

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
**CONSTRUCCIÓN PRESA Y OBRAS ANEXAS**

**CAPÍTULO 13**  
**ACERO DE REFUERZO**

**TABLA DE CONTENIDO**

13. ACERO DE REFUERZO .....2

13.1 ALCANCE .....2

13.2 GENERALIDADES .....2

13.2.1 Normas .....2

13.2.2 Seguridad industrial .....2

13.2.3 Procedimientos .....2

13.3 ESPECIFICACIONES DE OBRA .....3

13.3.1 Materiales .....3

13.3.2 Ensayos .....3

13.3.3 Suministro, fabricación y almacenamiento .....3

13.3.4 Procedimiento de construcción .....4

13.4 MEDIDA Y PAGO .....6

13.4.1 Generalidades .....6

13.4.2 Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado .....6

13.4.3 Medida .....7

13.4.4 Pago .....8

13.5 ÍTEMS DE PAGO .....9

## 13. ACERO DE REFUERZO

### 13.1 ALCANCE

Este capítulo comprende el suministro de todos los materiales, equipos, mano de obra, recintos de taller y almacenamiento, transporte y demás elementos requeridos para la ejecución de las operaciones de corte, figurado, acarreo, colocación, amarre y demás actividades necesarias para ejecutar, de acuerdo con lo indicado en los planos, en estas especificaciones, o lo ordenado por LA SUPERVISIÓN, las siguientes partes de la obra.

- Acero de refuerzo para hormigón convencional.
- Malla de acero electrosoldada, para refuerzo de hormigón convencional y hormigón proyectado.

Así mismo se establecen las normas para medida y pago de las varillas de acero y malla electrosoldada, que sean utilizadas como refuerzo en las diferentes estructuras requeridas en la obra.

### 13.2 GENERALIDADES

#### 13.2.1 Normas

A menos que se establezca expresamente algo diferente, lo relacionado en este capítulo deberá estar regido por las siguientes normas:

- Para acero de refuerzo y malla electrosoldada los requisitos contenidos en la Norma ACI-318 y las normas de la "American Society for Testing and Materials" en su última versión.

#### 13.2.2 Seguridad industrial

Para la colocación del acero y malla de refuerzo, adicionalmente a lo indicado en el Capítulo 11 -Hormigón Convencional -, El Contratista deberá cumplir con lo exigido en la Sección 25.2 (Reinforcing Steel) del "Construction Safety Standards del Bureau of Reclamation", en su última versión.

#### 13.2.3 Procedimientos

El Contratista, con una anticipación no menor de 60 días a la fecha de iniciación de la correspondiente parte de la obra, deberá presentar para aprobación por parte de LA SUPERVISIÓN un informe detallado sobre los procedimientos, materiales, equipos y otros elementos que se propone utilizar en la construcción, anclajes y demás eventos requeridos para completar esta parte de la obra.

### 13.3 ESPECIFICACIONES DE OBRA

#### 13.3.1 Materiales

##### 13.3.1.1 Varillas corrugadas

Las varillas corrugadas que se emplearán para refuerzo de hormigón, deberán ser de acero grado 60 y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ASTM A706.

##### 13.3.1.2 Malla electrosoldada

La malla electrosoldada para refuerzo de hormigón deberá cumplir con los requisitos establecidos por las Normas ASTM A82-76 y A185-73. El refuerzo deberá estar constituido por elementos de alta resistencia, laminados en caliente y estirados en frío, con una resistencia garantizada a la rotura de 525 MPa, en ensayos de tracción; deberá tener una grilla cuadrada de 100 a 150 mm de separación entre varillas el diámetro deberá ser entre 3 a 5 mm.

#### 13.3.2 Ensayos

Las varillas de refuerzo y las mallas electrosoldadas, deberán ser sometidas a ensayos en la fábrica de acuerdo con la respectiva disposición de las normas ASTM, última versión.

El Contratista deberá suministrar a LA SUPERVISIÓN copias de informes certificados de todos los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante, y las curvas de esfuerzo-deformación para cada lote u hornada de donde provienen los materiales. En los informes se debe incluir una descripción completa de las normas específicas seguidas en la ejecución de los ensayos.

Adicionalmente, si LA SUPERVISIÓN lo requiere, con 45 días de anticipación a la fecha de iniciación de la respectiva parte de la obra, El Contratista deberá suministrar las muestras de materiales y ejecutar los ensayos que LA SUPERVISIÓN ordene y en el laboratorio que disponga, todo por cuenta del Contratista sin costo adicional para EL PROPIETARIO.

Si El Contratista no suministra evidencia satisfactoria de que los materiales cumplen con los requisitos exigidos en los planos y en estas especificaciones, LA SUPERVISIÓN llevará a cabo los ensayos del caso antes de aceptar los materiales y el costo de estos ensayos será a cargo del Contratista.

#### 13.3.3 Suministro, fabricación y almacenamiento

##### 13.3.3.1 Generalidades

El Contratista deberá disponer en la obra de lugares para almacenamiento de los materiales descritos en este capítulo, acondicionados de acuerdo con los requisitos de cada material. La escogencia del sitio o sitios destinados para almacén así como las construcciones y mejoras que El Contratista se proponga realizar, deberán ser oportunamente aprobados por LA SUPERVISIÓN. LA SUPERVISIÓN tendrá acceso libre a las zonas de almacén para realizar labores de supervisión y control de calidad.

Los materiales almacenados deberán permanecer limpios, libres de grasas, aceites, pinturas y demás elementos extraños que puedan reducir su calidad.

El Contratista será absolutamente responsable por el funcionamiento y la seguridad de las zonas de almacenamiento de materiales y LA SUPERVISIÓN no estará obligada a ningún reconocimiento ni pago por daños en los materiales o por pérdidas ocasionadas por mal funcionamiento o falta de vigilancia en las zonas de almacenamiento.

El costo de las construcciones y mejoras destinadas a almacén será por cuenta del Contratista sin costo adicional para LA SUPERVISIÓN.

#### 13.3.3.2 Acero de refuerzo y malla electrosoldada.

Cada uno de los envíos de acero de refuerzo y malla de acero electrosoldada al llegar al sitio de la obra o al lugar donde se ejecutará su doblado se deberá identificar con etiquetas que indiquen la fábrica, el grado del acero y número de identificación del acero correspondiente al lote; se incluirán además las facturas del fabricante y se deberán enviar, al mismo tiempo copias de éstas a LA SUPERVISIÓN.

Las varillas y la malla se deberán transportar y almacenar en forma ordenada, no se deberán colocar directamente contra el suelo, y se deberán agrupar y marcar debidamente de acuerdo con el tamaño, forma y tipo de refuerzo. Los cortes de las varillas deben protegerse para evitar la corrosión durante el almacenamiento.

### 13.3.4 Procedimiento de construcción

#### 13.3.4.1 Acero de refuerzo

##### *Despiece*

El refuerzo mostrado en los planos de licitación indica únicamente la localización general y las formas típicas de doblado de las varillas requeridas en la obra. Oportunamente, durante la ejecución de la obra, LA SUPERVISIÓN suministrará al Contratista planos y cartillas de despiece que muestren en detalle la forma como El Contratista deberá preparar, colocar y distribuir el refuerzo. Estos detalles serán hechos en forma tal que correspondan a las juntas mostradas en los planos o requeridos por LA SUPERVISIÓN.

Si El Contratista desea relocalizar una junta de cualquier tipo en cualquier parte de una estructura para la cual LA SUPERVISIÓN ya le haya suministrado los planos de localización y cartillas de despiece del refuerzo, y si dicha relocalización es aprobada por LA SUPERVISIÓN, según se especifica en el numeral 11.3.7, El Contratista deberá revisar por su propia cuenta los planos y cartillas de despiece que correspondan a la junta propuesta y someter las modificaciones respectivas a la aprobación de LA SUPERVISIÓN, por lo menos 30 días antes de la fecha en la cual El Contratista se proponga comenzar a cortar y doblar el refuerzo para dicha parte de la obra. Si por cualquier razón El Contratista no puede cumplir con este requisito, la junta y el refuerzo correspondiente se deberán dejar según se muestra en los planos suministrados por LA SUPERVISIÓN, sin modificación alguna.

A menos que se indique lo contrario, las dimensiones mostradas en los planos para la localización del refuerzo indicarán las distancias hasta los ejes o centros de las varillas, y las dimensiones mostradas en las cartillas de despiece indicarán las distancias entre superficies externas de las varillas.

##### *Doblado*

Las varillas de refuerzo se deberán doblar de acuerdo con los requisitos establecidos en el Capítulo 7 del Código ACI 318. Cuando el doblado del refuerzo vaya a ser realizado por un proveedor cuyas instalaciones se encuentren fuera de la obra, El Contratista deberá suministrar y mantener en el sitio de la obra, por su cuenta, una máquina dobladora y una existencia adecuada de varillas de refuerzo que permitan ejecutar rápidamente las adiciones o revisiones que se consideren más urgentes.

### Colocación

El refuerzo se deberá colocar con precisión en los sitios mostrados en los planos y se deberá asegurar firmemente en dichas posiciones durante la colocación y fraguado del hormigón. El refuerzo se deberá mantener en su posición correcta por medio de bloques pequeños de hormigón con la misma resistencia  $f'c$  del hormigón que se colocará a su alrededor, silletas de acero, espaciadores, ganchos o cualesquiera otros soportes de acero que apruebe LA SUPERVISIÓN. Las varillas de acero que se crucen, se deberán unir en los sitios de cruce con alambre, amarrado firmemente mediante un nudo en forma de 8. Sin embargo, cuando el espaciamiento entre las varillas sea inferior a 30 cm (12 pulgadas) en cada dirección, únicamente será necesario amarrar los cruces en forma alternada. Los extremos del alambre para el amarre de las intersecciones y los soportes de acero, no deberán quedar al descubierto y estarán sujetos a los mismos requisitos referentes al recubrimiento del hormigón de las varillas que soportan.

En el momento de su colocación, el refuerzo y los elementos metálicos de soporte deberán estar libres de escamas, polvo, lodo, pintura, aceite o cualquiera otra materia extraña y se deberán mantener en esas condiciones hasta cuando sean cubiertos completamente por el hormigón.

Las varillas de refuerzo se deberán colocar en tal forma que quede una distancia de por lo menos 2,5 cm entre éstas y los pernos de anclaje o elementos metálicos embebidos. A menos que los planos indiquen algo diferente, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en el Capítulo 7 del código ACI 318.

Se admitirán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

Especificación		Tolerancia
a.	Variación en el recubrimiento protector	Con recubrimiento igual o inferior a 5,0 cm.
		Con recubrimiento superior a 5,0 cm.
b.	Variación a partir de los espaciamientos indicados	2,5 cm.

### Traslapos y uniones

Los traslapos de las varillas y mallas electrosoldadas de refuerzo deberán cumplir con los requisitos del Capítulo 12 del código ACI 318 y se deberán hacer en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique LA SUPERVISIÓN. Los traslapos se deberán localizar de acuerdo con las juntas del hormigón, y en forma tal que se evite el uso de varillas de longitudes superiores a 9,0 m. Sin embargo, donde se indica en los planos y donde LA SUPERVISIÓN lo considere aconsejable se ordenará el uso de varilla de refuerzo hasta de 12 m de longitud, y en tal caso los inconvenientes que se puedan presentar en el manejo de varillas de dicha longitud estarán a cargo y a cuenta del Contratista. El Contratista podrá introducir traslapos y uniones adicionales en sitios diferentes a los mostrados en los planos siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por LA SUPERVISIÓN, los traslapos y uniones en varillas adyacentes queden alternados según lo exija LA SUPERVISIÓN, y que el costo del refuerzo adicional que se requiera sea por cuenta del Contratista.

Las longitudes de los traslapos de las varillas de refuerzo deberán ser las que se muestren en los planos o sean indicadas por LA SUPERVISIÓN; sin embargo en caso que sea necesario, El Contratista podrá reemplazar, previa aprobación de LA SUPERVISIÓN, las uniones traslapadas por uniones soldadas, las cuales deberán cumplir con los requisitos establecidos en las Secciones 12 y 15 del Código ACI 318, siempre y cuando el costo adicional de dicho reemplazo sea por cuenta del Contratista.

#### 13.3.4.2 Malla de acero electrosoldada

El refuerzo en malla electrosoldada preferiblemente será utilizado en la protección de superficies con hormigón proyectado; LA SUPERVISIÓN podrá ordenar en la obra la utilización

de malla electrosoldada en estructuras diferentes sin que esto ocasione sobrecostos o formas de medida y pago diferentes a las ya establecidas en este capítulo.

La malla se deberá colocar con precisión en los sitios mostrados en los planos y se deberá asegurar firmemente en dicha posición durante la colocación y fraguado del hormigón.

Los empalmes de módulos de malla se harán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y se amarrarán firmemente con alambre anudado por métodos tradicionales de uso común, en un todo de acuerdo con los requisitos del Capítulo 12 – Requisitos especiales para obras de hormigón - del Código ACI 318.

No se aceptará colocación de malla que esté cubierta de escamas, polvo, lodo, aceite, pintura o cualquier elemento extraño.

La colocación de la malla electrosoldada en excavaciones en corte abierto o en excavaciones subterráneas, deberá hacerse en forma tal que quede en contacto con la superficie de la roca o el hormigón proyectado previamente aplicado; el método que utilice El Contratista deberá ser aprobado por LA SUPERVISIÓN. Para asegurar la malla a las superficies antes mencionadas El Contratista podrá utilizar las platinas y tuercas de los pernos de anclaje o varillas de ¼ pulgada, embebidas con mortero en perforaciones de por lo menos 10 cm de profundidad; no habrá medida ni pago por separado por las perforaciones, clavijas, mortero, platinas y tuercas usadas para instalar la malla electrosoldada.

### **13.4 MEDIDA Y PAGO**

#### **13.4.1 Generalidades**

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios de la Lista de cantidades y precios, consistirá en el suministro, figuración, transporte e instalación del acero de refuerzo y malla de acero electrosoldada necesarios para la construcción de las estructuras de hormigón que formarán parte de la obra y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo y mano de obra necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma que no tendrán medida ni pago por separado.

#### **13.4.2 Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado**

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Las silletas, espaciadores, ganchos, acero adicional para posicionar armadura y demás accesorios que se utilicen para la fijación del refuerzo durante la colocación del hormigón.
- El acero de refuerzo para hormigón colocado con el propósito de reemplazar estructuras de hormigón que se deterioren o queden defectuosas, o en el hormigón que El Contratista use para su propia conveniencia y sin que sea ordenado por LA SUPERVISIÓN. Los ensayos que deba realizar LA SUPERVISIÓN para obtener criterios de aceptabilidad del acero de refuerzo, cuando El Contratista no suministre evidencia satisfactoria de que el acero de refuerzo suministrado a la obra cumple con los requisitos aquí especificados.
- La revisión que deba efectuar El Contratista a los planos y cartillas de despiece que correspondan a una junta que, por cualquier razón, El Contratista desee relocalizar y para lo cual haya recibido aprobación de LA SUPERVISIÓN.
- El suministro y mantenimiento de una máquina dobladora y existencia adecuada de varillas de acero de refuerzo que permitan ejecutar rápidamente las adiciones o revisiones a las cartillas de despiece para cuando las operaciones de doblado vayan a ser realizadas por un proveedor cuyas instalaciones se encuentren fuera de la obra.
- Los inconvenientes que pueda crear el suministro, transporte y manejo de varillas de acero de refuerzo de más de 9,0 m y hasta 12 m de longitud máxima.

- El suministro de refuerzo adicional que sea requerido cuando El Contratista introduzca traslapes o uniones adicionales a las que se muestren en los planos y éstas sean aprobadas por LA SUPERVISIÓN.
- Los trabajos y costos adicionales que puedan resultar del reemplazo de uniones traslapadas por uniones soldadas realizadas por El Contratista y que sean aprobadas por LA SUPERVISIÓN.
- Las barras que constituyen el punto de control topográfico de los puntos superficiales de referencia en roca.
- Por el desperdicio o por el sobrepeso que puedan tener las varillas debido al proceso de producción.
- Los materiales necesarios para colocar la malla electrosoldada, según lo especificado en el numeral 13.3.4.2.
- Toda la malla electrosoldada utilizada para hacer los traslapes requeridos en la Norma ACI 318.
- Todo lo relacionado al almacenamiento del material fuera o dentro de la obra.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar El Contratista y materiales necesarios para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.
- Todos los despuntes del acero de refuerzo.

### 13.4.3 Medida

#### 13.4.3.1 Acero de refuerzo. Ítem 13.1

La medida para el pago de varillas corrugadas de acero de refuerzo, será el peso en kN de las varillas instaladas, aproximado al décimo de kN el cual será calculado con base en los pesos nominales por unidad de longitud, que se indican en los Cuadros 13.1 y 13.2 para cada uno de los diámetros de las varillas de refuerzo según sea denominado por el fabricante en pulgadas o en milímetros respectivamente, y en las longitudes de las varillas mostradas en los planos, en las cartillas de despiece, o las que indique LA SUPERVISIÓN.

**CUADRO 13.1  
PESO DE VARILLAS DENOMINADAS POR DIÁMETRO EN PULGADAS**

Diámetro de la varilla en pulgadas	Peso unitario (Kgf/m) Grado 60
1/4"	0,25
3/8"	0,56
1/2"	1,00
5/8"	1,56
3/4"	2,25
7/8"	3,06
1"	4,00
1-1/8"	5,06
1-1/4"	6,40

CUADRO 13.2

## PESO DE VARILLAS DENOMINADAS POR DIAMETRO EN MILÍMETROS

Diámetro de la Varilla en milímetros	Peso Unitario (Kgf/m) Grado 60
5,5	0,187
6,0	0,222
6,5	0,260
7,0	0,302
7,5	0,347
8,0	0,395
8,5	0,445
10	0,616
12	0,887
16	1,577
18	1,996
20	2,465
22	2,982
25	3,851
32	6,309

## 13.4.3.2 Malla electrosoldada - Ítem 13.2

La medida para el pago de la malla electrosoldada, será el peso teórico en kN que resulte de multiplicar el área teórica cubierta con malla debidamente instalada y traslapada de acuerdo a lo indicado en los planos o lo aprobado por LA SUPERVISIÓN por el peso unitario certificado por el fabricante de la malla. La medida del área teórica se hará con base en las líneas límite teóricas mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN. La malla que no cumpla con el traslape especificado o esté mal colocada no tendrá medida ni pago. La fibra de acero no tendrá medida ni pago por sí misma. Su medida y pago se calculará en función de la malla electrosoldada que reemplazará.

**13.4.4 Pago**

## 13.4.4.1 Acero de refuerzo

El pago por el suministro del acero de refuerzo se hará a los precios unitarios de los Ítem de la Lista de cantidades y precios, el cual la mano de obra, administración, imprevistos, utilidades, manejo, almacenamiento, doblado, traslapos, colocación y construcción de elementos de soporte, todo de acuerdo con lo especificado.

## 13.4.4.2 Malla electrosoldada

El pago por el suministro de la malla electrosoldada se hará a los precios unitarios de los Ítems de la Lista de cantidades y precios, el cual la mano de obra, administración, imprevistos, utilidades, manejo, almacenamiento, doblado, traslapos, colocación y construcción de elementos de soporte, todo de acuerdo con lo especificado.

**13.5 ÍTEMS DE PAGO**

Todo el costo de los trabajos especificados, deberá estar cubierto por los precios unitarios de la Lista de cantidades y precios.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de Medida</b>
13.1	Acero de refuerzo	KN
13.2	Malla electrosoldada	KN