedra.	Tomo II	2.9
Señalamiento de protección en obras.	Tomo II	2.16

### 1.2. GENERALIDADES

El proyecto fijará en cada caso el tipo de cimentación y el procedimiento constructivo que deberá seguirse según las características y capacidades de carga del suelo de acuerdo con los resultados y recomendaciones de las pruebas geotécnicas correspondientes.

Las edificaciones no podrán desplantarse en ningún caso sobre tierra vegetal, suelos o rellenos sueltos, material producto de excavación, relleno sanitario o desechos. Sólo será aceptable cimentar sobre terreno natural competente o rellenos artificiales que no incluyan materiales degradables y hayan sido adecuadamente compactados.

Los procedimientos constructivos para las excavaciones, mejoramiento del suelo, material de sustitución (rellenos), compactación, obras de drenaje y/o abatimiento de aguas superficiales y otros que se requieran, se indicarán en el proyecto y seguirán las recomendaciones de la mecánica de suelos.

El suelo de cimentación deberá protegerse contra el deterioro por intemperismo, arrastre por flujo de aguas superficiales o subterráneas y secado local por la operación de calderas o equipos similares.

En suelos de baja compresibilidad y alta capacidad de carga, deberá cuidarse de no desplantar a poca profundidad, ya que podría haber falta de longitud de anclaje del acero de refuerzo de las columnas de planta baja.

Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar que en la superficie de apoyo de la cimentación se presenten alteraciones del suelo durante la construcción por saturación o remoldeo.

La cimentación se desplantará sobre una plantilla de concreto con un  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup> y seis (6) cm de espesor, a menos que el proyecto indique otra cosa.

Toda edificación deberá separarse de sus linderos no menos de cinco (5) centímetros ni menos de lo que señale el proyecto.

## **2. CONCRETO HIDRÁULICO**

### **2.1 DEFINICIÓN**

Es una combinación de cemento Portland, agregados pétreos finos y gruesos seleccionados, agua y aditivos para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente.

Para efectos de esta norma, el concreto hidráulico se clasificará en:

a. Concreto normal.

Aquel que se elabora con agregados pétreos densos para alcanzar una masa volumétrica seca mayor de dos mil (2,000) kilogramos por metro cúbico una vez compactado.

b. Concreto ligero.

Aquel que se elabora con agregados pétreos de baja densidad para alcanzar una masa volumétrica seca menor de dos mil (2,000) kilogramos por metro cúbico una vez compactado.

c. Concreto ciclópeo.

Es aquel que está formado por una mezcla cuyos pétreos se componen hasta en un sesenta (60) por ciento por fragmentos de roca con una masa máxima de treinta (30) kilogramos por pieza, que se colocan a mano embebidos en el concreto normal, en su lugar definitivo en la obra.

### **2.2 MATERIALES**

Los materiales que se emplean en la fabricación del concreto hidráulico son los siguientes:

Cemento Portland o Portland Puzolanico Agua.

Agregado fino. Agregado grueso. Aditivos.

Los materiales deberán cumplir con lo especificado en estas normas. Los

elementos de concreto deberán tener la resistencia especificada en el proyecto. En caso contrario se demolerán y sustituirán.

Cuando el proyecto y/o la Supervisión no indiquen el tipo de cemento que se debe usar en una obra, se entenderá que se trata de cemento Portland ordinario.

**Tabla 1. Tipo y denominación del cemento.**

<b>TIPO</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>
CPO	Cemento Portland Ordinario.
CPP	Cemento Portland Puzolanico.
CPEG	Cemento Portland con Escoria.
CPC	Cemento Portland Compuesto.
CPS	Cemento Portland con Humo de Sílice.
CEG	Cemento con Escoria Granulada de Alto Horno.

**Tabla 2. Tipos de cementos por sus características y clase resistente**

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CLASE RESISTENTE</b>
RS	Resistente a los Sulfatos.	20 20R
BRA	Baja reactividad Alkali agregado.	30 30R
BCH	Bajo calor de Hidratación.	40 40R
B	Blanco.	

Los materiales pétreos serán aprobados por la supervisión.

Los agregados pétreos finos son los constituidos por arena natural o materiales inertes con características similares, con granos limpios, duros y libres de materia orgánica o lodos y diámetros menores de un (1) centímetro (3/8").

Los agregados pétreos gruesos están contruidos por piedra triturada, grava de río, escorias u otros materiales inertes, con diámetros mayores de (1) centímetro (3/8") hasta dos punto cinco (2.5) centímetros (1"). Se verificará el coeficiente volumétrico de la grava (0.2) y el porcentaje de material que pasa la malla 200 (15%) a partir de muestras tomadas del sitio en que se encuentran almacenados los materiales pétreos que se usarán en la obra.

Durante el almacenamiento y manejo de los agregados pétreos, se tomarán las previsiones para evitar que se altere su composición granulométrica, que se mezclen entre sí los agregados de diferente granulometría y que se contaminen con polvo u otras materias extrañas.

El agua que se utilice en la construcción del concreto hidráulico debe estar exenta de aceites, ácidos, álcalis, materias orgánicas u otras sustancias perjudiciales. Debe evitarse la utilización de agua con un contenido de cloruros mayor de cinco por ciento (5%) y en ningún caso se utilizará agua de mar.

El agua estará limpia y libre de materia orgánica o de cualquier otra sustancia que afecte la calidad del concreto.

El proyecto establecerá si es necesaria la utilización de aditivos, si el contratista propone su utilización, la justificará mediante un estudio técnico que deberá analizarse y aprobarse por la supervisión y que deberá contener, como mínimo, las especificaciones y pruebas de calidad, los procedimientos para el manejo, uso y aplicación.

Los aditivos que se utilicen en la elaboración del concreto hidráulico podrán ser de los tipos siguientes:

- Aditivos reductores de agua.
- Agentes inclusores de aire.
- Puzolanas.
- Aditivos retardantes y acelerantes del fraguado.

En ningún caso se autorizará el empleo de aditivos que contengan cloruros.

### **2.3 REQUISITOS DE EJECUCIÓN.**

No se elaborará ni colocará concreto hidráulico cuando:

- a) Exista amenaza de lluvia o esté lloviendo. Cuando se presente lluvia durante la colocación, se protegerán las superficies de concreto fresco para evitar deslaves o defectos en el acabado.
- b) La temperatura ambiente sea menor a cinco (5°) grados Celsius, con la excepción de aquellos casos en que se utilicen los aditivos señalados en el proyecto o aprobados por la supervisión.
- c) La evaporación sobre la superficie del concreto sea mayor de un (1) kilogramo por metro cuadrado por hora.

Los materiales pétreos, el cemento Portland y los aditivos que se utilicen en la elaboración del concreto hidráulico, se mezclarán en las proporciones necesarias para producir un concreto homogéneo.

Será responsabilidad del contratista llevar a cabo las pruebas de laboratorio que determinen que la proporción utilizada cumple con las características establecidas en el proyecto.

El muestreo del cemento para ensaye se hará en la propia obra antes de que sea empleado.

El Contratista deberá dar aviso por escrito a la Supervisión antes de colar el concreto de cualquier estructura o parte de ella, para permitir la inspección de la elevación de los desplantes, la solidez, dimensiones y demás requisitos de los moldes y de la obra falsa; la correcta colocación y firmeza del acero para concreto, la colocación de ductos, etc.

Inmediatamente antes del colado, toda la superficie por cubrir estará debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo o grasa; si así lo indica el proyecto, la superficie por cubrir se mantendrá húmeda desde el momento en que se termine la limpieza, hasta la colocación del concreto hidráulico.

a. Elaboración del concreto.

El concreto podrá elaborarse en planta o en obra, siempre que en la última se cuente con el equipo apropiado para producir un concreto con las características señaladas en el proyecto.

Cuando se utilicen aditivos, se observarán las recomendaciones del fabricante para su incorporación al concreto.

La mezcla no debe permanecer más de veinte (20) minutos en la revolvedora después de terminado el mezclado; si por algún motivo la revoltura permanece más tiempo del señalado, se desechará y no será objeto de medición y pago. Si por alguna razón la mezcla no fue vaciada inmediatamente después del mezclado, antes de vaciarla se volverá a mezclar por lo menos durante un (1) minuto.

El contenido de la revolvedora se retirará por completo del tambor antes de que los materiales para la siguiente revoltura sean introducidos en el mismo.

Cuando se suspenda el trabajo de una revolvedora por más de treinta (30) minutos, se lavará la tolva, el tambor y los canales, retirando completamente los residuos de concreto antes de volver a utilizarla.

El concreto podrá dosificarse y fabricarse manualmente en la obra para la construcción de elementos no estructurales; cuando una parte de la revoltura se seque o comience a fraguar o haya transcurrido más de una (1) hora al momento de su colocación, la mezcla se desechará y no será objeto de medición y pago.

Cuando la supervisión autorice que la mezcla de los materiales se haga a mano, se usarán siempre artesas o tarimas estancas; sobre las que se extenderá primero la arena y encima, uniformemente, el cemento. Ambos se mezclarán en seco, perfectamente traspaleándolos varias veces hasta que la mezcla presente un

color uniforme, en seguida se volverá a extender, se añadirá el agregado grueso y se mezclará en la misma forma.

Una vez obtenido un color uniforme, se abrirá un cráter en la revoltura y se depositará el agua necesaria, sobre la cual se irán derrumbando las orillas del cráter, después se revolverá el conjunto traspaleando de uno a otro lado en ambos sentidos por lo menos seis (6) veces, hasta que presente un aspecto uniforme.

Desde el momento en que se inicie el agregado del agua hasta que se deposite en los moldes, no deberán transcurrir más de treinta (30) minutos y por ningún motivo se agregará más agua después de este tiempo.

Cada revoltura hecha a mano se limitará a una mezcla cuyo contenido de cemento no sea mayor de tres (3) sacos de cincuenta (50) kilogramos. Si una parte de la revoltura se seca o comienza a fraguar, no deberá emplearse en la obra.

Por ningún motivo se autorizará concreto elaborado a mano para el colado de elementos estructurales.

b. Transportación del concreto.

Durante la transportación del concreto, se utilizarán métodos y equipos que prevengan su contaminación, la segregación o pérdida de ingredientes.

Las carretillas solo se podrán usar para transportar volúmenes reducidos de concreto de consistencia plástica o semiplástica a distancias cortas. Las carretillas estarán previstas de llantas neumáticas para evitar el efecto de las vibraciones.

El transporte del concreto en camiones de volteo únicamente se permitirá si las cajas son estancas y de forma adecuada, para tiempos de recorrido menores de una (1) hora y cuando las mezclas sean de consistencia plástica o semiplástica.

Cuando se utilicen camiones mezcladores o agitadores, se llenará como máximo al ochenta (80) por ciento de su capacidad. La descarga del concreto se completará dentro de la hora y media inmediata o antes de que la olla del camión mezclador haya girado trescientas (300) vueltas, lo que suceda primero, después de la incorporación del agua a los materiales mezclados.

El equipo de bombeo se instalará fuera de la zona de colado para evitar vibraciones que afecten el concreto fresco; la operación de bombeo se hará con flujo continuo de la revoltura.

Para que el concreto pueda bombearse con facilidad, la mezcla será plástica, cohesiva y de consistencia media.

Antes de iniciar el bombeo, se lubricará la tubería mediante el bombeo de un mortero cemento – arena de la misma dosificación que la fijada para el concreto. Cuando se suspenda el bombeo durante veinte (20) minutos o al término de cada colado, la revoltura que permanezca en la tubería se removerá y desechará y todo el equipo se lavará.

A menos que le proyecto indique otra cosa, no se emplearán revenimientos menores a cinco (5) centímetros ni mayores de doce (12) centímetros.

c. Colado.

La contratista deberá notificar a la supervisión o el contratante para autorización con veinticuatro (24) horas de anticipación sobre el colado de cualquier estructura o parte de ella. El concreto que se haya colado sin autorización, será reemplazado.

El colado será continuo hasta la terminación del elemento estructural o hasta la junta de construcción indicada en el proyecto; cuando sea necesario que el colado de elementos estructurales como muros, columnas o pilas, se efectúe en etapas, éstas se indicarán en el proyecto. La superficie libre de la última capa que se cuele, ya sea por suspensión temporal del trabajo o por terminar las labores del día, se limpiará tan pronto como haya fraguado lo suficiente para conservar su forma.

Se colará por frentes continuos, cubriendo toda la sección del elemento estructural.

No se dejará caer la revoltura desde alturas mayores de uno punto cinco (1.5) metros, ni se amontonará para después extenderla en los moldes.

El lapso entre un vaciado y el siguiente para el mismo frente de colado, será como máximo de treinta (30) minutos.

d. Vibrado.

La colocación y acomodo del concreto se hará, llenando totalmente las cimbras o moldes, sin dejar huecos dentro de la masa de concreto con vibradores de inmersión.

Se empleará el número suficiente de vibradores para asegurar un correcto acomodo de la revoltura, de acuerdo con el volumen de concreto que se coloque.

Los vibradores se operarán verticalmente. Cuando el concreto se coloque en diferentes capas, la cabeza vibradora penetrará aproximadamente cinco centímetros en la capa subyacente, la que estará en estado plástico y sin haber alcanzado su fraguado inicial.

Cuando, con la aprobación de la supervisión, no se usen vibradores, la revoltura

deberá acomodarse perfectamente picándola con varillas metálicas del diámetro y en la cantidad requerida a juicio de la Supervisión. Solo se permitirá no usar el vibrador en elementos no estructurales.

En las áreas en que se deposite concreto fresco sobre concreto previamente colocado, se hará una vibración mayor a la usual.

e. Juntas de construcción.

Las juntas de construcción se harán en los lugares y forma fijados en el proyecto y/u ordenados por la Supervisión.

Para ligar concreto fresco con otro ya fraguado, se observarán las recomendaciones siguientes:

Para ligar concreto fresco con otro ya fraguado, transcurridas de diez (10) a setenta y dos (72) horas de terminado el colado, se procederá a picar con cincel la superficie y lavar con agua a poca presión para quitar una capa de cero punto cinco (0.5) centímetros de espesor aproximadamente, con objeto de tener una superficie rugosa y resistente.

Si por alguna circunstancia no se efectuó lo anterior y la continuación del colado se realiza después de setenta y dos (72) horas, la remoción de la capa superior de cero punto cinco (0.5) cm de espesor se hará con la herramienta adecuada y después se lavará con abundante agua al mismo tiempo que se cepillará la superficie con un cepillo de alambre. Terminada la limpieza, las juntas estarán libres de material suelto y permanecerán húmedas hasta que continúe el colado.

Antes de reiniciar el colado se revisarán los moldes y se reajustarán en caso necesario.

Inmediatamente antes de colar el nuevo concreto, se aplicará a la junta una lechada de cemento cuya relación agua – cemento sea la empleada en el concreto o con el material (adhesivos, juntas ojilladas, etc.) indicado en el proyecto o por la supervisión..

En caso de suspender el colado fuera de una junta de construcción preestablecida, se demolerá todo el concreto hasta llegar a la junta de construcción previa.

f. Fraguado y curado.

Una vez iniciado el fraguado y por lo menos durante las primeras cuarenta y ocho (48) horas de efectuado el colado, se evitarán sacudidas, movimientos bruscos y movimientos en las varillas que sobresalgan que interrumpan el estado de reposo y alteren el acabado superficial.

Se evitará la pérdida de agua del concreto para que alcance su resistencia y durabilidad potencial, protegiéndolo mediante el curado especificado en el proyecto.

Se aplicarán riegos de agua sobre las superficies expuestas y los moldes durante siete (7) días cuando se empleen cementos Portland de clase resistente de 20, 30 y 40 y durante tres (3) días cuando se utilice cemento Portland de clase resistente de 30R y 40R.

El agua que se utilice para el curado, será de la misma calidad que la que se emplee en la elaboración del concreto.

Cuando así se indique en el proyecto o autorice la supervisión también se podrán utilizar los siguientes métodos de curado:

- a. Membrana impermeable
- b. Superficies expuestas con arena o mantas
- c. Vapor de agua
- d. o cualquier otro procedimiento indicado por el proyecto o la supervisión
- e. Descimbrado.

Una vez que el concreto haya adquirido la resistencia adecuada para sostenerse a sí mismo y resistir cargas adicionales a la propia, se procederá a efectuar el descimbrado, que dependerá de la forma y dimensiones del elemento a descimbrar.

En elementos que no estén sujetos a cargas, tales como guarniciones, banquetas y parapetos, los moldes de superficies verticales se podrán remover a partir de doce (12) a cuarenta y ocho (48) horas después de efectuarse el colado, según las condiciones de la obra.

**Tabla 3. Tiempo (días) recomendable para descimbrar después de cimbrar.**

ELEMENTO ESTRUCTURAL	CLASE RESISTENTE DEL CEMENTO PORTLAND	
	20, 30 Y 40	30R Y 40R
Bóvedas.	14	7
Trabes.	14	7
Losas de piso.	14	7
Columnas.	2	1
Muros.	2	1
Costados de trabes y de losas	2	1

Nota: Cuando el peso muerto sea de consideración, el proyecto fijará el plazo mínimo en cada caso.

La remoción de las cimbras, moldes y obras falsas, y sus apoyos tales como cuñas, cajones de arena, gatos y otros dispositivos, se hará de manera que permitan que la estructura tome sus esfuerzos gradualmente.

Al descimbrar las losas, se aflojarán los puntales poco a poco y uniformemente, empezando del centro hacia los apoyos laterales.

Cuando se retiren las cimbras o moldes antes de concluir con el periodo de curado especificado, se continuará con dicho curado conforme a lo indicado en el apartado f. de esta norma.

En el caso de elementos estructurales fabricados con cementos Portland de clase resistente 20, 30 y 40, las cargas totales de proyecto se aplicarán una vez transcurridos veintiocho (28) días después de terminado el colado; pueden cargarse parcialmente a los veintiún (21) días después de terminado el colado cuando así lo indique el proyecto. Si se usan cementos Portland de clase resistente de 30R y 40R o aditivos, se modificarán los periodos anteriores, previa autorización del contratante o la supervisión.

#### h. Pruebas de calidad. Muestreo del cemento

El ensaye se hará en la propia obra antes de que sea empleado; la supervisión podrá muestrear el cemento en cualquier momento y, de acuerdo con el resultado que se obtenga en el laboratorio, podrá aceptarlo o rechazarlo.

Independientemente de lo anterior, el contratista deberá indicar cuál es el lote de cemento que va emplear en la obra para hacer el muestreo y el ensaye del mismo antes de que se empiece a usar.

Ningún cemento de marca nueva o sin antecedentes de buena calidad será autorizado por la supervisión hasta que se hayan hecho, en forma periódica por un plazo mínimo de seis (6) meses, doce (12) ensayes cuyos resultados sean satisfactorios. Excepcionalmente y cuando la supervisión lo autorice podrá usarse un cemento de marca nueva o sin antecedentes, siempre y cuando se hagan pruebas de laboratorio del lote que se vaya a utilizar y que estas pruebas den resultados satisfactorios.

#### Resistencia a la compresión del concreto hidráulico

La calidad del concreto endurecido se verificará mediante pruebas de resistencia a compresión en cilindros fabricados, curados y aprobados de acuerdo con las normas Industria de la construcción NMX-C-160-ONNCCE-2004 "Industria de la construcción – Concreto – Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto" y NMX-C-083-ONNCCE-2002 "Industria de la construcción – Concreto – Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto – Método de prueba", en un laboratorio acreditado por el Sistema Nacional de

Acreditamiento.

A los veintiocho (28) días de edad, el (fc) se determinará en los especímenes seleccionados por la supervisión.

Cuando la mezcla de concreto se elabora para obtener la resistencia especificada a catorce (14) días, las pruebas se afectarán en este lapso, de lo contrario, deberán efectuarse a los veintiocho (28) días.

Para verificar la resistencia a compresión de concreto con las mismas características y nivel de resistencia, se tomará como mínimo una muestra por cada día de colado, pero no menos de una por cada cuarenta (40) m<sup>3</sup> de concreto. De cada muestra se fabricará y ensayará una pareja de cilindros.

A menos que el proyecto indique otra cosa, la resistencia promedio de cada cinco (5) especímenes consecutivos, será igual o mayor que la resistencia establecida en el proyecto; cuando menos cuatro (4) de los cinco (5) especímenes tendrán una resistencia mayor o igual que el noventa (90) por ciento de la resistencia establecida en el proyecto.

Cuando el concreto no cumpla con el requisito de resistencia, se permitirá extraer y ensayar corazones, de acuerdo con la NMX- C-169-ONNCCE-2009 "Industria de la construcción – Concreto – Obtención y prueba de corazones y vigas extraídos de concreto endurecido, del concreto en la zona representada por los cilindros que no cumplieron. Se probarán tres (3) corazones por cada incumplimiento con la calidad especificada

Cuando la resistencia se obtenga en corazones, éstos se extraerán sin dañar la parte contigua de los mismos, perpendicularmente a la superficie del concreto hidráulico, con una longitud igual al espesor aplicado. El diámetro de los corazones será especificado en el proyecto o por el contratante.

El concreto representado por los corazones se considerará adecuado si el promedio de la resistencia de los tres corazones es mayor o igual que 0.8 f'c y si la resistencia de ningún corazón es menor que 0.7 f'c. Para comprobar que los especímenes se extrajeron y ensayaron correctamente, se permite probar nuevos corazones de las zonas representadas por aquellos que hayan dado resistencias erráticas. Si la resistencia de los corazones ensayados no cumple con el criterio de aceptación que se ha descrito, el contratante puede ordenar pruebas de carga o tomar otras medidas que juzgue adecuadas.

Peso volumétrico

Muestreado en obra, si es premezclado, se hará una prueba por cada día de

colado, pero no menos de una por cada veinte (20) m<sup>3</sup>; el concreto hecho en obra, será muestreado una vez por cada día de colado.

El peso volumétrico del concreto fresco se determinará de acuerdo con la norma NMX-C-162-ONNCCE-2010 “Industria de la construcción-concreto hidráulico determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico”. El peso volumétrico del concreto clase I será superior a 2200 kg/m<sup>3</sup> y el de la clase II estará comprendido entre 1900 y 2200 kg/m<sup>3</sup>.

#### Revenimiento

Será el mínimo para que el concreto fluya a través de las barras de refuerzo o para que pueda ser bombeado, según sea el caso, así como para poder lograr un aspecto satisfactorio. Los concretos que se compacten por medio de vibración tendrán un revenimiento nominal de diez (10) centímetros. Los concretos que se compacten por cualquier otro medio diferente al de vibración o se coloquen por medio de bomba tendrán un revenimiento nominal máximo de doce (12) centímetros.

La prueba de revenimiento deberá efectuarse de acuerdo con la norma NMX-C-156-ONNCCE-2010 “Industria de la construcción - Concreto - Determinación del revenimiento en el concreto fresco” y el valor determinado deberá concordar con las tolerancias establecidas en la Tabla 4.

**Tabla 4. Tolerancias en revenimiento en el concreto fresco.**

<b>REVENIMIENTO (CM)</b>	<b>TOLERANCIAS (CM)</b>
Menor de 5	+ -1.5
5 a 10	+ -2.5
Mayor de 10	+ -3.5

## 2.4 EQUIPO

El equipo que se utilice para la elaboración y colocación del concreto hidráulico será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto y en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución.

### D.1. Plantas mezcladoras

Las plantas mezcladoras que se utilicen contarán como mínimo con:

D.1.1. Tolvas y silos para almacenar el material pétreo y el cemento Portland protegidos de la lluvia y el polvo, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos quince (15) minutos sin ser alimentadas, divididas en compartimentos para almacenar los agregados pétreos por tamaños.

D.1.2. Dispositivos que permitan dosificar los agregados pétreos por masa, con una aproximación de más menos uno ( $\pm 1$ ) por ciento de la cantidad requerida.

D.1.3. Dispositivos que permitan dosificar el cemento Portland por masa, con una aproximación de más menos uno ( $\pm 1$ ) por ciento de la cantidad requerida según la proporción.

D.1.4. Dispositivos que permitan dosificar el agua, con una aproximación de más menos uno ( $\pm 1$ ) por ciento de la cantidad requerida y los aditivos con una aproximación de más menos tres ( $\pm 3$ ) por ciento de la cantidad requerida según la proporción.

D.1.5. Cámara mezcladora equipada con un dispositivo de control del tiempo de mezclado.

D.1.6. Un dispositivo de suma acumulada para contar correctamente el número de bachas producidas durante su operación.

D.2. Revolvedoras.

Contarán como mínimo con un tanque dosificador de agua debidamente calibrado y con dispositivo de cierre; un aditamento para cerrar automáticamente la tolva de descarga y evitar que se vacíe antes de que los materiales se hayan mezclado.

D.3. Vibradores.

Los vibradores serán del tipo, frecuencia y potencia acordes con el elemento por colar, para obtener un concreto compactado con textura uniforme y superficie tersa en sus caras visibles (Anexo 1. Características generales de los vibradores).

D.4. Bombas.

Con la capacidad para bombear el concreto con un flujo continuo hasta la altura requerida.

D.5. Canales o tubos.

Serán de acero o de madera forrada con lámina metálica.

Contarán con deflectores que obliguen al chorro de concreto a incidir verticalmente sobre el siguiente tramo de canalón o tubo, sin producir segregación.

## **2.5 MEDICIÓN**

El concreto hidráulico se medirá tomando como unidad el metro cúbico ( $m^3$ ) de concreto hidráulico terminado, según su tipo y resistencia.

## **2.6 BASE DE PAGO**

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio fijado en el contrato para el

metro cúbico (m<sup>3</sup>) de concreto hidráulico terminado, según su tipo y resistencia. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por el valor de adquisición del cemento Portland, al agua y los aditivos que en su caso se requieran, juntas, el curado y demás materiales necesarios para el colado del elemento estructural; la mano de obra, maquinaria, herramienta y equipo necesarios para la fabricación y colocación del concreto hidráulico; cargas, descargas, almacenamientos y acarreos; cualesquiera que sea su altura; bombeo y obras auxiliares para efectuar el colado en seco, si lo fija el proyecto; elaboración del concreto; transporte de la revoltura; colado a cualquier altura; acomodo y compactación de la revoltura; mermas y desperdicios, pruebas de laboratorio; curado incluyendo; acabados, limpieza de la obra; y en general todo lo necesario para la ejecución del concepto.

### **3. CONCRETO CICLÓPEO**

#### **3.1 DEFINICIÓN**

Mezcla cuyos pétreos se componen hasta en un sesenta (60) por ciento por fragmentos de roca con una masa máxima de treinta (30) kilogramos por pieza, que se colocan a mano embebidas en el concreto normal, en su lugar definitivo en la obra.

#### **3.2 REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

El volumen máximo de piedra será del sesenta (60) por ciento del volumen total del concreto ciclópeo.

Los fragmentos de roca que se utilicen en el concreto ciclópeo para cimentaciones deberán estar limpias, sin rajaduras y pesar como mínimo treinta (30) kg, con excepción de las que se utilicen para acuñar, estarán limpios y exentos de costras. Cuando las superficies presenten materia extraña que reduzca la adherencia, se limpiarán o lavarán. Se rechazarán aquellos fragmentos que tengan grasas, aceites o si las materias extrañas no pueden ser removidas.

Todos los fragmentos de roca se mojarán previamente a su utilización y se colocarán con cuidado, sin dejarlas caer para evitar que dañen los moldes o el concreto fresco adyacente. En caso de que las piedras presenten planos dominantes de estratificación, se colocarán de manera que los esfuerzos se desarrollen a la normal a dichos planos.

El espacio mínimo libre entre piedras será de quince (15) cm, entre las piedras y los paramentos no menor de diez (10) cm y abajo del coronamiento de un elemento estructural, no menor de treinta (30) cm, salvo que el proyecto indique otra cosa.

Con objeto de obtener un concreto ciclópeo homogéneo y uniforme, será conveniente llevar a cabo el siguiente procedimiento de colado:

Se vaciará una primera capa de concreto hidráulico de aproximadamente quince (15) centímetros de espesor.

Se procederá a colocar las piedras distribuidas uniformemente hasta cubrir un treinta (30) por ciento del área de la cepa, procurando que queden parcialmente dentro de la capa de concreto hidráulico.

Se colocará una segunda capa de concreto hidráulico de aproximadamente quince (15) cm de espesor, teniendo cuidado que queden cubiertas las piedras ya colocadas.

Se repetirán las operaciones anteriores hasta llegar al enrase o nivel fijado en el proyecto, que deberá ser acabado con concreto hidráulico.

### 3.3 MEDICIÓN

Se hará considerando como unidad el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de concreto ciclópeo terminado.

### 3.4 BASE DE PAGO

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de concreto ciclópeo terminado. Este precio unitario incluye materiales, equipo, herramienta y mano de obra necesarios para llevar a cabo hasta su total terminación el concepto de trabajo; compactación de la superficie de desplante; elaboración y colocación de la mezcla para la plantilla, el junteo y entallado; rostrado o labrado de la piedra; limpieza o lavado de la piedra; suministro de cimbras, andamios y todas las operaciones de cimbrado y descimbrado; aplanado para el coronamiento o enrase; curado, pruebas de laboratorio; carga y descarga de todos los materiales hasta el sitio de su utilización; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

## 4. CIMBRA

### 4.1 DEFINICIÓN

Operaciones llevadas a cabo por los medios adecuados para transportar, fabricar, montar y desmontar toda la “obra falsa”, como moldes, soportes, puntales, yugos, apoyos y todos los elementos necesarios para recibir el vaciado del concreto en trabes, losas, rampas, contratraves, zapatas, muros, castillos, cadenas y demás elementos estructurales de la obra.

La cimbra se fabricará con:

- Moldes de triplay de pino de diecinueve (19) mm.
- Moldes metálicos
- Molde con terminado fenólico acabado espejo.

Los elementos de apoyo podrán ser de madera, metálicos o mixtos.

## **4.2 REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

Los moldes de las cimbras se construirán conforme al proyecto que elabore el Contratista y apruebe la Supervisión. Se observarán las recomendaciones siguientes:

Los moldes podrán ser de madera, metálicos o de cualquier otro material previamente aprobado.

Los moldes deberán tener la rigidez suficiente para evitar las deformaciones debidas a la presión de la revoltura, al efecto de los vibradores y a las demás cargas y operaciones correlativas al colado o que puedan presentarse durante la construcción. Además deberán ser estancos, para evitar la fuga de la lechada y de los agregados finos durante el colado y la compactación de la revoltura.

Los moldes deberán limpiarse perfectamente antes de ser utilizados nuevamente. La zona de contacto de los moldes recibirá una capa de desmoldante aprobado por la supervisión. Cuando por las propiedades de los materiales, convenga aplicarlos una vez contruidos y colocados los moldes, se hará antes de introducir el refuerzo.

a. Fabricación de la cimbra.

Se hará respetando las siguientes indicaciones básicas:

Toda la cimbra deberá ajustarse a la configuración y dimensiones marcadas en los planos correspondientes, obligándose al contratista a presentar la cimbra a la autorización de la supervisión antes de colar.

La cimbra no deberá presentar aberturas que permitan el paso de la lechada; y la correspondiente a acabados aparentes deberá ser cepillada en la superficie y pulida después de cada uso, a fin de que el acabado de la estructura sea uniforme y libre de asperezas.

Los puntales, yugos y apoyos deberán ser lo suficientemente resistentes para soportar la presión del concreto fresco hasta su fraguado, debiendo instalarse suficientes apoyos, amarres y contraventeos para evitar apertura de la cimbra, así como para asegurar la correcta alineación de los elementos colados.

Con objeto de evitar adherencia con el concreto, toda la cimbra se cubrirá con aditivos desmoldantes que no afecten el concreto. El desmoldante deberá aplicarse antes del armado.

Si la cimbra es de triplay, éste no podrá presentar marcas de fábrica que se impriman en el concreto y las superficies no deberán presentar desprendimiento

de la chapa.

A menos que el proyecto indique otra cosa, las cimbras podrán ser de cualquiera de los siguientes tipos:

B.1. Cimbra de contacto de triplay de pino de 2a.

Para losas, columnas, muros y trabes con acabado común, la cimbra será con madera de triplay de pino de 2ª clase.

B.2. Cimbra de contacto triplay de pino de 1a.

Si el proyecto indica acabado de concreto aparente.

Para losas, columnas, muros y trabes con acabado común, la cimbra será con madera de triplay de pino de 1ª clase y se deberá considerar lo siguiente:

La cimbra será, cepillada y sin desniveles entre las piezas. Las piezas se modularán a lo largo del elemento estructural.

Deberá utilizarse madera de 1ª clase sin nudos en la superficie de contacto para lograr los efectos del proyecto. En estos casos se recomiendan tres usos como máximo, siempre y cuando no se dañe al descimbrar.

Si el proyecto no indica otra cosa, para protección de las aristas de los elementos de concreto armado se deberán dejar chaflanes no mayores de dos (2) cm, excepto donde el proyecto indique otra cosa.

Las intersecciones de los elementos estructurales también llevarán chaflanes de dos (2) cm.

B.3. Cimbra de 3a.

Para zapatas, dados, contratraveses y muros en cimentación con acabado común, la cimbra será con madera de triplay de pino de 3ª clase.

b. Limpieza.

Toda la cimbra se limpiará inmediatamente después del descimbrado.

Si la cimbra es de madera o triplay, se limpiará con cepillo duro y se eliminarán la lechada y el polvo; no deben usarse raspadores de metal sobre el triplay porque dañan la superficie.

En caso de haber cimbra metálica, ésta será protegida con aceite para evitar que se oxide.

c. Almacenamiento.

Una vez limpia y reparada, la cimbra se aceitará y almacenará como es debido hasta utilizarse nuevamente. No se permitirá utilizar cimbra que haya estado tirada y expuesta al deterioro.

Las madrinan y puntales se conservarán y almacenarán con sus tableros respectivos, que se guardarán preferentemente de canto.

d. Aditivos desmoldantes.

Se recomienda utilizar aditivos desmoldantes que protejan la cimbra y permitan la facilidad de desmontaje.

Los aditivos se aplicarán a la cimbra con treinta y seis (36) horas de anticipación a su uso cuando sea la primera vez, se aplicará una segunda capa antes de su empleo; y posteriormente se hará la aplicación antes de cada uso.

Los aditivos se aplicarán en capas delgadas y uniformes con un aspersor, cuando lo apruebe la supervisión, la aplicación se hará mediante un rodillo o con una brocha.

### **4.3 MEDICIÓN**

La cimbra se medirá la de contacto, considerando como unidad el metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

### **4.4 BASE DE PAGO**

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de cimbra de contacto habilitada y colocada. Este precio unitario deberá incluir todo lo que corresponda por: equipo; mano de obra; materiales; cortes, amarres, desperdicios; elementos soportes yugos y arrastres; carga, y descarga de todos los materiales hasta el sitio de su utilización; pruebas de laboratorio; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este.

## **5. ACERO PARA CONCRETO HIDRÁULICO**

### **5.1 DEFINICIÓN**

El acero para concreto hidráulico lo constituyen las varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rejillas o mallas de alambre, metal desplegado u otras secciones o elementos estructurales que se utilizan dentro o fuera del concreto hidráulico para tomar los esfuerzos internos de tensión que se generan por la aplicación de cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura.

### **5.2 REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

Si dados los requerimientos de la obra es necesario modificar las secciones del acero, los ajustes deberán ser aprobados por la supervisión. El acero cumplirá como mínimo con el área del acero de refuerzo del proyecto, con el perímetro necesario

para la adherencia y el mismo límite de fluencia.

Previo al habilitado y colocación del acero, se limpiará para que esté libre de aceite, grasa, tierra, óxido, escamas, hojeaduras o cualquier otra sustancia extraña. Antes de su utilización, se verificará que el acero no tenga quiebres o deformaciones de la sección.

NÚMERO	PESO KG/M	DIMENSIÓN		ÁREA CM <sup>2</sup>
		DIÁMETRO MM	PERÍMETRO PULG. MM	
2	0.248	6.0	1/4	0.317
3	0.557	9.5	1/8	0.71
4	0.996	12.7	1/2	1.27
5	1.56	15.9	5/8	1.99
6	2.25	19.1	3/4	2.87
8	3.975	25.4	1	5.07
10	6.225	31.8	1 1/4	7.94
12	8.938	38.1	1 1/2	11.4

**Resistencia a la tensión de las varillas de acero.**

CARACTERÍSTICAS	GRADO			
	30	42	52	42*
Límite de fluencia mínimo.	412 (4,200)	412 (4,200)	510 (5,200)	412 (4,200)
Límite de fluencia máximo.	-	-	-	540 (5,600)
Resistencia a la tensión mínima.	490 (5,000)	618 (6,300)	706 (7,200)	550 (5,600)

\*Baja aleación.

El acero para concreto hidráulico que no cumpla con la calidad estipulada deberá ser rechazado, marcado y retirado de la obra.

a. Habilitado del acero.

Las varillas de refuerzo se doblarán lentamente, en frío, para darles la forma que fije el proyecto o apruebe la supervisión.

Cuando el proyecto establezca que la varilla se caliente para facilitar su doblado, la temperatura no excederá de doscientos (200) grados Celsius, que se determinará por medio de lápices del tipo de fusión. La fuente de fusión no se aplicará directamente a la varilla y el enfriamiento

deberá ser lento.

A menos que el proyecto indique otra cosa, los dobleces para estribos se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor que dos (2) veces la varilla.

A menos que el proyecto indique otra cosa, en varillas de dos punto cinco (2.5) cm de diámetro o mayores, los ganchos de anclaje se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor que seis (6) veces el de la varilla, ya sea que se trate de dobleces a ciento ochenta (180) grados o a noventa (90) grados.

En varillas de dos punto cinco (2.5) cm de diámetro o mayores, los ganchos de anclaje se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor que ocho (8) veces el de la varilla, ya sea que se trate de dobleces a ciento ochenta (180) grados o a noventa (90) grados.

Todas las varillas de refuerzo se habilitarán con la longitud que fije el proyecto.

Cuando así lo señale el proyecto o lo apruebe el Instituto, los empalmes se harán traslapados sin amarrarlos o soldados a tope. En una misma sección no se permitirá empalmar más del cincuenta (50) por ciento de las varillas de refuerzo.

Los empalmes tendrán una longitud de cuarenta (40) veces el diámetro para varilla corrugada y de sesenta (60) veces el diámetro para varilla lisa. Los empalmes se ubicarán en los puntos de menor esfuerzo de tensión o como lo indique el proyecto.

No se permitirán los traslapes en lugares donde la sección no permita una separación libre mínima de una vez y media el tamaño máximo del agregado grueso, entre el empalme y la varilla más próxima.

La longitud de traslape de los paquetes de varilla será la correspondiente al diámetro individual de las varillas del paquete, esta longitud se incrementará en veinte (20) por ciento para paquetes de tres (3) varillas y treinta y tres (33) por ciento para paquetes de cuatro (4) varillas, a menos que el proyecto indique otra cosa. Las varillas que formen un paquete no deben traslaparse entre sí.

Los traslapes de varilla en líneas contiguas en elementos tanto verticales como horizontales se harán de forma tal que en ningún caso queden alineados.

En los empalmes a tope, los extremos de las varillas se unirán mediante soldadura de arco o mediante el procedimiento establecido en el proyecto.

Las juntas soldadas a tope tendrán una resistencia de por lo menos ciento

veinticinco (125) por ciento de la resistencia de fluencia de las varillas soldadas.

b. Colocación del acero.

Las varillas de refuerzo se colocarán en la posición que fije el proyecto y se mantendrán firmemente en su sitio durante el colado.

Los estribos rodearán las varillas longitudinales y quedarán firmemente unidos a ellas.

En losas, cuando se utilicen estribos, éstos rodearán a las varillas longitudinales y transversales de las capas de refuerzo y quedarán firmemente unidos a ellas.

El refuerzo más próximo al molde quedará separado del mismo, a la distancia necesaria para cumplir con el recubrimiento indicado en el proyecto, mediante el uso de separadores de acero o dados de concreto.

En losas con doble capa de refuerzo, las capas se mantendrán en su posición por medio de separadores fabricados con acero de refuerzo de cero punto noventa y cinco (0.95) cm de diámetro nominal mínimo, de modo que la separación entre las varillas inferiores y superiores sea la indicada en el proyecto.

Los separadores se sujetarán al acero de refuerzo por medio de amarres de alambre o por puntos de soldadura. Cuando se utilice varilla torcida en frío no se usará soldadura.

Excepto si el proyecto indica otra cosa, los recubrimientos libres serán: para castillos, cadenas y losas uno punto cinco (1.5) cm; muros dos (2) cm; traveses y contratraveses dos punto cinco (2.5) cm; columnas tres (3) cm; y zapatas cuatro (4) cm.

No se iniciará ningún colado hasta que la supervisión inspeccione y apruebe el armado y la colocación del acero de refuerzo.

En las rejillas o mallas de alambre, metal desplegado y otros elementos estructurales que se empleen como refuerzo, los traslapes serán de diecinueve (19) centímetros como mínimo, se harán sin doblar las mallas, sujetándolas por medio de amarres con alambre.

En elementos verticales de concreto, las mallas se fijarán con alambre recocado sobre separadores de alambón que a su vez irán fijados a la cimbra, de manera que no se muevan durante el colado.

c. Tolerancias.

Las dimensiones, separación, sujeción, forma y posición del acero, cumplirán con las características establecidas en el proyecto, considerando que:

1. En losas, zapatas, muros, cascarones, traveses o vigas, la suma algebraica de las discrepancias respecto al proyecto, medidas en la dirección del refuerzo principal, no será mayor de dos (2) veces el diámetro de la varilla, ni más del cinco (5) por ciento del peralte efectivo (Figura 1.).
2. En los extremos de las traveses o de las vigas, la suma algebraica de las discrepancias respecto al proyecto, medidas en la dirección del refuerzo principal, no será mayor de una (1) vez el diámetro de la varilla (Figura 2.).
3. En columnas, la suma algebraica de las discrepancias respecto al proyecto, medidas en la dirección del refuerzo principal, no será mayor de dos (2) veces el diámetro de la varilla, ni más del cinco (5) por ciento de la dimensión mínima de la sección transversal de la columna (Figura 3.).

En elementos horizontales, el amarrado de los tramos de malla se hará con alambre recocido, se colocarán silletas de apoyo para obtener el recubrimiento necesario según lo indicado en el proyecto.

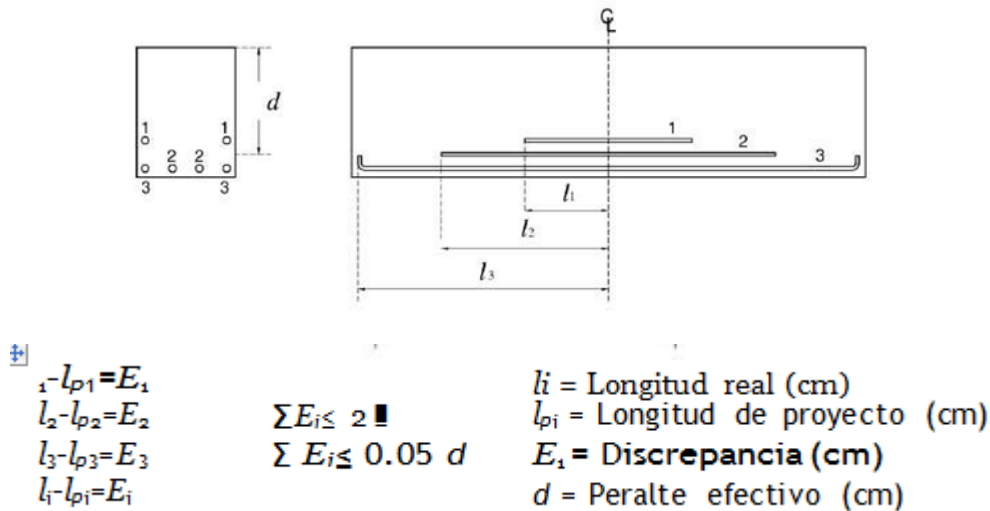


Figura 1. Tolerancias para losas, zapatas, muros, cascarones, traveses o vigas en la dirección del refuerzo principal.

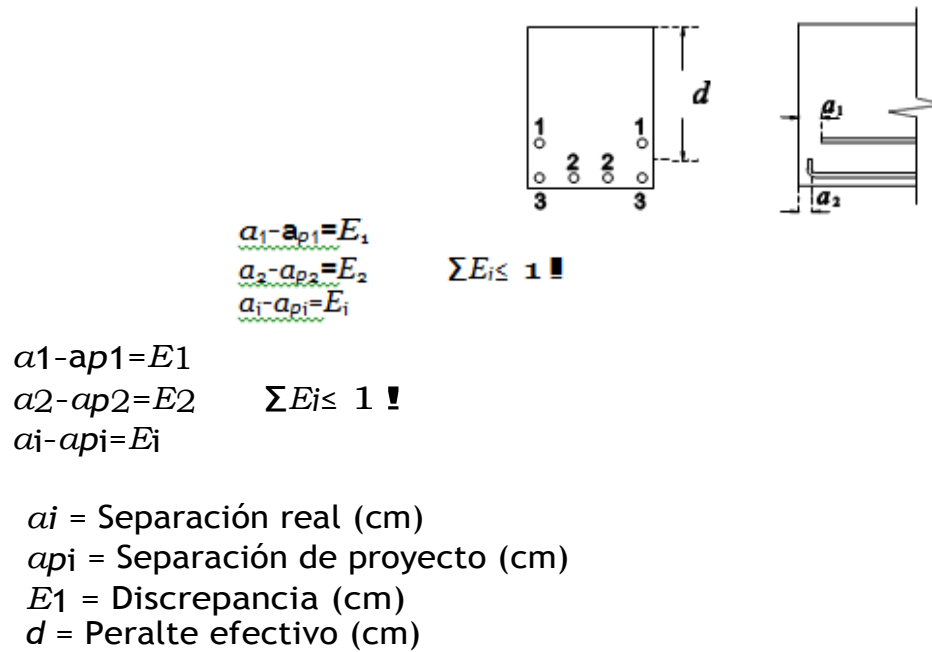


Figura 2. Tolerancias en extremos de traveses o vigas en la dirección del refuerzo principal.

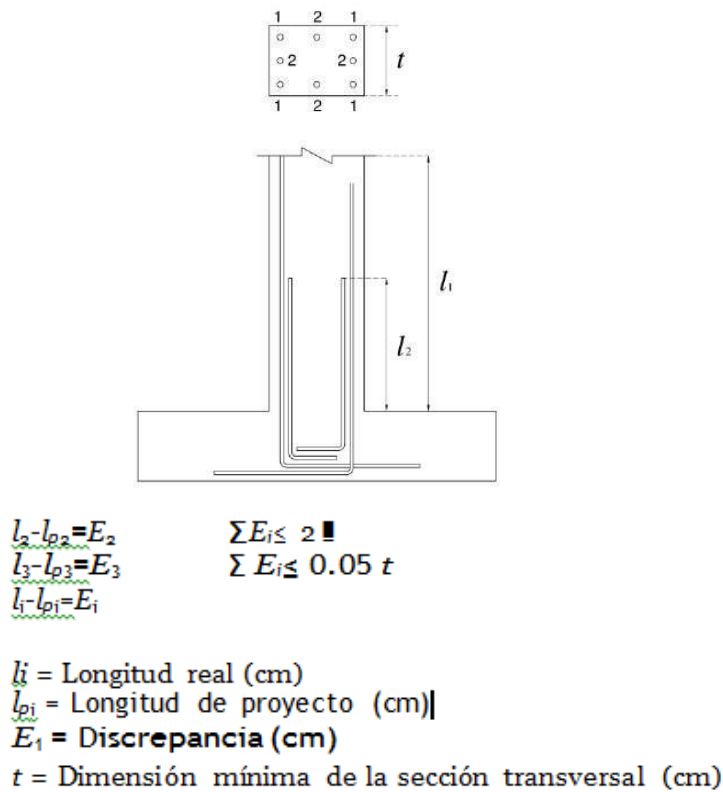


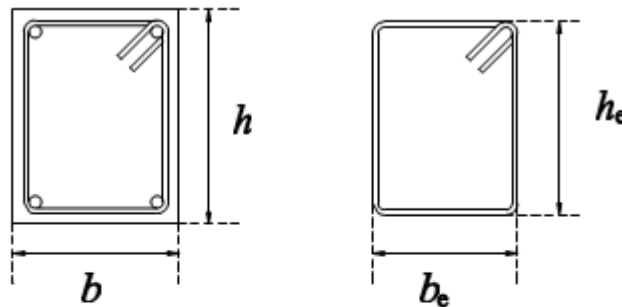
Figura 3. Tolerancias para columnas en la dirección del refuerzo principal.

La posición del refuerzo en zapatas, muros, cascarones, trabes o vigas, será tal que no reduzca el peralte efectivo en más de tres (3) por ciento de dicho peralte más tres (3) milímetros, ni reduzca el recubrimiento en más de cero punto cinco (0.5) centímetros.

La posición del refuerzo en columnas, será tal que no reduzca la dimensión efectiva en ambas direcciones de su sección transversal en más de tres (3) por ciento de la dimensión efectiva de proyecto en la dirección correspondiente más tres

(3) milímetros, ni reduzca el recubrimiento en más de cero punto cinco (0.5) centímetros.

Las dimensiones del refuerzo transversal de trabes, vigas y columnas no deben exceder a las del proyecto en más de cinco (5) por ciento de la dimensión del proyecto en la dirección en que se considera la tolerancia más un (1) centímetro, ni deben ser menores que las del proyecto en más de tres (3) por ciento de dicha dimensión más tres (3) milímetros (Figura 4.).



$$\begin{aligned} b_e &\leq b_{ep} + 0.05b + 1 \\ b_e &\geq b_{ep} + 0.03b + 3 \end{aligned}$$

- $h$  = Altura de la sección (cm)
- $h_e$  = Altura real del estribo (cm)
- $h_{ep}$  = Altura del proyecto del estribo (cm)
- $b$  = Base de la sección (cm)
- $b_e$  = Base real del estribo (cm)
- $b_{ep}$  = Base de proyecto del estribo (cm)

**Figura 4. Tolerancias para refuerzo transversal de trabes, vigas y columnas.**

El espesor del recubrimiento del acero de refuerzo en cualquier miembro estructural no debe diferir respecto al del proyecto en más de cinco (5) milímetros.

La separación del acero de refuerzo en losas, zapatas, muros y cascarones,

respetando el número de varillas en una faja de un (1) metro de ancho, no debe diferir de la del proyecto en más de diez (10) por ciento de la separación fijada en el proyecto más un (1) cm.

La separación del refuerzo transversal en cualquier miembro estructural, no debe diferir de la del proyecto en más de diez (10) por ciento de dicha separación más un (1) cm.

d. Soldadura.

Los electrodos que se utilicen en los empalmes soldados se deberán almacenar cuidadosamente, conservando las cajas o empaques de fábrica en lugares secos y limpios. En su manejo se evitará que se maltraten o contaminen con aceite, agua u otras materias extrañas.

Los electrodos que se saquen de sus envases sellados herméticamente, deberán utilizarse dentro de un periodo no mayor a cuatro (4) horas, contadas a partir del instante en que se abre el paquete. Los electrodos que no se usen dentro de ese lapso, los que estén almacenados en paquetes no sellados herméticamente o los que hayan estado expuestos durante más de una (1) hora a una atmósfera con humedad relativa de setenta y cinco por ciento (75%) o mayor, deberán secarse en hornos adecuados de una (1) a tres (3) horas, a temperaturas comprendidas entre doscientos treinta (230) y doscientos sesenta grados Centígrados (260° C) antes de ser utilizados. Si un electrodo que ha sido secado, no se usa durante las cuatro (4) horas siguientes, deberá volver a secarse antes de usarse.

Se desecharán los electrodos cuyo recubrimiento se haya mojado. La entrega de los electrodos a los soldadores deberá hacerla únicamente personal autorizado que lleve un control cuidadoso de las condiciones de almacenamiento, manejo y uso.

En los empalmes soldados, los extremos de las varillas o barras se unirán mediante soldadura de arco eléctrico y electrodos metálicos.

Los electrodos se usarán en la posición indicada para su tipo. La preparación y colocación de los extremos de las varillas o barras, será como se indica a continuación:

1. Las superficies por soldar y las adyacentes a ellas, hasta cinco (5) cm a uno y otro lado de la junta, deberán estar limpias, sin escamas de laminado y libres de óxido, pintura, grasa, cemento o cualquier otro material extraño. Se tolerará la presencia de escamas de laminado que resistan un cepillado vigoroso con cepillo de alambre, así como una ligera capa de aceite secador o de recubrimiento antioxidante.

2. Las superficies en las que se vaya a depositar la soldadura en juntas a tope con penetración completa, deberán ser lisas y uniformes, sin irregularidades, ni rebabas, desgarraduras, grietas u otros defectos que afecten la calidad y resistencia de la soldadura.

3. Los cortes necesarios para preparar los biseles deberán hacerse con soplete oxiacetilénico o con segueta. Cuando se utilice soplete deberá eliminarse la escoria producida por el corte y el acabado final de las superficies en las que se vaya a depositar la soldadura deberá ser semejante al que se obtiene en cortes con segueta. En caso de ser necesario, los cortes con soplete se corregirán con segueta, esmeril o maquinándolos.

4. Los detalles y la secuela de elaboración de las juntas se planearán de manera que se tenga siempre acceso cómodo a las superficies en las que se depositará la soldadura y que ésta pueda colocarse en todos los casos, aún en la posición más desfavorable posible.

5. Las partes por unir y los elementos auxiliares deberán alinearse adecuadamente para reducir las excentricidades.

Cuando se utilicen soldaduras de filete, las dos barras o la barra y la placa de empalme deberán colocarse en contacto completo. La separación entre las dos partes que van a recibir el cordón no deberá ser mayor de cinco (5) mm o de un cuarto del diámetro de la barra.

6. En uniones a tope, las barras deberán alinearse cuidadosamente antes de empezar a depositar la soldadura, de manera que coincidan los ejes de los tramos por unir. Se tendrá especial cuidado en que las aristas de los biseles coincidan exactamente, tanto en tamaño como en alineamiento.

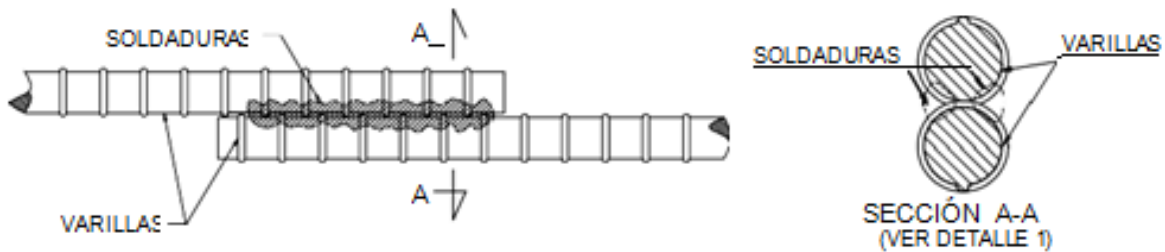
7. El desalineamiento máximo permisible será la décima (0.10) parte del diámetro de la menor de las barras, sin exceder de tres (3) milímetros.

8. Una vez presentadas las barras que se van a soldar, las dimensiones de los biseles y las separaciones entre ellas no deberán diferir de las indicadas en las Figuras 3 y 7 en cantidades mayores a las siguientes:

CARACTERÍSTICAS	JUNTAS NO TRABAJADAS POR LA RAÍZ	JUNTAS TRABAJADAS POR LA RAÍZ
Cara de la raíz.	±1.5 mm	-
Abertura de la raíz en junta sin placa de respaldo.	-	±1.5 mm
Abertura de la raíz en junta con placa de respaldo.	+ 6mm; - 1.5 mm	-
Ángulo que forman las superficies entre las que se colocará la soldadura.	± 5° C	+ 10° C; - 5° C

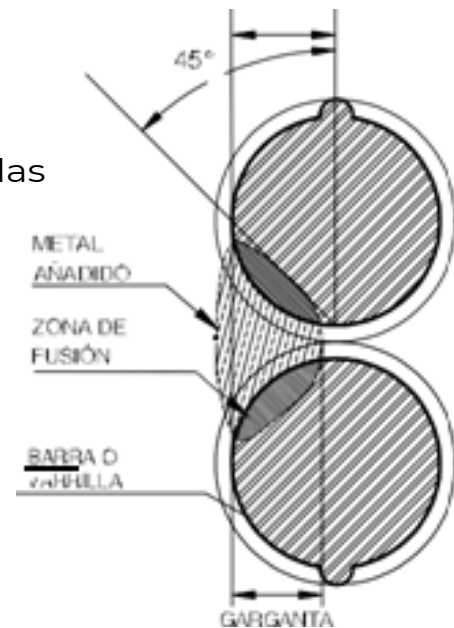
En los empalmes soldados, se observará lo siguiente:

Uniones con soldadura de filete para varillas de diámetro no mayor al número seis (6)



**Figura 5. Unión de barras traslapadas**

1. Cuando la unión se efectúe traslapando las barras, la soldadura deberá depositarse por ambos lados de la arista de contacto. Previa autorización de la supervisión se aceptarán uniones con soldadura de un solo lado, cuando el otro no sea accesible. (Figura 5.).

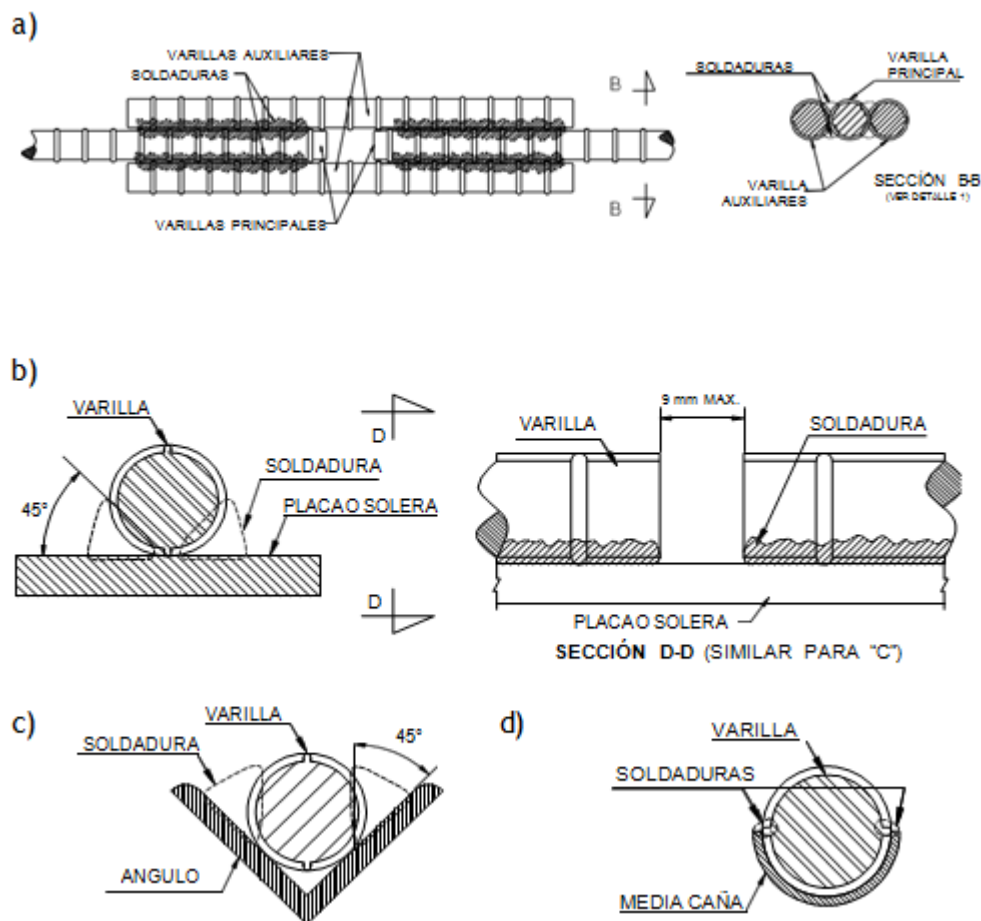


**Figura 5a. Detalle de la unión**

Uniones con soldadura de filete para varillas de diámetro no mayor al número seis (6).

2.- Cuando la unión se efectúe colocando una varilla frente a la otra, el elemento auxiliar para unir las dos barras no traslapadas, puede ser otra barra, un par de barras, una placa o un ángulo (Figura 6.), que deberá tener una resistencia igual o mayor a la de las barras por unir.

3. Las juntas excéntricas (como la de la Figura 1. soldada por un solo lado, la de la Figura 6a. con una sola barra lateral o la de la Figura 6b.) deberán evitarse siempre que sea posible y, en caso de utilizarse, deberán tener en cuenta el efecto desfavorable de la excentricidad. Se prohíbe su uso en estructuras que vayan a quedar sometidas a un número grande de ciclos de carga, en las que la falla por fatiga sea una posibilidad.



**Figura 6. Uniones efectuadas con elementos de respaldo.**

4. Cuando se unan dos barras del mismo diámetro, de alguna de las maneras mostradas en las Figuras 5. y 6a., el tamaño nominal de la soldadura será, como mínimo, igual al radio de la barra; si las dos barras tienen diámetros diferentes, el tamaño nominal será el menor de los dos radios. Si se emplean las uniones de las Figuras 6b. y 6c., el tamaño nominal de la soldadura será también el radio de la barra.

En cualquiera de los casos anteriores, la dimensión real de la garganta del filete de soldadura deberá ser igual o mayor que las tres cuartas partes ( $3/4$ ) del tamaño nominal.

Uniones a tope con soldadura de penetración para varillas o barras del número ocho (N° 8) o mayores; y para aquellos casos especiales en que no se pueden utilizar los traslapes

1. Para permitir una colocación adecuada del metal de aportación que deberá rellenar totalmente la sección transversal de la junta, será necesario biselar los extremos de las barras de alguna de las formas indicadas en la Figuras 7 y 8.

2. La preparación de los extremos de las barras en posición vertical y horizontal, cumplirán con lo señalado en la Figuras 7 y 8.

3. Las preparaciones podrán utilizarse sin emplear placas u otros elementos de respaldo, únicamente en los casos en que el soldador tenga acceso cómodo a todo el perímetro de la barra. Cuando deba depositarse el metal de aportación por un solo lado de la junta, se empleará alguno de los elementos de respaldo indicados en la Figura 6 ó 9.

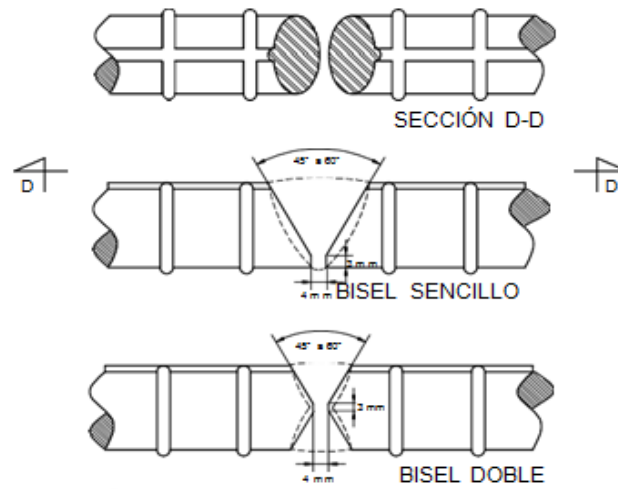


Figura 7. Preparación de extremos de barras en posición horizontal

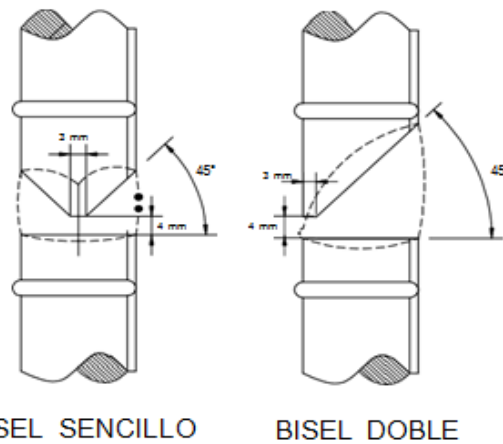


Figura 8. Preparación de extremos de barras en posición vertical.

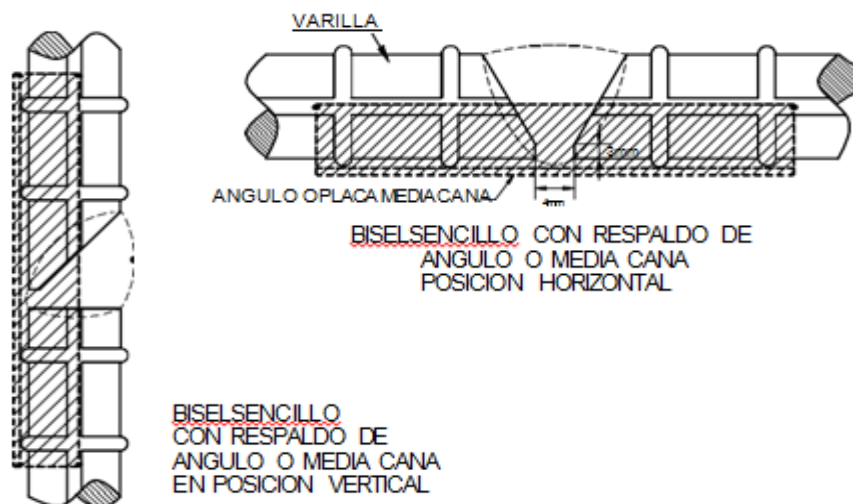


Figura 9. Uniones efectuadas con elementos de respaldo para varillas del no. 8.

No se autorizará ningún trabajo de soldadura cuando la temperatura ambiente sea inferior a menos diez grados centígrados ( $-10^{\circ}\text{C}$ ), ni cuando las superficies por soldar estén húmedas o expuestas a la lluvia, granizo, nieve o vientos intensos y los soldadores tengan que trabajar en condiciones inclementes.

Cuando la temperatura del metal base sea inferior a cero grados centígrados ( $0^{\circ}\text{C}$ ), deberá precalentarse hasta una temperatura de veinte grados centígrados ( $20^{\circ}\text{C}$ ), debiendo mantenerse esta temperatura durante la operación de soldado. Asimismo, no deberá acelerarse el enfriamiento de las soldaduras por ningún método, por lo que se protegerán contra cualquier causa accidental que pudiera ocasionar un enfriamiento acelerado.

Los electrodos deberán venir claramente identificados. Su clasificación, dimensión, longitud de arco, voltaje y amperaje deberán ser los apropiados para el espesor del material, tipo de corte y posición de soldado.

Siempre que sea posible se soldará horizontalmente, procurando depositar la soldadura en una secuencia tal, que la temperatura de ésta quede balanceada durante el proceso de ejecución.

(Figura 10)

La soldadura deberá ser compacta y homogénea, de las dimensiones y acabados fijados en el proyecto y/u ordenadas por la supervisión. Las depresiones y cráteres deberán llenarse hasta completar la sección transversal fijada. La falta de penetración, porosidad, grietas, quemaduras y escorias son señales de una soldadura mal ejecutada. Deberá existir una fusión completa entre la soldadura anteriormente depositada, el metal base y la siguiente soldadura.

En general, las soldaduras deberán cumplir con lo siguiente:

1. La profundidad de una socavación no será nunca mayor de punto veinticinco (0.25) milímetros cuando su dirección sea transversal a la de los esfuerzos primarios en la parte socavada, ni mayor de punto ocho (0.8) milímetros cuando su dirección sea paralela a la de estos esfuerzos primarios.
2. No se aceptarán uniones en las que la soldadura esté traslapada sobre la barra con garganta insuficiente, convexidad excesiva o donde exista socavación de las barras por exceso de fundición. (Figura 11)

3. La suma de los diámetros de los poros visibles en la superficie de la soldadura, no deberá ser mayor de nueve (9) milímetros en cada dos punto cinco (2.5) centímetros lineales de soldadura.

4. Las uniones no deberán presentar grietas en el metal base ni en el depositado; la presencia de grietas de cualquier tipo es motivo suficiente para que la unión sea rechazada.

5. Las soldaduras serán inaceptables si tienen porosidad, es decir, bolsas de gases y otros vacíos similares de tipo globular o defectos de fusión, inclusiones de escoria,

fusión incompleta, penetración inadecuada u otros defectos semejantes, como podrían ser:

5.1. Defectos individuales cuya dimensión máxima sea de diecinueve (19) milímetros o mayor.

5.2. Defectos individuales con dimensión máxima de dos punto cinco (2.5) milímetros o más, que sea mayor de dos tercios ( $2/3$ ) de la garganta efectiva de la soldadura o que estén situados a una distancia del extremo de la soldadura de tres (3) veces su dimensión mayor.

5.3. Cuando en cualquier longitud de seis veces el grueso del cordón hay un grupo de defectos en línea con dimensiones máximas de dos punto cinco (2.5) milímetros o mayores y que la suma de las dimensiones máximas de todos ellos, sea mayor que el grueso efectivo de la junta o del tamaño de la soldadura. Si la longitud que se examine es menor de seis veces el tamaño de la soldadura, la suma permisible de las dimensiones máximas de los defectos disminuirá proporcionalmente.

5.4. Cuando el espacio entre dos defectos consecutivos que tengan una dimensión máxima de dos punto cinco (2.5) milímetros o mayor, es menor de tres (3) veces la dimensión más grande del mayor de los dos (2).

5.5. Cuando existan defectos individuales con dimensión máxima menor de dos punto cinco (2.5) milímetros, pero la suma de sus dimensiones máximas excede un (1) centímetro en cualquier tramo de soldadura de dos punto cinco centímetros de longitud (2.5).

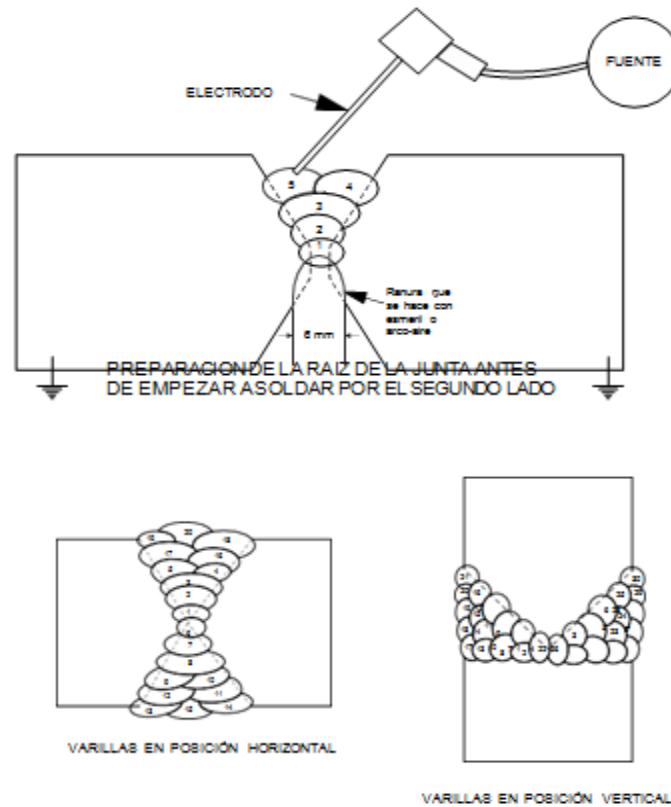


Figura 10. Secuela correcta de colocación de soldadura.

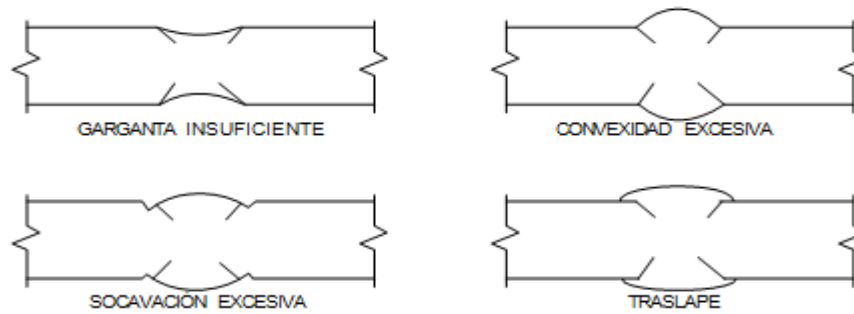
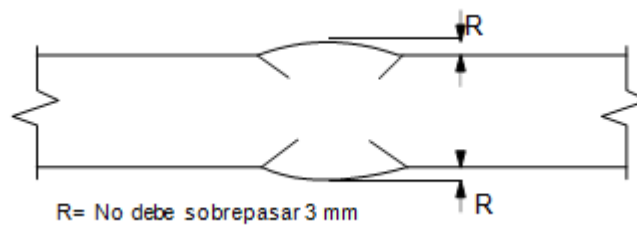


Figura 11. Uniones incorrectas



e. Pruebas de calidad.

El contratista indicará a la supervisión cuál es el lote de acero que se va a emplear en la obra para hacer el muestreo y ensaye del mismo antes de su uso.

Por cada lote de 10 ton. o fracción, formado por barras de una misma marca, un mismo grado, un mismo diámetro y una misma remesa, se tomará un espécimen para ensaye de tensión que no sea de los extremos de las barras. Si el esfuerzo de fluencia resulta mayor o igual que el mínimo especificado en la norma NMX-B-457-1988 “varillas corrugadas de acero de baja aleación procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto” y cumple con el porcentaje de alargamiento, se podrá usar el lote correspondiente.

Cuando existan circunstancias que hagan presumir que se han modificado las características del acero para concreto hidráulico, deberán hacerse nuevas pruebas de laboratorio para que la supervisión decida sobre su utilización o rechazo.

Asimismo, el proyecto indicará el tipo y cantidad de pruebas que deberán hacerse para verificar la calidad de la soldadura.

### 5.3 MEDICIÓN

El acero para concreto hidráulico habilitado y colocado se medirá considerando como unidad el kilogramo (kg).

Cuando los elementos estructurales se contraten por unidad de obra terminada, el habilitado y colocación del acero se medirán como parte del elemento estructural de que se trate.

### 5.4 BASE DE PAGO

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio fijado en el contrato para el kilogramo (kg) de acero habilitado y colocado. Este precio unitario deberá incluir todo lo que corresponda por: equipo; mano de obra; materiales; cortes, dobleces, amarres y soldadura; desperdicios; ganchos, traslapes; carga, y descarga de todos los materiales hasta el sitio de su utilización; pruebas de laboratorio; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

## 6. CIMENTACIONES COMPENSADAS

### 6.1 DEFINICIÓN

Se entiende por cimentaciones compensadas a aquellas en las que se

busca minimizar el incremento neto de carga aplicado al suelo mediante excavación del terreno y uso de un cajón desplantado a cierta profundidad. Según sea el incremento neto de carga aplicado al suelo en la base del cajón resulte positivo, nulo o negativo, la cimentación se denomina parcialmente compensada, compensada o sobre compensada, respectivamente.

## **6.2 REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

Los sitios de excavación para los cajones de cimentación se ubicarán de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

El procedimiento constructivo será de acuerdo a las especificaciones y/o recomendaciones del estudio de mecánica de suelos o lo que especifique el proyecto y/u ordene la supervisión.

Durante la excavación y construcción del cajón, se deberá contar con un registro periódico de nivelaciones y, en su caso, con mediciones piezométricas para verificar el comportamiento del suelo.

En caso de bombeo, se ubicarán los cárcamos de bombeo según lo indique el proyecto y/o lo ordene la Supervisión.

Una vez nivelado el fondo de la excavación se construirá la plantilla de concreto.

Se preverán las juntas de colado de acuerdo a lo especificado en el proyecto y/o a lo ordenado por la Supervisión.

Se deberá garantizar mediante una impermeabilización adecuada, la no penetración de agua al interior del cajón.

Se deberán dejar registros en la losa tapa que permitan remover la cimbra y facilitar la inspección periódica del interior del cajón.

Existirán pasos de hombre, practicados en los enrasos de las contratrabes interiores, con objeto de poder tener intercomunicación entre las diferentes celdas del cajón.

Se dejarán preparados tubos en el lecho bajo de las contratrabes antes del colado; para poder bombear el agua en caso de filtraciones de la misma al interior del cajón.

Los rellenos entre talud y muro perimetral se harán con tepetate

compactado al noventa y cinco por ciento (95%) de la prueba proctor estándar, colocado en capas no mayores de veinte (20) centímetros en estado suelto.

Se tomarán las precauciones pertinentes para evitar la emersión del cajón en el lapso en que permanezca sin el peso de la estructura.

### **6.3 MEDICIÓN**

La fabricación de cimentaciones compensadas se realizará por separado por cada uno de los materiales de que está compuesto el concreto.

El concreto hidráulico se medirá tomando como unidad el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de concreto hidráulico terminado, según su tipo y resistencia.

El acero para concreto hidráulico habilitado y colocado se medirá considerando como unidad el kilogramo (kg).

La cimbra se medirá la de contacto, considerando como unidad el metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

### **6.4 BASE DE PAGO**

Se pagará al precio fijado en el contrato para cada uno de los materiales que la componen (concreto, acero y cimbra) y deberán incluir lo indicado para cada uno de ellos en esta norma.

## **7. PILOTES DE CONCRETO PRECOLADO**

### **7.1 DEFINICIÓN**

Son elementos estructurales alargados, elaborados con concreto reforzado o presforzado, cuya sección tiene diámetro o lado menor generalmente es igual o inferior a sesenta (60) centímetros, que son fabricados en la superficie y después hincados en su lugar definitivo para la cimentación profunda de estructuras, con el objeto de transmitir las cargas de la superestructura al subsuelo.

### **7.2 REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

La superficie donde se hincarán los pilotes estará libre de basura, escombro, hierba, arbustos o restos de construcciones anteriores.

Previo al hincado de los pilotes los sitios de perforación se ubicarán de acuerdo con lo establecido en el proyecto. El terreno estará nivelado con una superficie sensiblemente horizontal. Si la pendiente del terreno dificulta el hincado, los trabajos se realizarán de forma escalonada,

haciendo plataformas conforme se eleve el terreno.

No se aceptarán los pilotes que presenten oquedades, porosidades u otros defectos del colado.

Las pruebas de carga se harán al número de pilotes siguiendo las recomendaciones que indique el proyecto.

a. Perforación.

A menos que el proyecto indique otra cosa, se hará una perforación previa al hincado de los pilotes, con el objeto de servir de guía o facilitar para alcanzar los estratos resistentes o evitar movimientos excesivos en la masa de suelo adyacente. El diámetro de la perforación será menor que el diámetro del pilote o que la dimensión transversal menor del mismo.

b. Fabricación.

Los pilotes se fabricarán sobre plataformas de concreto hidráulico de cinco (5) a diez (10) centímetros de espesor, que sirvan para el apoyo y filtración de los moldes. Estarán coladas sobre una base de material compactado y contarán con elementos de madera o metal que ayuden a la fijación de las cimbras.

La fabricación de los pilotes de concreto reforzados se hará de acuerdo con lo indicado en el Tomo IV de esta norma para las Estructuras de Concreto Reforzado.

A menos que el proyecto indique otra cosa, la resistencia a la comprensión del concreto en el momento en que se desprege de la cama de colado, será como mínimo de veinticuatro (24) megapascales (245 kg/cm<sup>2</sup>).

c. Manejo e izamiento.

Los pilotes de concreto serán manejados con cuidado para evitar fisuras o agrietamiento debido a la concentración de esfuerzos.

Para el despegue, izamiento y demás maniobras de los pilotes, se habrán preparado varios puntos a lo largo de los mismos, estructuralmente apropiados para esas maniobras con el objeto de reducir al mínimo el peligro de fracturas.

En el caso de pilotes de concreto reforzado, los puntos de izamiento estarán constituidos por orejas de varilla, cable de acero o placa que se

fijan previamente al acero de refuerzo y que quedan ahogadas en el concreto.

Para el transporte de pilotes de concreto, se requerirá el empleo de balancines con dos o más puntos de izamiento. Para los pilotes cortos que se puedan manejar mediante un solo punto de izamiento, éste estará colocado al treinta (30) por ciento de la longitud del pilote desde la cabeza.

d. Hincado.

Los pilotes de concreto serán hincados en el lugar, forma, elevación y a la profundidad establecida en el proyecto.

Se deberá llevar un registro para el control de hincado mediante gráficas que indiquen la correspondencia entre el número de golpes del martillo y el ritmo del descenso del pilote.

Se colocarán marcas con una separación máxima de un (1) metro a todo lo largo, con el fin de determinar con facilidad el número de golpes necesarios para cada metro de hincado.

Tanto el pilote como la resbaladera del martillo se colocarán en posición perfectamente vertical o en el ángulo establecido en el proyecto o aprobado por el Instituto, corrigiendo la posición de la grúa hasta lograrlo.

La caída del martillo será regulada de tal manera que se eviten daños a los pilotes y en ningún caso excederá de cuatro punto cinco (4.5) m.

Los pilotes que se agrieten durante el hincado y/o manejo, hasta el punto que la grieta muestre astilladuras o aberturas, serán rechazados.

Cuando esto suceda durante el proceso de hincado, el pilote deberá cortarse abajo de la grieta hasta la parte sana y construirse un aumento.

Cuando las grietas que se presenten no estén astilladas o abiertas como para indicar que el acero de refuerzo ha sufrido deformaciones permanentes, se procederá a sellar las grietas con un material adecuado, suspendiendo el proceso de hincado durante el tiempo que se requiera.

e. Juntas.

Si es necesario hincar varios tramos de pilote, se ejecutará una junta que puede ser desde una soldadura a tope de dos placas previamente fijadas

a los extremos del pilote hasta mecanismos como juntas de bayoneta o juntas de grapas, de acuerdo con lo establecido en el proyecto y aprobado por el Instituto.

f. Descabezado.

Para que el pilote ya hincado esté en condiciones de ser ligado con la estructura que va a soportar, su extremo superior se demolerá con un martillo neumático al nivel establecido en el proyecto. Dicho nivel estará en función de la profundidad de las contratrabes o elementos estructurales con los que se vaya a ligar. Se dejará libre el acero de refuerzo para después armarlo junto con el acero del nuevo elemento estructural y proceder más tarde a su colado.

La longitud del pilote arriba del corte será la necesaria para permitir la eliminación de todo el material dañado durante el hincado.

Una vez que los pilotes hayan sido cortados al nivel establecido, las cabezas serán terminadas de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

### 7.3 EQUIPO

El equipo que se utilice para la fabricación e hincado de pilotes precolados será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto y en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución.

#### C.1. Grúas.

Que cuenten con un sistema de malacates, cables y ganchos montados sobre una pluma capaz de moverse sobre un plano vertical, girar en un plano horizontal y desplazarse a lo largo de los sitios de hincado. Para el montaje de equipos de perforación, tendrán capacidad nominal de cuarenta y cinco (45) a ochenta (80) toneladas, con plumas rígidas de dieciocho (18) metros de largo como mínimo.

#### C.2. Perforadoras.

Rotatorias o de percusión de acuerdo con las propiedades mecánicas que presenten los materiales del lugar, así como de las dimensiones de la sección transversal y profundidad proyectadas para los pilotes.

#### C.3. Vibrohincadores.

Que cuenten con un motor de combustión interna, un generador eléctrico o una bomba hidráulica y un generador de vibraciones a base de contrapesos excéntricos de rotación opuesta, con la capacidad

adecuada para las condiciones del subsuelo.

#### C.4. Martillos.

Capaces de generar la energía de impacto suficiente para el hincado de los pilotes de acuerdo con las condiciones del subsuelo y la masa del pilote. A menos que el proyecto indique otra cosa, la masa del martillo será cuando menos de novecientos (900) kilogramos y en ningún caso será menor que la suma de las masas de la cabeza para el hincado y del pilote. Cuando se use martillo de doble acción, la energía total desarrollada por el martillo no será menor de ocho punto catorce (8.14) kilojoules (830 kg-m) por golpe. La elección del tipo de martillo se hará en función de la energía mínima por golpe que sea capaz de desarrollar, así como de su masa y la del pilote.

#### C.5. Resbaladeras.

Para ser montadas en las plumas de las grúas con el objeto de deslizar tanto el martillo piloteador como el dispositivo de disparo; pueden ser fijas u oscilantes.

#### C.6. Gorros de protección.

Para protección de la cabeza de los pilotes durante su hincado. Los gorros de protección estarán integrados por una estructura monolítica de acero en forma de caja, que cuente con una sufridera en la parte superior, que puede ser de madera, material plástico o trozos de cable de acero y una placa metálica.

### 7.4 MEDICIÓN

La fabricación de pilotes precolados se medirá tomando como unidad el metro (m) de pilote fabricado, según su tipo y sección.

El hincado de pilotes precolados se medirá tomando como unidad el metro de pilote hincado y terminado, según su tipo y sección, considerando únicamente considerando únicamente el hincado efectivo a partir del nivel del terreno natural o de la elevación que fije el proyecto.

### 7.5 BASE DE PAGO

La fabricación de pilotes precolados se pagará al precio fijado en el contrato para el metro (m) de pilote fabricado, según su tipo y sección. Este precio unitario deberá incluir todo lo que corresponda por: herramienta, equipo; mano de obra; materiales; concreto hidráulico; acero de refuerzo o presfuerzo; herrajes y juntas de cualquier tipo;

pruebas de laboratorio, colocación de juntas entre tramos; carga, transporte y descarga de los pilotes hasta su sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

El hincado de pilotes precolados se pagará al precio fijado en el contrato para el metro (m) de pilote hincado y terminado, según su tipo y sección. Este precio unitario deberá incluir todo lo que corresponda por: herramienta, equipo; mano de obra; materiales; limpieza de la superficie donde se hincarán los pilotes; ubicación y trazo de los pilotes; nivelación del terreno; perforación previa; carga, transporte y descarga de los residuos que se obtengan de la perforación a los almacenamientos temporales; maniobras e hincado de los pilotes; junteo de tramos de pilotes; descabezado de pilotes; pruebas de capacidad de carga en todos los pilotes que indique el proyecto; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

## 8. PILOTES DE MADERA

### 8.1 DEFINICIÓN

Son elementos estructurales alargados, labrados en madera, cuya sección tiene un diámetro o lado menor generalmente igual o inferior a sesenta (60) centímetros, que se emplean en la cimentación profunda de estructuras provisionales para transmitir las cargas de la superestructura al subsuelo.

### 8.2 REQUISITOS DE EJECUCIÓN

Si así lo establece el proyecto, los pilotes de madera se someterán a un tratamiento para su preservación.

Previo al hincado de los pilotes los sitios de perforación se ubicarán de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la supervisión, el terreno se nivelará hasta la superficie sensiblemente horizontal; si la pendiente del terreno dificulta el hincado, los trabajos se realizarán de forma escalonada, haciendo plataformas conforme se eleve el terreno.

#### a. Perforación.

A menos que el proyecto indique otra cosa, se hará una perforación previa al hincado de los pilotes, con el objeto de servir de guía o facilitar para alcanzar los estratos resistentes o evitar movimientos excesivos en la masa de suelo adyacente. El diámetro de la perforación

será menor que el diámetro del pilote o que la dimensión transversal menor del mismo.

b. Manejo e izamiento.

Los pilotes de madera, especialmente los preservados, serán manejados con cuidado para evitar la rotura de las fibras exteriores y la penetración de partes del equipo o las herramientas en la madera; para tal efecto se emplearán cuerdas, no se permitirá el uso de ganchos, garfios u otra herramienta, cuando exista la posibilidad de que penetren en la madera.

A todas las cortaduras y grietas superficiales de los pilotes de madera preservada, así como en los agujeros taladrados que se requieran, se les darán una (1) o más aplicaciones del preservador empleado en los pilotes, de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

c. Hincado.

Los pilotes de madera serán hincados en el lugar, forma, elevación y a la profundidad establecidos en el proyecto.

El hincado de pilotes de madera se efectuará de tal manera que garantice su integridad estructural y se alcance la integración deseada con el suelo.

La caída del martillo será regulada de tal manera que se eviten daños a los pilotes y en ningún caso excederá de cuatro punto cinco (4.5) metros.

Los pilotes que se rajen durante el hincado serán desechados. Cuando se trate del primer tramo, se sacará y se substituirá por otro en buenas condiciones. Cuando se trate del segundo tramo en adelante, se cortará el pilote rajado al ras del suelo, hincándose un pilote substituto a la distancia establecida en el proyecto o aprobada por la supervisión.

d. Juntas

Si la profundidad de hincado necesaria es mayor que la longitud de los pilotes, éstos pueden prolongarse por ensambles de sesenta (60) centímetros de longitud como mínimo, a media madera, por entablillado o mediante un tubo de acero en el que se introduzcan los extremos de las dos piezas por unir, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la supervisión.

e. Descabezado

Los extremos superiores de los pilotes hincados se cortarán a escuadra y al nivel establecido en el proyecto o aprobado por la supervisión.

Las cabezas de los pilotes que soporten cabezas o anclajes serán cortadas para ajustarlas al plano de la parte inferior de la estructura que se apoye en ellos. La longitud del pilote arriba del corte será necesaria para permitir la eliminación de toda la madera dañada durante el hincado.

Una vez que los pilotes hayan sido cortados al nivel establecido, las cabezas se someterán a un tratamiento, de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

### 8.3 EQUIPO

El equipo que se utilice para el habilitado e hincado de pilotes de madera será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto y en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución.

#### C.1. Grúas

Que cuenten con un sistema de malacates, cables y ganchos montados sobre una pluma capaz de moverse sobre un plano vertical, girar en un plano horizontal y desplazarse a lo largo de los sitios de hincado. Para el montaje de equipo de perforación, tendrán capacidad nominal de cuarenta y cinco (45) a ochenta (80) toneladas, con plumas rígidas de dieciocho (18) metros de largo como mínimo.

#### C.2. Perforadoras

Rotatorias o de percusión de acuerdo con las propiedades mecánicas que presente los materiales del lugar, así como de las dimensiones de la sección transversal y profundidad proyectadas para los pilotes.

#### C.3. Martillos

Capaces de generar la energía de impacto suficiente para el hincado de los pilotes de acuerdo con las condiciones del subsuelo y la masa del pilote. A menos que el proyecto indique otra cosa, la masa del martillo será cuando menos de novecientos (900) kilogramos y en ningún caso especial será menor que la suma de las masas de la cabeza para el hincado y del pilote. Cuando se use martillo de doble acción, la energía total desarrollada por el martillo no será menor de ocho punto catorce (8.14) kilojoules (830 kg-m) por golpe. La elección del tipo de martillo se hará en función de la energía mínima por golpe que sea capaz de desarrollar, así como de su masa y la del pilote.

#### C.4. Resbaladeras

Para ser montadas en las plumas de las grúas con el objeto de deslizar tanto el martillo piloteador como el dispositivo de disparo; pueden ser fijas u oscilantes.

#### C.5. Gorros de protección

Para protección de la cabeza de los pilotes durante su hincado. Los gorros de protección estarán integrados por una estructura monolítica de acero en forma de caja, que cuente con una sufridera en la parte superior, que puede ser de madera, micarta, material plástico o trozos de cable de acero y una placa metálica.

### 8.4 MEDICIÓN

El habilitado e hincado de pilotes de madera se medirá considerando como unidad el metro (m) de pilote de madera hincado y terminado, según su tipo y sección, con aproximación a un décimo (10), considerando únicamente su longitud efectiva de hincado.

### 8.5 BASE DE PAGO

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio fijado en el contrato para el metro (m) de pilote de madera hincado y terminado. Este precio unitario deberá incluir todo lo que corresponda por: equipo; mano de obra; materiales; adquisición o fabricación de los pilotes de madera, herrajes, juntas de cualquier tipo, puntas o casquillos, productos para el tratamiento de madera y demás materiales necesarios para el habilitado e hincado de los pilotes; carga, transporte y descarga de los pilotes y de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; limpieza de la superficie donde se hincarán los pilotes; ubicación y trazo de los pilotes; nivelación del terreno; perforación previa; carga, transporte y descarga de los residuos que se obtengan de la perforación a los almacenamientos temporales; tratamientos para la preservación de la madera, incluyendo los que se apliquen en las perforaciones, cortes o partes dañadas de los pilotes; colocación de las puntas o casquillos; maniobras e hincado de los pilotes; colocación de juntas entre tramos; descabezado de los pilotes; pruebas de capacidad de carga; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

## ANEXO 1.- CARACTERISTICAS GENERALES LOS VIBRADORES

Tipo	Frecuencia recomendable rpm (mínimo)	Elemento vibratorio		Capacidad de consolidación m <sup>2</sup> /h	Número Operarios	Aplicaciones
		Longitud (cm)	Diámetro (cm)			
Cabeza de inmersión, de operación manual.	9,000	Hasta 34.3	2.2-4.4	1.5-3.8	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto plástico, trabajable en miembros muy delgados y sitios confinados y para fabricación de especímenes para ensayos de laboratorio.</li> <li>• Conveniente como auxiliar de vibradores mayores en concretos presforzados, donde los cables y ductos causan congestión en las cimbras.</li> </ul>
Cabeza de inmersión, de operación manual.	9,000	25.4-50.8	4.8-6.4	3.8-15.3	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto plástico, trabajable en muros delgados, columnas, trabes, pilas precoladas, pisos y techos ligeros y a lo largo de las juntas de construcción.</li> </ul>
Cabeza de inmersión, de operación manual.	7,000	25.4-71.1	6.0-7.6	11.5-19.1	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto plástico, trabajable con menos de 7.5 cm de revenimiento en construcción general, tal como muros, columnas, trabes, pilas precoladas, pisos pesados y losas de techo.</li> <li>• Vibración auxiliar adyacente para cimbras de concreto masiva.</li> </ul>
Cabeza de inmersión, montados en grupo.	7,000	25.4-71.1	6.0-7.6	--	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto para losas, pueden unirse a la extendidora o a un equipo separado.</li> </ul>
Tubo de inmersión, unido a una extendidora.	5,000	Hasta 760	7.5	--	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto para losas, para toda la profundidad, dependiendo del número de unidades y profundidad de inmersión.</li> </ul>

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes. N-CTR-CAR-1-02-003/04. Construcción. Carreteras. Parte 1 Conceptos de Obra. Título 02. Estructuras. Capítulo 003. Concreto hidráulico. [en línea] <http://normas.imt.mx/> [Consulta: Agosto de 2012]

Tipo	Frecuencia recomendable rpm (mínimo)	Elemento vibratorio		Capacidad de consolidación m <sup>2</sup> /h	Número Operarios	Aplicaciones
		Longitud (cm)	Diámetro (cm)			
De superficie, discos o reglas.	3,000	Hasta 1282x0.45	--	--	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto para losas menores de 30 cm de espesor y compactar superficies horizontales. Efectiva a una profundidad máxima de 30 cm aproximadamente.</li> </ul>
De superficie, disco giratorio.	1,800	--	--	--	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto con superficies expuestas a desgaste, con 5 cm de revenimiento, en pisos pesados, rampas, plataformas, losas de cubierta, ductos y canales.</li> <li>• También se usa en superficies de concreto expuestas al desgaste para integrarlas con agregado graduado ya sea metálico o natural, para obtener superficies más duras.</li> </ul>

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes. N-CTR-CAR-1-02-003/04. Construcción. Carreteras. Parte 1 Conceptos de Obra. Título 02. Estructuras. Capítulo 003. Concreto hidráulico. [en línea] <http://normas.imt.mx/> [Consulta: Agosto de 2012]