

**LIBRO:** **CTR. CONSTRUCCIÓN**  
**TEMA:** **CAR. Carreteras**  
**PARTE:** **1. CONCEPTOS DE OBRA**  
**TÍTULO:** **02. Estructuras**  
**CAPÍTULO:** **004. Acero para Concreto Hidráulico**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la utilización del acero para concreto hidráulico en construcción de puentes, estructuras y obras de drenaje, para carreteras de nueva construcción.

**B. 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, instalados en ductos o no, para tomar los esfuerzos internos de tensión que se generan por la aplicación de cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura.

**C. REFERENCIAS**

Son referencias de esta Norma, la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras* y el Manual M·CAL·1·02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, así como las Normas aplicables de los Títulos 03. *Acero y Productos de Acero* y 04. *Soldadura*, de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*.

**D. MATERIALES**

- D.1.** El acero y la soldadura serán los que indique el proyecto o la Secretaría y cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables

de los Títulos 03. *Acero y Productos de Acero* y 04. *Soldadura*, de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

- D.2.** Si dados los requerimientos de la obra es necesario modificar las secciones del acero, los ajustes deberán ser aprobados por la Secretaría. El acero cumplirá como mínimo con el área del acero de refuerzo de proyecto, con el perímetro necesario para la adherencia y el mismo límite de fluencia.
- D.3.** No se aceptará el suministro y utilización de acero y soldadura que no cumplan con lo indicado en la Fracción D.1. de esta Norma, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.4.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el acero o la soldadura presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias o remplace los materiales por otros adecuados, por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

## **E. EQUIPO**

El equipo que se utilice para el habilitado y colocación del acero, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

**F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento de los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas aplicables de los Títulos 03. *Acero y Productos de Acero* y 04. *Soldadura*, de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológicas vigentes.

**G. EJECUCIÓN****G.1. CONDICIONES GENERALES**

Para el habilitado y colocación del acero para concreto hidráulico se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*.

**G.2. TRABAJOS PREVIOS**

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.

**G.3. HABILITADO DEL ACERO**

**G.3.1.** Las varillas de refuerzo se doblarán lentamente, en frío, para darles la forma que fije el proyecto o apruebe la Secretaría, cualquiera que sea su diámetro; sólo se podrán doblar en caliente cuando así lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría. Cuando se trate de varilla torcida en frío no se permitirá su calentamiento.

**G.3.2.** Cuando el proyecto establezca o la Secretaría apruebe, que la varilla se caliente para facilitar su doblado, la temperatura no excederá de doscientos (200) grados Celsius, la cual 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.

- G.3.3.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, los dobleces para estribos se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor que dos (2) veces el de la varilla.
- G.3.4.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, en varillas menores de dos coma cinco (2,5) centímetros de diámetro, 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 ganchos doblados a ciento ochenta (180) grados o a noventa (90) grados.
- G.3.5.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, en varillas de dos coma cinco (2,5) centímetros de diámetro o mayores, los ganchos de anclaje se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor de ocho (8) veces el de la varilla, ya sea que se trate de ganchos doblados a ciento ochenta (180) grados o a noventa (90) grados.
- G.3.6.** Todas las varillas de refuerzo se habilitarán con la longitud que fije el proyecto.
- G.3.7.** Cuando así lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría, los empalmes se harán traslapados sin amarrarlos o soldados a tope.
- G.3.8.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, en una misma sección estructural no se permitirá empalmar más del cincuenta (50) por ciento de las varillas de refuerzo.
- G.3.9.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, 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.
- G.3.10.** 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.

- G.3.11.** Cuando así lo establezca el proyecto o apruebe la Secretaría, la longitud de traslape de los paquetes de varilla, será la correspondiente al diámetro individual de las varillas del paquete, incrementado en veinte (20) por ciento para paquetes de tres (3) varillas y treinta y tres (33) por ciento para paquetes de cuatro (4) varillas. Las varillas que formen un paquete no deben traslaparse entre sí.
- G.3.12.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, los traslapes de varilla en líneas contiguas en elementos tanto verticales como horizontales se harán de forma tal que en ningún caso queden alineados.
- G.3.13.** En los empalmes a tope, los extremos de las varillas se unirán mediante soldadura de arco u otro procedimiento establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. La preparación de los extremos será según lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.3.14.** 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.

### **G.4. COLOCACIÓN DEL ACERO**

- G.4.1** Las varillas de refuerzo se colocarán en la posición que fije el proyecto o apruebe la Secretaría y se mantendrán firmemente en su sitio durante el colado.
- G.4.2.** Los estribos rodearán a las varillas longitudinales y quedarán firmemente unidos a ellas.
- G.4.3.** 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.
- G.4.4.** El refuerzo más próximo al molde quedará separado del mismo, a la distancia necesaria para cumplir con el recubrimiento indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, mediante el uso de separadores de acero o dados de concreto.
- G.4.5.** 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 coma noventa y

cinco (0,95) centímetros de diámetro nominal mínimo, de modo que la separación entre las varillas inferiores y superiores sea la indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría. Los separadores se sujetarán al acero de refuerzo por medio de amarres de alambre o bien, por puntos de soldadura, según lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría. Cuando se utilice varilla torcida en frío no se usará soldadura.

- G.4.6.** No se iniciará ningún colado hasta que la Secretaría inspeccione y apruebe el armado y la colocación del acero de refuerzo.
- G.4.7.** Los alambres, cables y barras, que se empleen en concreto presforzado se colocarán y tensarán con las longitudes, posiciones, accesorios, procedimientos y demás requisitos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- G.4.8.** Las rejillas o mallas de alambre, metal desplegado y otros elementos estructurales que se empleen como refuerzo, se colocarán según lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría. En caso de existir traslapes, éstos serán de diecinueve (19) centímetros como mínimo, se harán sin doblar las mallas, sujetándolas por medio de amarres con alambre, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.
- G.4.9.** Si el proyecto no indica otra cosa o así lo aprueba la Secretaría, 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 tal manera que no se muevan durante el colado.
- G.4.10.** En elementos horizontales, el amarrado de los tramos de malla se hará con alambre recocado, se colocarán silletras de apoyo para obtener el recubrimiento necesario según lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

## **G.5. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación del acero de refuerzo hasta el momento de la colocación del concreto, y del acero de presfuerzo hasta que el elemento estructural de que se trate haya sido terminado.

**H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que el acero para concreto hidráulico, habilitado y colocado, se considere terminado y sea aceptado por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

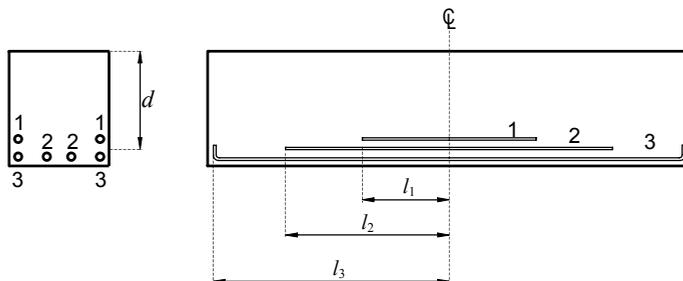
**H.1. CALIDAD DEL ACERO**

- H.1.1.** Que el acero, cumpla con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.
- H.1.2.** Que el límite de fluencia del acero, determinado en especímenes obtenidos al azar mediante un procedimiento basado en tablas de número aleatorios conforme a lo indicado en el Manual M·CAL·1·02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, cumpla con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría.
- H.1.3.** Las características de los especímenes de prueba, así como el tipo de prueba que se realice para determinar el límite de fluencia del acero, serán los que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.
- H.1.4.** El número de especímenes por obtener será el que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, dependiendo de la importancia del elemento estructural de que se trate.

**H.2. COLOCACIÓN**

Que las dimensiones, separación, sujeción, forma y posición del acero, cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, considerando que:

- H.2.1.** En losas, zapatas, muros, cascarones, trabes 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 (ver Figura 1).



$$l_1 - l_{p1} = E_1$$

$$l_2 - l_{p2} = E_2 \quad \Sigma E_i \leq 2\varnothing$$

$$l_3 - l_{p3} = E_3 \quad \Sigma E_i \leq 0,05d$$

$$l_i - l_{pi} = E_i$$

#### Nomenclatura

$l_i$  = Longitud real, (cm)

$l_{pi}$  = Longitud de proyecto, (cm)

$E_i$  = Discrepancia, (cm)

$d$  = Peralte efectivo, (cm)

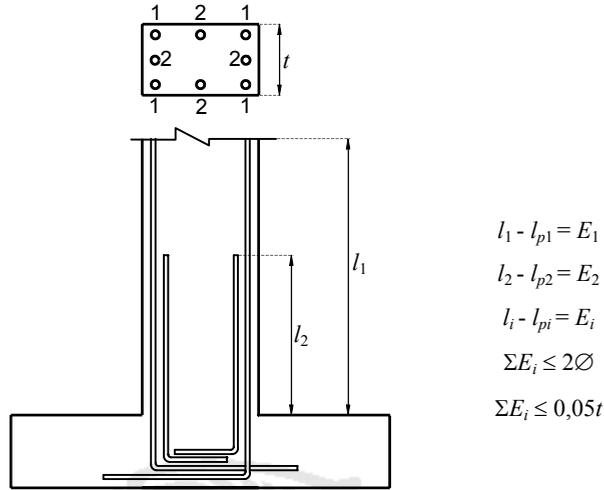
FIGURA 1.- Tolerancias para losas, zapatas, muros, cascarones, traves o vigas en la dirección del refuerzo principal

**H.2.2.** 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 (ver Figura 2).

**H.2.3.** En los extremos de las traves 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 (ver Figura 3).

**H.2.4** La posición del refuerzo en zapatas, muros, cascarones, traves y 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 coma cinco (0,5) centímetros.

**H.2.5** 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 coma cinco (0,5) centímetros.



$$l_1 - l_{p1} = E_1$$

$$l_2 - l_{p2} = E_2$$

$$l_i - l_{pi} = E_i$$

$$\Sigma E_i \leq 2\varnothing$$

$$\Sigma E_i \leq 0,05t$$

**Nomenclatura**

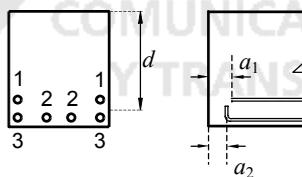
$l_i$  = Longitud real, (cm)

$l_{pi}$  = Longitud de proyecto, (cm)

$E_i$  = Discrepancia, (cm)

$t$  = Dimensión mínima de la sección transversal, (cm)

FIGURA 2.- Tolerancias para columnas en la dirección del refuerzo principal



$$a_1 - a_{p1} = E_1$$

$$a_2 - a_{p2} = E_2 \quad \Sigma E_i \leq 1\varnothing$$

$$a_i - a_{pi} = E_i$$

**Nomenclatura**

$a_i$  = Separación real, (cm)

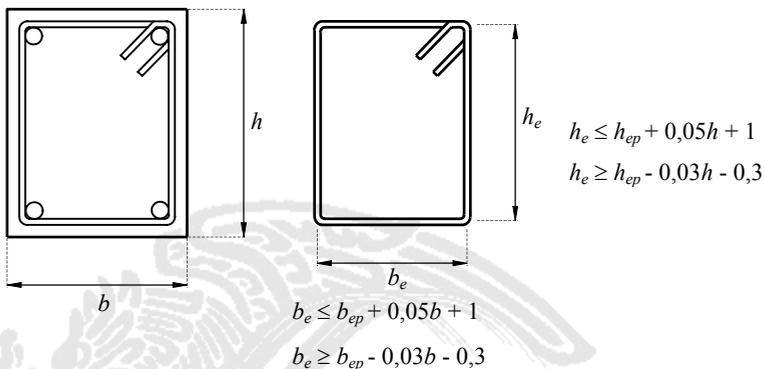
$a_{pi}$  = Separación de proyecto, (cm)

$E_i$  = Discrepancia, (cm)

$d$  = Peralte efectivo, (cm)

FIGURA 3.- Tolerancias en extremos de traves o vigas en la dirección del refuerzo principal

**H.2.6.** 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 de 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 (ver Figura 4).



**Nomenclatura**

- $h$  = Altura de la sección, (cm)
- $h_e$  = Altura real del estribo, (cm)
- $h_{ep}$  = Altura de 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

**H.2.7.** El espesor del recubrimiento del acero de refuerzo en cualquier miembro estructural, no debe diferir respecto al de proyecto en más de cinco (5) milímetros.

**H.2.8.** 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) centímetro.

**H.2.9.** La separación del acero de refuerzo en trabes y vigas, considerando los traslapes, no debe diferir de la de proyecto en más de diez (10) por ciento de dicha separación más un (1) centímetro, pero siempre respetando el número de varillas y su diámetro, además de permitir el paso del agregado grueso.

**H.2.10.** La separación del refuerzo transversal en cualquier miembro estructural, no debe diferir de la de proyecto en más de diez (10) por ciento de dicha separación más un (1) centímetro.

### I. MEDICIÓN

- I.1.** Cuando el acero para concreto hidráulico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea habilitado y colocado conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el kilogramo de acero habilitado y colocado, según su tipo, con aproximación a un décimo (0,1). La masa será calculada a partir de las dimensiones de los elementos de acero, considerando los factores de masa por longitud o por área certificados por el fabricante.
- I.2.** En el caso de conceptos de obra que incluyan el acero para concreto hidráulico, como parte de su ejecución, éste se incluirá dentro de la base de pago del concepto de obra de que se trate, por lo que no se medirán de forma independiente.

### J. BASE DE PAGO

Cuando el acero para concreto hidráulico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medido de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el kilogramo de acero habilitado y colocado, según su tipo. En el caso de conceptos de obra que incluyan el acero para concreto hidráulico, como parte de su ejecución, éste se incluirá dentro

del precio unitario del concepto de obra de que se trate. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición o fabricación, incluyendo mermas y desperdicios, de 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, conforme a lo indicado en el proyecto; anclas, ductos y demás accesorios y materiales necesarios para la habilitación y colocación del acero de presfuerzo. Cargas, transporte y descargas de todos los materiales hasta el sitio de habilitación y colocación, así como el cargo por almacenamiento.
- Cortado, doblado, limpieza y protección del acero.
- Empalmes traslapados o soldados del acero para refuerzo.
- Formación de cables para el acero de presfuerzo.
- Habilitado y colocación de los ductos y anclas para el acero de presfuerzo conforme al proyecto.
- Armado del acero de refuerzo con alambre de amarre o soldadura y separadores.
- Colocación del acero conforme al proyecto.
- Tensado del acero de presfuerzo.
- Lechada, mortero, aditivos u otro material que indique el proyecto para el acero de presfuerzo y su inyección.
- Concreto para los sellos de anclajes.
- Regalías por el uso de patentes.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- La conservación del acero de refuerzo habilitado y colocado hasta el momento de la colocación del concreto o del acero de presfuerzo hasta que el elemento estructural de que se trate haya sido terminado.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

**K. ESTIMACIÓN Y PAGO**

- K.1.** Cuando el acero para concreto hidráulico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, la estimación y pago se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*.
- K.2.** En el caso de conceptos de obra que incluyan el acero para concreto hidráulico, como parte de su ejecución, la estimación y pago se incluirá en el concepto de obra de que se trate.

**L. RECEPCIÓN DE LA OBRA**

- L.1.** Cuando el acero para concreto hidráulico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, la Secretaría lo aprobará una vez habilitado y colocado en la obra, y lo recibirá junto con el elemento estructural de que se trate, cuando éste haya sido terminado, conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. de la misma Norma.
- L.2.** En el caso de conceptos de obra que incluyan el acero para concreto hidráulico como parte de su ejecución, se recibirán como parte del concepto de obra de que se trate.