

## **SECCIÓN 554 ACERO DE REFUERZO**

### **554.01 Descripción**

Este trabajo consistirá en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las varillas de acero dentro de las diferentes estructuras de concreto hidráulico, en conformidad con los detalles indicados en los planos, estas especificaciones y las instrucciones de la Administración.

### **554.02 Materiales**

El acero de refuerzo deberá cumplir con lo especificado en la Subsección 709.01(a) y 709.01 (b) Acero de refuerzo. El alambre de amarre a utilizar deberá ser alambre negro recocido.

### **554.03 Equipo**

El Contratista deberá suministrar el equipo necesario para el corte y doblado de las varillas de acero de refuerzo. Cuando sea autorizado por la Administración el empleo de soldadura, el Contratista deberá también disponer del equipo apropiado para esa labor y aprobar soldadores calificados para realizar los trabajos.

Para fijar correctamente el acero de refuerzo en su posición, se requerirá herramientas menores y otros elementos deberán ser también suministrados por el Contratista.

### **Requerimientos para la construcción**

#### **554.04 Suministro y almacenamiento**

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indique: el fabricante, el grado del acero y el lote correspondiente.

Previo al almacenamiento del acero y posterior incorporación a la obra, el Contratista deberá presentar a la Administración los respectivos certificados de calidad del fabricante, los cuales deberán contar con el aval, tanto del Consultor de Calidad del Contratista como de la Administración.

El acero deberá almacenarse en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido contra daños y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

### **554.05 Planos y listas de corte y doblado**

Antes de cortar el acero en los tamaños indicados en los planos, el Contratista deberá verificar las listas del tamaño de las varillas y sus diagramas de doblado. Si los planos no muestran estas listas y diagramas de doblado, el Contratista deberá prepararlos y someterlos a la aprobación de la Administración. La aprobación por parte de la Administración no exime de responsabilidad al Contratista por la exactitud de estas listas y diagramas. En este caso, el Contratista deberá contemplar, en los precios de su oferta, el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados.

Si el Contratista desea relocalizar una junta de construcción mostrada en planos, en alguna otra parte de la estructura, deberá revisar por su cuenta los planos y listas de corte que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas para que sea aprobado por la Administración, por lo menos 15 días antes de la fecha prevista para el corte y doblaje del refuerzo de esa parte de la obra. Si por cualquier razón el Contratista omite este requisito, la junta y el refuerzo correspondiente deberán dejarse sin modificación, tal y como se muestra en los planos.

### **554.06 Doblado**

Las varillas de refuerzo se deberán fabricar de acuerdo con ACI SP 66 y se doblarán en frío todas las varillas que así lo requieran. Se limitará la tolerancia de dobladura de las varillas de cubiertas o losas armadas a no más de 6 mm. Las varillas de acero no se deben doblar una vez que están parcialmente empotradas en el concreto hidráulico, excepto cuando se muestre así en los planos o sea permitido por la Administración.

Cuando las dimensiones de los ganchos o los diámetros de doblado no se muestren en los planos, se proporcionarán ganchos estándar de conformidad con ACI SP 66.

### **554.07 Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico**

Las varillas se levantarán con soportes múltiples o con una plataforma. Se evitará la abrasión producida entre varillas y se deberá evitar que los paquetes de varillas sean arrastrados o dejados caer.

Antes de la colocación se inspeccionarán las varillas recubiertas para localizar cualquier daño al recubrimiento. Se repararán todos los defectos en el recubrimiento, perceptibles al ojo, con un material de reparación precalificado de acuerdo con la norma AASHTO M 28M. Se limpiarán las áreas que van a ser reparadas, removiendo toda la contaminación de la superficie y el recubrimiento dañado. Se raspará el área por reparar antes de aplicar el material de reparación. Cuando haya herrumbre se debe remover por medio de limpieza a chorro o con una herramienta de poder. Se limpiarán las varillas inmediatamente antes de aplicar el material de reparación.

Se deberán reparar rápidamente las varillas con resina antes de que ocurra una oxidación perjudicial, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la resina. Se traslapará en 50 milímetros el material de remiendo sobre el revestimiento original, o como lo recomiende el fabricante. Se proveerá un espesor mínimo de 200 micrómetros de recubrimiento en las áreas reparadas.

Deben tomarse las medidas necesarias para minimizar el daño en el recubrimiento de las varillas instaladas. Se debe limpiar y reparar cualquier daño en el recubrimiento advertido después de la instalación, en la forma descrita anteriormente.

No se permitirán reparaciones en el campo a varillas con daños severos en el recubrimiento, las cuales deberán ser cambiadas con piezas nuevas. Un recubrimiento con daño severo se define como un recubrimiento con un área total dañada de 0,5 metros de longitud de varilla que excede al 5 % del área superficial de la porción de la varilla. Se recubrirán los empalmes mecánicos después de su instalación de acuerdo con la norma AASHTO M 284 M, si presenta daños en el recubrimiento epóxico.

#### **554.08 Colocación y fijación del acero de refuerzo**

Al ser colocado en su posición final y antes de colar el concreto hidráulico, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar la adherencia. Todo el mortero seco adherido deberá ser removido del acero de refuerzo.

Las varillas deberán colocarse con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán asegurarse firmemente, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto hidráulico. Se soportarán las varillas en bloques de concreto hidráulico prefabricados, o en soportes metálicos, de acuerdo al "Manual de práctica estándar del Instituto de Concreto hidráulico Reforzado". Se fijarán los bloques de concreto hidráulico de soporte con alambres ubicados en el centro de cada bloque. Se usarán soportes de metal en contacto con las superficies de concreto hidráulico expuesto, Clase 1 (protector de plástico) o Clase 2, tipo B (protector de acero inoxidable). Se usará acero inoxidable de acuerdo con la norma ASTM A-493, Tipo 430.

Se revestirán con un material dieléctrico los asientos, alambres de amarre y otros elementos usados para soporte para dar posición o sujetar el acero de refuerzo con recubrimiento epóxico. No se usarán soportes plásticos.

Los soportes para las varillas de refuerzo en las losas no deben espaciarse a más de 1,2 m entre ellos, ya sea transversal o longitudinalmente. Los soportes para varillas de refuerzo no se usarán directa o indirectamente para sostener pasarelas para carretillas, o cargas de construcción similares. Las plataformas para soportar trabajadores y equipos durante la colocación del concreto serán soportadas directamente en el encofrado y no en el acero de refuerzo.

Las varillas de refuerzo paralelas se espaciarán con una tolerancia de 38 mm con respecto al lugar requerido en planos. No se permite acumular las variaciones en el espaciamiento de varillas paralelas. El promedio de dos espaciamientos adyacentes no deberá exceder el espaciamiento requerido en planos.

Se dejarán 50 mm libre de recubrimiento para todo el refuerzo, excepto si se especifica de otra manera en planos. Se colocará el acero de refuerzo de losas manteniendo la distancia vertical establecida en planos entre el acero de refuerzo y la superficie encofrada o la superficie superior de la losa con una tolerancia de 6 mm. Se revisará el recubrimiento sobre el acero de refuerzo de losas usando una plantilla, antes de colar el concreto y se reemplazarán los soportes dañados.

No se colará el concreto en ningún elemento estructural hasta que la colocación del acero de refuerzo haya sido aprobada.

Las canastas o silleas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto hidráulico deberán ser galvanizadas. No se permitirá el uso de piedras, fragmentos de ladrillos, tubería de metal o tacos de madera.

Las varillas de las losas se deberán amarrar con alambre negro recocido en todas las intersecciones, excepto cuando el espaciamiento entre varillas sea menor a 300 mm en ambas direcciones, en cuyo caso se deberán amarrar alternando las intersecciones. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro de 1,5 mm a 2 mm o su calibre equivalente. No se permitirá soldar las intersecciones de las varillas de refuerzo.

Las varillas deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre varillas paralelas colocadas en una fila, no sea menor de tres veces el diámetro nominal de la varilla, ni menor de cuatro tercios ( $4/3$ ) del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Cuando se coloquen dos o más filas de varillas, la fila superior deberá colocarse directamente encima de la fila inferior, y la separación libre entre filas no deberá ser menor de veinticinco mm (25 mm).

Además, se deberán mantener los recubrimientos mínimos especificados en los planos; antes de colar el concreto hidráulico de las losas, debe revisarse el recubrimiento de las varillas superiores con los codales que se usarán en el colado de las losas.

La Administración deberá revisar y aprobar la armadura de refuerzo de todas las estructuras, antes que el Contratista inicie el colado del concreto hidráulico.

#### **554.09          Empalmes y uniones**

Los empalmes de las varillas de refuerzo se ajustarán a lo indicado en los planos, y se realizarán en los sitios mostrados en éstos o donde lo indique la Administración; no

deberán ser localizados en las juntas de construcción del concreto hidráulico. El Contratista podrá introducir empalmes y uniones adicionales en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando esas modificaciones sean autorizadas por la Administración y el costo del refuerzo adicional requerido será asumido por el Contratista. Los empalmes y uniones en varillas adyacentes deberán hacerse alternados.

En los empalmes, las varillas deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarradas firmemente con alambre negro recocado, de tal manera que mantengan la alineación y su espaciamiento dentro de las distancias mínimas de recubrimiento especificadas, en relación con las demás varillas y superficies de concreto hidráulico.

El Contratista podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla con las normas de la American Welding Society, AWS D 1.4. En este caso, las soldaduras y los procedimientos deberán ser aprobados previamente la Administración, y deben realizarse pruebas de elementos soldados por el laboratorio de control de calidad del Contratista.

No se permitirá soldadura en varillas cuya composición química exceda los siguientes porcentajes:

- a) Carbón 0,30
- b) Manganeso 1,5
- c) Equivalente de carbón 0,55

Se pueden usar acoples mecánicos en lugar de soldaduras, si así es aprobado por la Administración, con resistencia de por lo menos 125 % del esfuerzo de fluencia requerido para el acero de refuerzo.

Si la malla electrosoldada es transportada en rollos, se enderezarán los rollos dejando la malla plana antes de su colocación. Se empalmarán las láminas de malla o varillas de refuerzo de rejilla, traslapando no menos del ancho de la abertura de la malla más 50 mm. Se deben fijar muy bien los extremos y las orillas amarrándolas con alambre negro recocado a los elementos existentes previamente construidos que puedan servir de apoyo y referencia.

El costo de este reemplazo de empalme y las pruebas de revisión del trabajo correrá por cuenta del Contratista.

## **554.10        Sustitución del acero de refuerzo**

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización escrita de la Administración, previa justificación técnica de la variación. En tal caso, el acero sustitutivo deberá tener un área y un perímetro equivalentes o mayores que el área y el perímetro de las varillas mostradas en los planos.

### **554.11 Lista de pedido**

En las listas de pedido del acero de refuerzo se deben usar las mismas marcas para etiquetar que las mostradas en los planos. La Administración debe aprobar todas las listas de pedido y diagramas de dobladuras. La aprobación de las listas y diagrama no exoneran al Contratista de su responsabilidad de la comprobación de su exactitud de las listas.

No se deben ordenar materiales hasta que las listas y diagramas sean aceptados y aprobados por la Administración.

No se debe colocar el acero de refuerzo vertical para columnas, paredes, estribos y pilas hasta que las elevaciones de las fundaciones sean establecidas en campo.

### **554.12 Aceptación**

El suministro de acero de refuerzo será aceptado según las Subsecciones 107.02 Inspección Visual y 107.03 Certificación, del CR-2010. Adicionalmente la Administración podrá solicitar la aceptación del acero de refuerzo por medio de la sección 107.04 Conformidad determinada o ensayada si así lo considera pertinente y de conformidad con la Tabla 554-2 Requisitos de muestreo y ensayo del acero de refuerzo. Se exigirá certificado de producción para cada embarque de acero de refuerzo.

Para aceptar la colocación de acero de refuerzo se deberá cumplir con las Subsecciones 107.02 Inspección Visual del CR-2010.

### **554.13 Medición**

La unidad de medida será el kilogramo (kg) de acero de refuerzo para estructuras de concreto hidráulico, suministrado y colocado en la obra, y aceptado por la Administración.

La medida no incluye el peso de soportes, canastas o silletas de varillas o elementos similares utilizados para mantener o fijar el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos.

Tampoco se medirá el acero cuyo pago esté previsto en otros renglones de pago del contrato.

Si se sustituyen varillas a solicitud del Contratista y, como resultado de ello, se usará más acero del que se ha especificado, no se medirá para pago de la cantidad adicional de acero.

La medida para las varillas de acero se basará en el peso y longitudes de varillas realmente utilizados, y se usarán para ello los pesos unitarios indicados en la siguiente tabla.

**Tabla 554-1**  
**Pesos unitarios de varillas para acero de refuerzo**

| VARILLA N° | DIÁMETRO NOMINAL |            | PESO Kg/m |
|------------|------------------|------------|-----------|
|            | MILIMETROS       | (PULGADAS) |           |
| 2          | 06,4             | (¼)        | 0,249     |
| 3          | 09,5             | (3/8)      | 0,560     |
| 4          | 12,7             | (½)        | 0,994     |
| 5          | 15,7             | (5/8)      | 1,552     |
| 6          | 19,1             | (¾)        | 2,235     |
| 7          | 22,2             | (7/8)      | 3,042     |
| 8          | 25,4             | (1)        | 3,973     |
| 9          | 28,7             | (1 1/8)    | 4,960     |
| 10         | 32,3             | (1 ¼)      | 6,403     |
| 11         | 35,8             | (1 3/8)    | 7,906     |
| 14         | 43,0             | (1 ¾)      | 11,384    |
| 18         | 57,3             | (2 ¼)      | 20,238    |

#### **554.14 Pago**

Las cantidades aceptadas y medidas como se indica anteriormente, serán pagadas al precio del contrato de acuerdo con los renglones de pago que se describen.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta sección (**ver subsección 110.05 Alcance del pago del CR-2010**)

| Renglón de pago   | Unidad de medida |
|---|------------------|
| <b>CR.554.01</b> Acero de refuerzo al carbono, INTE 06-09-01 (ASTM A-615 grado 40)        | Kilogramo (kg)   |
| <b>CR.554.02</b> Acero de refuerzo de baja aleación, INTE 06-09-02 (ASTM A 706M grado 60) | Kilogramo (kg)   |
| <b>CR.554.03</b> Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico                              | Kilogramo (kg)   |

#### **554.15 Requisitos mínimos para muestreo, ensayo y pago**

A continuación se presenta la Tabla 554-2, que representa los requisitos mínimos para aceptación y pago, sin embargo el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto,

queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este Plan de autocontrol de calidad del Contratista debe contar con el aval de la Administración.

La Administración decidirá cuales ensayos de la Tabla 554-2 y la frecuencia con que estos se realizarán para efectos del Plan de Verificación., de tal forma que permitan aplicar las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

**Tabla 554-2**

**Requisitos de muestreo y ensayo de las varillas de refuerzo**

| Tipo de material                            | Tipo de aceptación              | Característica a ensayar | Norma para el ensayo | Categoría | Frecuencia de ensayos                   | Punto de muestreo    | Tiempo de reporte                  |
|---|---------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------|---|----------------------|------------------------------------|
| Acero de refuerzo INTE 06-09-01 ASTM A 615M | Aceptación estadística (107.05) | Densidad por m           | INTE 06-09-01        | I         | 2 varillas por lote (5 ensayos por mes) | Acero en el proyecto | Antes de procesar el acero en obra |
|   |                                 | Esfuerzo de tensión      |                      | I         |   |                      |                                    |
|   |                                 | Elongación               |                      | I         |   |                      |                                    |
|   |                                 | Doblamiento              | INTE 06-09-05        | II        | 1 varilla por lote                      |                      |                                    |
| Acero de refuerzo INTE 06-09-02 ASTM A 706M | Aceptación estadística (107.05) | Densidad por m           | INTE 06-09-02        | I         | 2 varillas por lote (5 ensayos por mes) | Acero en el proyecto | Antes de procesar el acero en obra |
|   |                                 | Esfuerzo de tensión      |                      | I         |   |                      |                                    |
|   |                                 | Elongación               |                      | I         |   |                      |                                    |
|   |                                 | Doblamiento              | INTE 06-09-05        | II        | 2 varillas por lote                     |                      |                                    |