

## **ARTÍCULO 680- 07**

### **TIERRA ARMADA**

#### **680.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en la construcción de rellenos con material granular recubiertos con escamas de concreto, sostenidas con armaduras metálicas, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

#### **680.2 MATERIALES**

##### **680.2.1 Escamas de concreto**

Deberán ser de concreto prefabricado, cuya resistencia corresponderá a la clase C definida en el Artículo 630 “Concreto estructural”, salvo que los documentos del proyecto establezcan una resistencia diferente. Estarán reforzadas con barras de acero, que cumplan los requisitos del Artículo 640 “Acero de refuerzo”.

La forma y dimensiones de las escamas, así como la cuantía del refuerzo serán las indicadas en los planos de construcción.

Las escamas deberán disponer de sistemas de espigos y tubos para su entrelazamiento, así como de arranques de armaduras sobre las cuales se atornillarán éstas y un sistema de levantamiento que permita su izare en posición vertical durante su colocación.

Las juntas verticales de las escamas deberán tener un empaque consistente en una cinta de poliuretano y en las juntas horizontales se podrán dar apoyos de neopreno que sirvan de apoyo a la escama superior.

##### **680.2.2 Armadura y tornillería**

Las armaduras serán de acero, calidad A-663 ASTM, laminado en caliente, provisto de un recubrimiento de zinc por galvanizado en caliente, dotadas en ambas caras de estrías transversales. Estarán constituidas por elementos lineales de la sección y longitud indicadas en los planos o modificadas por el Interventor. Los tornillos serán de alta resistencia, calidad 8.8, norma DIN 933, diámetro de doce milímetros (12 mm), de cabeza hexagonal, con acabado singado, provistos de tuercas.

Las armaduras se deberán enviar a la obra preparadas para su uso, es decir, cortadas a la medida y perforadas en su extremidad para atornillarlas a los arranques metálicos que salen de las escamas.

##### **680.2.3 Concreto para solera**

Deberá ser simple y corresponder a la clase F definida en el Artículo 630, “Concreto estructural”, de estas especificaciones.

### 680.2.4 Relleno

El material granular cumplirá con las siguientes características granulométricas:

Tabla 341.2

Requisitos granulométricos del material granular de relleno para la construcción de tierra armada

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
350.0 mm	100
150.0 mm	100-75
15 µm	15-0

### 680.3 EQUIPO

En relación con el equipo requerido para preparar las mezclas de concreto, se aplicará lo que resulte pertinente de los numerales 500.3 del Artículo 500 y 630.3 del Artículo 630 respectivamente.

Las formaletas o moldes para la fabricación de las escamas serán metálicos, con acceso para el vibrado de concreto.

Se requiere, además, equipo para la explotación, procesamiento, extensión, humedecimiento, conformación y compactación del material de relleno, así como vehículos para el transporte de todos los elementos constitutivos de la tierra armada, sin procesar o procesados. También, se deberá disponer de equipo para el izado y colocación de las escamas de concreto, y los elementos auxiliares requeridos para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

### 680.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

#### 680.4.1 Fabricación de las escamas

##### 680.4.1.1 Generalidades

La fabricación de las escamas se hará de acuerdo con las partes pertinentes de los Artículos 630, “Concreto estructural” y 640, “Acero de refuerzo”. Los materiales y procedimientos empleados en la fabricación deberán contar con la aprobación previa del Interventor y estarán sujetos a su inspección durante la ejecución de los trabajos; deberán permitir la producción de una manera ordenada, que garantice la obtención de un producto de características uniformes, de acuerdo con los diseños y dentro de las especificaciones. La zona de trabajo deberá ser adecuada para el desarrollo de todas las operaciones. El Interventor podrá exigir todos los cambios que considere necesarios para cumplir estos preceptos.

#### **680.4.1.2 Elaboración**

El Interventor sólo autorizará la colocación del concreto, cuando haya aprobado la correcta colocación del refuerzo.

El vaciado del concreto para cada escama deberá ser continuo hasta su terminación y el vibrado posterior se deberá efectuar empleando procedimientos adecuados que no produzcan segregación de los agregados, ni desplacen el acero de refuerzo o las formaletas.

#### **680.4.2 Descarga y almacenamiento de las escamas**

Las escamas se deberán descargar y manipular por medio de los arranques de armaduras.

Se deberán almacenar sobre una superficie plana, con el paramento hacia abajo, en filas de cinco (5) escamas, como máximo.

La escama inferior de cada fila deberá protegerse del contacto con el suelo por medio de tabloncillos puestos de canto u otro sistema autorizado por el Interventor. Durante estas operaciones se deberá tener cuidado de no doblar los arranques de las armaduras. Las escamas sólo se podrán instalar luego de veintiocho (28) días de su fabricación.

#### **680.4.3 Solera de asiento**

Las escamas de la fila inferior se deberán apoyar sobre el suelo por medio de una solera de concreto simple, clase F; esta solera tendrá, como mínimo, treinta y cinco centímetros (35 cm) de ancho por quince centímetros (15 cm) de altura y deberá ser perfectamente nivelada y alisada.

#### **680.4.4 Montaje de las escamas y colocación del relleno**

El montaje de las escamas se efectuará por filas horizontales sucesivas, sobre toda la longitud de la obra. Las escamas de la primera fila se apoyarán directamente sobre la solera de asiento; su colocación comenzará con escamas de media altura entre las cuales se intercalarán escamas enteras.

Antes de efectuar el relleno, todas las escamas de la primera fila deberán ser calzadas para que no se produzca ningún movimiento mientras se efectúa el relleno. Además, las escamas deberán mantenerse con puntales al lado opuesto del relleno, los cuales podrán retirarse cuando éste haya cubierto un metro y medio (1.50 m) de altura o cuando lo indique el Interventor.

El relleno detrás de las escamas se deberá efectuar por capas, extendiendo el material de forma paralela a la fila de las escamas. Los niveles superiores de estas capas deberán corresponder a la parte alta de las escamas enteras y al nivel de las capas de armaduras.

El material deberá ser humedecido o aireado según se precise y luego se compactará, evitando la acción de compactadores pesados a menos de un metro (1.0 m) del paramento, para prevenir el desplazamiento de las escamas. En dicha zona, la compactación se realizará empleando máquinas accionadas manualmente.

El montaje de una nueva fila de escamas sólo se podrá iniciar cuando el relleno haya sido construido en toda la altura de la anterior. Este montaje deberá comenzar por los claros constituidos por las escamas de la fila inferior.

La última fila del macizo llevará, también, escamas de media altura.

#### **680.4.5 Colocación de las armaduras**

Las armaduras se colocarán perpendicularmente al paramento, en capas horizontales y sujetas a las escamas mediante tornillos de fijación.

El relleno deberá estar cuidadosamente nivelado, para que la armadura se apoye completamente sobre su superficie.

#### **680.4.6 Limpieza final**

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Constructor deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Interventor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

#### **680.4.7 Limitaciones en la ejecución**

No se podrán ejecutar los trabajos de tierra armada en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

Los trabajos de construcción de la tierra armada se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

#### **680.4.8 Manejo ambiental**

Todas las labores de ejecución de obras de tierra armada se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

### **680.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

#### **680.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por esta especificación.

- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y en la elaboración de las mezclas de hormigón.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de las mezclas.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- Verificar que el alineamiento, pendiente, sección y acabado de las escamas cumpla los requerimientos de los planos del proyecto.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Constructor.

### **680.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

#### **680.5.2.1 Calidad de los ingredientes de la mezcla de concreto y de los productos de curado**

En lo referente a la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios expuestos en los apartes 630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.2.4, respectivamente, del Artículo 630, “Concreto estructural”.

#### **680.5.2.2 Calidad de las mezclas**

##### **a. Dosificación**

Al respecto, se aplica el criterio indicado en el aparte 630.5.2.5.a del Artículo 630.

##### **b. Consistencia**

Regirá el criterio descrito en el aparte 630.5.2.5.b. del Artículo 630.

##### **c. Resistencia de las mezclas**

En relación con el concreto utilizado para elaborar las escamas, el Interventor tomará al azar muestras para fabricar (3) cilindros por cada “lote”.

Se entenderá por “lote”, veinticinco (25) escamas prefabricadas o las elaboradas en una jornada de trabajo, lo que resulte menor.

Las muestras se tomarán según el procedimiento descrito en la norma de ensayo INV E-401. Con ellas se elaborarán y curarán cilindros, conforme se establece en la norma INV E-402, los cuales se romperán por compresión a los veintiocho (28) días, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-410.

El promedio de las resistencias de estos cilindros elaborados y rotos simultáneamente, se tomará como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto se considerará satisfactoria, si ningún ensayo presenta una resistencia inferior a la especificada en más de tres con cinco megapascals (3.5 MPa) y, simultáneamente, el promedio de tres (3) ensayos consecutivos iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si una o las dos exigencias recién descritas no se cumple, se rechazarán las escamas representadas por dicho cilindros.

En lo que respecta al concreto para la solera de asiento, el Interventor determinará el número de cilindros por elaborar, cuyo promedio de resistencias deberá ser, como mínimo, el especificado en los planos.

#### **680.5.2.3 Refuerzo de las escamas**

El Interventor no aceptará ninguna tolerancia en relación con la calidad establecida para el acero en el numeral 640.2 del Artículo 640 “Acero de refuerzo”.

En relación con la colocación de las armaduras, se aceptarán las tolerancias indicadas en el aparte 640.5.2 del mismo Artículo.

#### **680.5.2.4 Aceptación de las escamas elaboradas**

Las escamas solamente serán aceptadas para su colocación, si cumplen con las dimensiones del diseño y demás requisitos establecidos en esta especificación y en las particulares del contrato. Sus superficies deberán ser lisas, uniformes, libres de bordes salientes, hormigueros u otros defectos.

Todas las escamas que presenten defectos en la superficie a la vista o señales de haber sido averiadas durante su manejo, serán rechazadas por el Interventor.

#### **680.5.2.5 Armaduras y tornillería**

No habrá ninguna tolerancia en relación con los requisitos establecidos en el aparte 680.2.2 para las armaduras y tornillería.

#### **680.5.2.6 Relleno**

El Interventor se abstendrá de aceptar materiales granulares de relleno que incumplan el requerimiento granulométrico indicado en el aparte 680.2.4.

La compactación óptima de cada capa se definirá en el lugar, como resultado de las pruebas iniciales efectuadas con el equipo disponible.

#### **680.5.2.7 Calidad del producto terminado**

La superficie a la vista del muro de tierra armada no podrá presentar irregularidades que sean notorias, a juicio del Interventor.

En lo que respecta a las dimensiones del muro y su localización en planta, se aceptarán las tolerancias que resulten pertinentes de los apartes 630.5.2.6.a y 630.5.2.6.b del Artículo 630.

Toda obra ejecutada donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregida por el Constructor, a su costa, de acuerdo con procedimientos aprobados por el Interventor, y a plena satisfacción de éste.

## **680.6 MEDIDA**

### **680.6.1 Escamas en concreto**

La unidad de medida de las escamas en concreto será el metro cuadrado ( $m^2$ ), aproximado al décimo de metro cuadrado, de escamas realmente suministradas, colocadas y terminadas, debidamente aceptadas por el Interventor.

El área se determinará multiplicando el área de una escama completa y una de media altura por el número de escamas de cada clase aceptadas por el Interventor.

Cuando el cómputo de la fracción decimal de la obra aceptada resulte mayor o igual a cinco décimas de metro cuadrado ( $\geq 0.5 m^2$ ), la aproximación al entero se realizará por exceso y si resulta menor de cinco décimas de metro cuadrado ( $< 0.5 m^2$ ), la aproximación se realizará por defecto.

### **680.6.2 Armadura**

La unidad de medida de la armadura será el metro lineal (m), aproximado a la centésima de metro, de acero galvanizado, incluyendo empalmes, suministro y colocación de acuerdo con los planos y la presente especificación.

La longitud se determinará sobre la armadura colocada y aprobada por el Interventor.

### **680.6.3 Relleno**

La unidad de medida del relleno granular será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al metro cúbico completo, de material suministrado, colocado y terminado de acuerdo con los planos y debidamente aceptado por el Interventor.

Cuando el cómputo de la fracción decimal de la obra aceptada resulte mayor o igual a medio metro cúbico ( $\geq 0.5 m^3$ ), la aproximación al entero se realizará por exceso y si resulta menor de medio metro cúbico ( $< 0.5 m^3$ ), la aproximación se realizará por defecto.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor, ni el concreto utilizado para la solera de asiento.

## **680.7 FORMA DE PAGO**

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con los planos, esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

### **680.7.1 Escamas en concreto**

El precio unitario deberá cubrir los costos de todos los materiales empleados en la fabricación de las escamas con las dimensiones especificadas, incluyendo formaletas o moldes, el acero de refuerzo, los espigos y tubos para entrelazamiento, los arranques de armaduras, los materiales para las juntas y su colocación; la elaboración de la mezcla de fabricación de las escamas de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor; los equipos, mano de obra y accesorios requeridos; patentes, transporte, almacenamiento, desperdicios, colocación de las escamas y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos.

Deberá incluir, también, los costos de materiales, elaboración, transporte y colocación en el lugar indicado por el Interventor, del concreto para la solera de asiento; así como los costos de señalización preventiva de la vía y el eventual ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos. Además, deberá incluir la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

### **680.7.2 Armadura galvanizada**

El precio unitario deberá cubrir todos los costos que se deriven del suministro de las platinas galvanizadas, incluidas las patentes, los tornillos de unión, tuercas y otros materiales accesorios; el equipo y mano de obra requeridos; los cargues, transportes, descargues, instalación de las armaduras, desperdicios y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo objeto del pago. Además, deberá incluir la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

### **680.7.3 Relleno granular para tierra armada**

El precio unitario deberá cubrir los costos de extracción, preparación y suministro de los materiales; la obtención de los permisos y derechos de explotación, la construcción o adecuación de las vías de acceso a las zonas de préstamo; la adecuación de dichas zonas una vez extraído el material, para recuperar las características hidrológicas superficiales; los cargues, transportes, compactación y conformación del relleno granular para tierra armada; todo equipo y mano de obra requeridos para ejecutar esta labor y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

Si la superficie de apoyo del muro debe prepararse mediante una excavación, ésta se pagará con cargo al Artículo 600, “Excavaciones Varias”. Si dicho ítem no forma parte del contrato, la preparación de la superficie de apoyo se deberá incluir dentro del precio unitario del relleno granular para tierra armada. Además, deberá incluir la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

## **ÍTEM DE PAGO**

680.1 Escamas en concreto	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
680.2 Armadura galvanizada	Metro lineal (m)
680.3 Relleno granular para tierra armada	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )