

ARTÍCULO 661- 07

TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO

661.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tubería de concreto reforzado, con los diámetros, armaduras, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos u ordenados por el Interventor; comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas y su colocación; las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas, y la remoción y disposición de los materiales sobrantes.

661.2 MATERIALES

661.2.1 Tubería

La tubería que suministre el Constructor deberá cumplir los requisitos de materiales, diseño y manufactura establecidos en la especificación AASHTO M-170M y NTC 401. La clase de tubería y su diámetro interno, se deberán indicar en los planos del proyecto. Los extremos de los tubos y el diseño de las juntas deberán ser tales, que se garantice un encaje adecuado entre secciones continuas, de manera que brinden un conducto continuo y libre de irregularidades en la línea de flujo.

El concreto deberá ser de la clase C definida en el Artículo 630.

Los requisitos de resistencia al agrietamiento y rotura que deben cumplir los tubos son los especificados en la norma NTC 401.

661.2.2 Material para solado y atraque

El solado y el atraque se construirán con material para sub-base granular, cuyas características deberán satisfacer lo establecido en el numeral 300.2 del Artículo 300 y en el numeral 320.2 del Artículo 320.

661.2.3 Sello para juntas

Las juntas para las uniones de los tubos se sellarán con empaques flexibles que cumplan la especificación AASHTO M-198 y/o NTC 1328, mortero o lechada de cemento. Si se emplea mortero, éste deberá ser una mezcla volumétrica de una (1) parte de cemento Portland y tres (3) de arena aprobada, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca pero trabajable.

661.3 EQUIPO

Básicamente, se requieren los mismos elementos mencionados en el numeral 660.3 del Artículo 660, así como herramientas adecuadas para la correcta colocación del refuerzo.

661.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

661.4.1 Preparación y excavación del terreno base

El terreno base se preparará de acuerdo con lo indicado en el numeral 660.4.1 del Artículo 660.

Cuando la tubería se vaya a colocar en una zanja excavada, el ancho de ésta deberá ser igual al diámetro más exterior de los tubos más sesenta centímetros (60 cm), salvo que el Interventor o los planos ordenen un valor diferente.

661.4.2 Solado

Sobre el terreno natural o el relleno preparado se colocará una capa o solado de material granular, que cumplan con las características de material para subbase, de quince centímetros (15) de espesor compactado, y un ancho igual al diámetro más exterior de la tubería más sesenta centímetros (60 cm). La superficie acabada de dicha capa deberá coincidir con las cotas especificadas del fondo exterior de la tubería y su compactación mínima será del noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad máxima del ensayo modificado de compactación (INV E-142). En caso de que se requiera, se efectuará la corrección previa por presencia de partículas gruesas, según establece la norma de ensayo INV E-228.

661.4.3 Colocación de la tubería

La tubería se colocará sobre el relleno de material granular conformado y terminado, comenzando en el extremo de descarga, con el extremo de la ranura o campana colocado en la dirección del nivel ascendente y con todo el fondo de la tubería ajustado con los alineamientos, las cotas y la posición que indiquen los planos.

En las instalaciones múltiples de tubería, la línea central de cada una deberá ser paralela a las demás. Si los planos no indican otra cosa, la distancia libre entre dos (2) líneas de tubería deberá ser igual a medio (1/2) diámetro, y nunca inferior a seiscientos milímetros (600 mm).

Cualquier tubo que no quede correctamente alineado o que presente asentamiento excesivo después de su colocación, deberá ser removido y vuelto a colocar correctamente, sin derecho a pago adicional.

661.4.4 Juntas

Las juntas se sellarán de acuerdo con materiales y procedimientos adecuados para el tipo de tubería usada, tal como lo contemplen los planos del proyecto. Si se emplea mortero o lechada de cemento, se aplicarán las indicaciones establecidas en el numeral 660.4.4 del Artículo 660.

661.4.5 Atraque

Una vez colocada y asentada la tubería sobre el lecho de material granular, éste se deberá aumentar y compactar en capas a los lados de la tubería y hacia arriba, al mismo nivel de densidad exigido para el solado, hasta una altura no menor a un sexto (1/6) del diámetro exterior de ella.

Si las juntas de la tubería se han sellado con lechada o mortero, el atraque sólo se efectuará cuando el sello haya endurecido lo suficiente para que no sea fácilmente dañado.

661.4.6 Relleno

El relleno posterior a lo largo de la tubería satisfactoriamente colocada, se hará de acuerdo con lo especificado en el Artículo 610 “Rellenos para estructuras”.

661.4.7 Limpieza

Terminados los trabajos, el Constructor deberá limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Interventor, de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

661.4.8 Manejo ambiental

Todas las labores y trabajos que se lleven a cabo 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.

661.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

661.5.1 Controles

El Interventor adelantará los mismos controles generales indicados en el numeral 660.5.1 del Artículo 660.

661.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

661.5.2.1 Calidad de la tubería

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de tubos que presenten:

- Fracturas o grietas que atraviesen la pared, excepto una grieta en el extremo que no exceda el espesor de la junta.
- Defectos que indiquen dosificación, mezcla o moldeo inadecuados.
- Defectos superficiales tales como hormigueros o textura abierta.
- Extremos dañados que impidan la construcción de juntas aceptable.
- Cualquier grieta continua que tenga un ancho superficial de tres décimas de milímetro o mayor (≥ 0.3 mm) y se extienda por una longitud de trescientos milímetros o más (≥ 300 mm), independientemente de su posición en el tubo.

El Constructor deberá suministrar, sin costo para el Instituto Nacional de Vías, el número requerido de tubos para los ensayos. los cuales serán elegidos al azar y corresponderán a tubos que no serían

rechazados bajo las exigencias de esta especificación. El número de tubos no excederá del dos por ciento (2 %) del total necesario en la obra para cada diámetro.

El Constructor deberá presentar al Interventor una certificación con los resultados de los ensayos de calidad efectuados por el fabricante al lote de tubos del cual forman parte los suministrados a la obra. Esta certificación en ningún caso será motivo suficiente para la aceptación, por parte del Interventor, de dichos tubos.

Los tubos se someterán al ensayo de resistencia al aplastamiento según la norma de ensayo INV E-601 y la carga necesaria para producir una grieta de tres décimas de milímetro (0.3 mm) o la carga última, no podrá ser inferior a la prescrita en la tabla que corresponda de la especificación AASHTO M-170M y/o NTC 401 para cada una de las clases existentes. La tubería será aceptable bajo los ensayos de resistencia, si todas las muestras probadas cumplen los requisitos. En caso contrario, el Constructor, a su costa, suministrará para reensayo dos (2) muestras adicionales por cada muestra que haya fallado y la tubería se considerará aceptable solamente cuando todas las muestras reensayadas cumplan los requisitos de resistencia.

De cada tubo satisfactorio por resistencia se tomará una muestra para el ensayo de absorción según la norma INV E-602, la cual deberá tener una masa mínima de un kilogramo (1 kg), estará libre de astillamientos y grietas visibles y representará el espesor total del tubo. Si ningún valor de absorción excede de nueve por ciento (9%), el lote se considerará satisfactorio. Si la absorción de algún tubo supera dicho límite, se tomará otra muestra del mismo tubo y su resultado reemplazará al anterior. Si el valor vuelve a superar el límite admisible, se rechazará el lote representado por el conjunto de tubos ensayados.

Los tubos que hayan sido sometidos solamente al ensayo de la formación de la grieta de 0.3 mm y que satisfagan los requisitos a la carga de grieta de 0.3 mm, deben aceptarse para el uso. Para tal efecto el fabricante deberá suministrar al Constructor el protocolo de prueba correspondiente.

En adición a las pruebas anteriores, y en el evento de que los tubos sean fabricados directamente en la obra en instalaciones adecuadas para ello, el Interventor efectuará ensayos de compresión, según la norma INV E-410, para verificar el cumplimiento de la resistencia de diseño. Los cilindros se curarán de la misma manera que los tubos. La resistencia promedio de todos los cilindros ($R_{c,m}$) deberá ser igual o mayor que la resistencia de diseño (R_d). El número de cilindros será determinado por el Interventor en función de la producción diaria de tubos.

$$R_{c,m} \geq R_d$$

Simultáneamente, no más del diez por ciento (10%) de los cilindros podrá tener resistencia inferior a la especificada y ninguno podrá presentar una resistencia menor al ochenta por ciento (80%) de ésta.

Si el anterior requisito se incumple, se podrán tomar núcleos de paredes de los tubos representados por dicho concreto si la armadura lo permite, y la resistencia de cada núcleo deberá ser por lo menos igual a la de diseño. Si algún núcleo no satisface este requisito, se tomará otro del mismo tubo y se repetirá la prueba. Si el resultado de ésta tampoco es satisfactorio, se rechazará el tubo.

Los orificios que dejen los núcleos en los tubos finalmente aceptados, deberán ser rellenados y adecuadamente sellados, sin costo para el Instituto Nacional de Vías, de manera tal, que la sección y aspecto del tubo resulten satisfactorios para el Interventor.

661.5.2.2 Tolerancias permitidas en las dimensiones de los tubos de concreto reforzado

Las tolerancias permitidas se indican en la Tabla 661.1. Se admitirán tubos con variaciones localizadas de espesor, por fuera de éstos límites, si cumplen los requisitos de los ensayos físicos indicados en el numeral 660.5.2.1.

Tabla 661.1
Tolerancias permitidas en las dimensiones de los tubos de concreto reforzado.

DIÁMETRO NOMINAL INTERNO (mm)	VARIACIÓN (+ ó -) PERMITIDA EN EL DIÁMETRO NOMINAL INTERNO	VARIACIÓN (+ ó -) PERMITIDA EN EL ESPESOR DE PARED	DISMINUCIÓN PERMITIDA EN LONGITUD DEL TUBO	VARIACIÓN PERMITIDA EN LA LONGITUD DE DOS LADOS OPUESTOS DEL TUBO																	
600	1.5%	El valor que resulte mayor entre 5 % del espesor de pared especificado o de diseño y 5 mm. Espesores de pared mayores a los requeridos en el diseño no serán causa de rechazo de los tubos.	No deberá ser superior a 10 mm por metro de longitud de tubo con un máximo total de 13 mm para cualquier longitud de tubo. Todo con respecto de la longitud de tubo especificada por el fabricante.	No deberá ser superior a 6 mm para tuberías de hasta 600 mm de diámetro, y no más de 10 mm por metro de longitud para los diámetros mayores, hasta un valor máximo de 16 mm en cualquier longitud de tubo de hasta 2150 mm de diámetro interno; y un máximo de 19 mm para diámetros internos mayores.																	
685	1.0%																				
700					1.0%																
760						1.0%															
800							1.0%														
840								1.0%													
900									1.0%												
1000										1.0%											
1100											1.0%										
1200												1.0%									
1300													1.0%								
1400														1.0%							
1500															1.0%						
1600																1.0%					
1700																	1.0%				
1800																		1.0%			
1900																			1.0%		
2000																				1.0%	
2150																					1.0%
2300																					
2450	1.0%																				
2600		1.0%																			
2750			1.0%																		
2900				1.0%																	
3050					1.0%																
3200						1.0%															
3350							1.0%														
3500								1.0%													
3650									1.0%												

Para diámetros diferentes, deberá consultarse la Tabla 6 de la especificación AASHTO M-170M.

Tubos que presenten variaciones de espesor de pared localizadas, en exceso de las recién mencionadas, se aceptarán si cumplen las exigencias de resistencia al aplastamiento y mínima cobertura del refuerzo.

661.5.2.3 Tolerancias en el refuerzo

a. Posición

La máxima variación admisible en la posición del refuerzo, será el mayor valor entre más o menos diez por ciento ($\pm 10\%$) del espesor de diseño de la pared o más o menos trece milímetros (± 13 mm). Sin embargo, se aceptarán tubos por fuera de esta tolerancia si las muestras representativas de ellos han satisfecho el ensayo de resistencia al aplastamiento. No obstante, en ningún caso se aceptarán tubos cuya armadura tenga un recubrimiento inferior a trece milímetros (13 mm) en la pared interna o en la externa, excepto, en la superficie de acople en las juntas.

b. Área de refuerzo

Se considerará que el refuerzo satisface los requerimientos de diseño si el área, computada sobre la base del área nominal de las varillas empleadas, iguala o excede los requerimientos de la respectiva tabla de diseño de la especificación AASHTO M-170M y/o NTC 401.

Cuando se usen canastas interior y exterior, el diseño de la canasta interior puede tener, como mínimo, el ochenta y cinco por ciento (85%) del área de diseño elíptica, y la canasta exterior el sesenta y cuatro por ciento (64%) de la misma, siempre y cuando la suma de las dos (2) áreas no resulte inferior al ciento cincuenta y tres por ciento (153%) del área de diseño elíptica.

661.5.2.4 Material de solado y atraque

En relación con su calidad, se deberán cumplir los requisitos de las pruebas descritas en el numeral 320.5.2.1 del Artículo 320.

En cuanto a la compactación, el número de verificaciones será establecido por el Interventor y ninguna de ellas podrá presentar un resultado inferior al indicado en el numeral 661.4.2, so pena de impedir la continuación de los trabajos.

661.5.2.5 Calidad del producto terminado

La tubería será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamiento superiores a diez milímetros por metro (10 mm/m).

El Interventor tampoco aceptará los trabajos si, a su juicio, las juntas están deficientemente elaboradas.

Todos los materiales defectuosos y los desperfectos en los trabajos ejecutados deberán ser reemplazados y subsanados por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

661.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería de concreto reforzado suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería.

Si la fracción centesimal de metro lineal es igual o superior cinco centésimas de metro (≥ 0.05 m) la aproximación al decímetro se hará por exceso y en caso contrario se hará por defecto.

No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

661.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato, según el diámetro interno de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto del suministro de los materiales requeridos para construir los tubos, incluido el acero de refuerzo, la elaboración y curado de los tubos, su transporte y correcta colocación; el suministro de los materiales requeridos para las juntas y la elaboración de éstas; el suministro, colocación y compactación de los materiales granulares requeridos para el solado y el atraque; las conexiones de cabezales, cajas de entrada y aletas; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de las obras; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte y disposición de los materiales sobrantes y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

También se deben considerar los costos de administración, imprevistos y utilidad del Constructor.

Se exceptúan los costos derivados de las operaciones de desmonte y limpieza (Artículo 200), los de los eventuales rellenos para el apoyo del solado (Artículo 220), los de la excavación (Artículos 210 ó 600), los de los rellenos de las zanjas (Artículo 610) distintos al de material granular para solado y atraque, y la construcción de cabezales, cajas de entrada y aletas (Artículo 630).

ÍTEM DE PAGO

661.1 Tubería de concreto reforzado de _____ mm de diámetro interior Metro lineal (m)