

**LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN**

**TEMA: CAR. Carreteras**

**PARTE: 1. CONCEPTOS DE OBRA**

**TÍTULO: 05. Túneles**

**CAPÍTULO: 004. Anclas para Soporte de Túneles**

## **A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la colocación de anclas o pernos de anclaje, en túneles.

## **B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Las anclas o pernos de anclaje son barras metálicas que se alojan en un barreno perforado en la pared o bóveda de una cavidad subterránea y se inyectan parcial o totalmente en su longitud, para estabilizar y proporcionar soporte al terreno natural desde antes, durante o después de la excavación en zonas inestables. Pueden colocarse en arreglos especiales, en función de los requerimientos de soporte o como elementos aislados para soportar algún bloque o cuña de suelo o roca potencialmente inestable. Se clasifican según su forma de fijación en:

### **B.1. ANCLAS DE FRICCIÓN**

Son aquellas que se fijan mediante inyección de mortero o resina en toda la longitud del barreno.

### **B.2. ANCLAS DE TENSIÓN**

Son aquellas que se fijan sólo en su extremo interior, ya sea mediante dispositivos de ranura y cuña, casquillos expansivos u otros dispositivos mecánicos, o mediante la inyección de resina o mortero en parte de su longitud.

**C. REFERENCIAS**

Son referencia de esta Norma, las Normas aplicables de los Títulos 02. *Materiales para Concreto Hidráulico* y 03. *Acero y Productos de Acero*, de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N-LEG-3
Criterios Estadísticos de Muestreo .....	M-CAL-1-02

**D. MATERIALES**

- D.1.** Las anclas y los materiales que se utilicen en su elaboración y colocación, cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables de los Títulos 02. *Materiales para Concreto Hidráulico* y 03. *Acero y Productos de Acero*, 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.** El Contratista de Obra es el responsable de verificar que las anclas alcancen la resistencia a la tensión establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría.
- D.3.** No se aceptará el suministro y utilización de anclas o materiales 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, las anclas y los materiales que se utilicen en su elaboración y colocación, presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que se modifique el proyecto y lo apruebe la Secretaría. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, no serán imputables al Contratista de Obra, a menos que se demuestre que el Contratista de Obra no cumplió con la calidad de los materiales o utilizó procedimientos inadecuados, en

cuyo caso se suspenderán los trabajos en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias por su cuenta y costo. En este caso, los atrasos serán imputables al Contratista de Obra.

## **E. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la colocación de anclas, 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 reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasione, serán imputables al Contratista de Obra.

### **E.1. BARRENADORA**

Con la versatilidad suficiente para que se adapte fácilmente al patrón de barrenación y para que su transporte a lo largo del túnel sea compatible con la velocidad de excavación.

### **E.2. PLATAFORMAS**

Contarán con canastillas telescópicas, de accionamiento hidráulico o neumático, cuya versatilidad de movimientos permitan acercar y retirar el equipo, materiales y personal para la instalación de anclas.

### **E.3. TURBOMEZCLADORA**

El equipo será de alta velocidad, con la capacidad para desarrollar como mínimo mil doscientos cincuenta (1 250) revoluciones por minuto.

### **E.4. AGITADORES**

Deben ser de baja velocidad, con la capacidad para desarrollar como mínimo sesenta (60) revoluciones por minuto.

**F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento de todos 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 02. *Materiales para Concreto Hidráulico* y 03. *Acero y Productos de Acero*, 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 ecológica vigentes.

**G. EJECUCIÓN****G.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la colocación de anclas se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

**G.2. TRABAJOS PREVIOS****G.2.1. Sistemas de seguridad**

**G.2.1.1.** Los sistemas de seguridad durante la colocación de anclas son responsabilidad del Contratista de Obra, por lo que antes de iniciar los trabajos debe implementarlos, por su cuenta y costo, de forma que garanticen la integridad del personal. En ningún caso se permitirá la colocación de anclas mientras no se cumpla con lo establecido en este Inciso. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

**G.2.1.2.** Se tomará en cuenta todo lo referente al equipo, señalamiento y dispositivos de seguridad que establece la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

**G.2.1.3.** El Contratista de Obra proporcionará al personal el equipo adecuado para su protección, como cascos, anteojos inastillables, mascarillas contra el polvo,

dispositivos para la protección contra el ruido, botas de seguridad, ropa protectora, guantes, lamparas portátiles, arneses y cinturones de seguridad, entre otros.

**G.2.1.4.** En la obra se contará como mínimo con un instructivo visible en que se consignen los detalles sobre la forma de actuar en casos de emergencia, instalaciones de rescate y de primeros auxilios, extintores de incendio adecuados, luces de emergencia y filtros para monóxido de carbono en túneles de más de quinientos (500) metros.

**G.2.1.5.** Se contará con medios de comunicación efectivos para uso habitual y para casos de emergencia, entre el sitio de colocación de anclas y el exterior del túnel. En el caso que se interrumpa dicha comunicación, la Secretaría suspenderá de inmediato los trabajos hasta que la comunicación sea restablecida. La Secretaría decidirá si la interrupción se debió a causas atribuibles al Contratista de Obra, en cuyo caso, los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

## **G.2.2. Localización y trazo del barreno**

Previo a la perforación de los barrenos estos se ubicarán en el sitio mediante el auxilio de trazos topográficos, con base en la distribución espacial establecida en el proyecto.

## **G.3. BARRENACIÓN**

**G.3.1.** Las perforaciones se harán en función del diámetro y tipo de ancla; se ejecutará sin interrupción en la longitud y posición establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

**G.3.2.** Si durante el proceso de barrenación se presenta flujo de agua, se procederá a sellar el barreno, inyectándolo con el obturador colocado a un (1) metro antes del punto donde se presentó el flujo de agua, hasta alcanzar la presión de rechazo establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría. Una vez terminada la inyección, se removerá el obturador y se lavará o reparará el tramo para continuar la perforación del barreno hasta su profundidad total.

**G.4. LAVADO DEL BARRENO**

- G.4.1.** Inmediatamente antes de colocar el ancla, el barreno perforado en roca se lavará con agua y aire a la presión suficiente para desalojar los detritos de la perforación hasta que el agua retorne limpia. Cuando el sistema de anclaje sea de tensión y no sea afectado, se podrá omitir este procedimiento, bajo responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra.
- G.4.2.** Los barrenos en suelos sólo alojan anclas de fricción, por lo que el procedimiento de lavado no se aplica.

**G.5. FABRICACIÓN DE MEZCLAS**

- G.5.1.** Las dosificaciones y preparación de las mezclas que se utilizarán para la inyección, serán responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra, debiendo cumplir con la resistencia establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría.
- G.5.2.** La mezcla se mantendrá en agitación dentro del turbomezclador por un lapso no menor de dos (2) minutos, contado a partir de que haya sido adicionado el último componente, posteriormente se enviará a los agitadores de baja velocidad de las estaciones de inyección, que funcionen como mínimo a sesenta (60) revoluciones por minuto; las estaciones de inyección se mantendrán en agitación mientras dure el proceso de inyectado o durante la vida útil de la mezcla. El Contratista de Obra podrá solicitar a la Secretaría un ajuste en el tiempo de mezclado, previa demostración mediante pruebas de laboratorio ejecutadas en especímenes fabricados en el sitio y bajo las condiciones de la obra, de la obtención de resultados satisfactorios.
- G.5.3.** La mezcla que permanezca en los agitadores durante un tiempo superior a una (1) hora se desechará y no será objeto de pago. El Contratista de Obra podrá solicitar a la Secretaría un ajuste en este tiempo, previa demostración mediante pruebas de laboratorio ejecutadas en especímenes fabricados en el sitio y bajo las condiciones de la obra, de la obtención de resultados satisfactorios.
- G.5.4.** No se utilizarán aditivos de fraguado rápido, cáusticos, tóxicos o inflamables.

**G.5.5.** No se permitirá el uso de agitadores manuales para la preparación de mezclas de mortero.

## **G.6. COLOCACIÓN DEL ANCLA EN EL BARRENO E INYECCIÓN**

**G.6.1.** La resistencia, longitud y arreglo o distribución de las anclas en la cavidad del túnel en construcción serán los establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría; sin embargo, en tramos donde se presenten condiciones geológicas locales diferentes a las consideradas en el proyecto que pongan en riesgo la integridad de la excavación o donde se presenten deformaciones excesivas no tolerables, el Contratista de Obra, previa autorización de la Secretaría, podrá colocar anclas en un arreglo y densidad diferentes a las que establezca el proyecto.

**G.6.2.** El ancla se habilitará y se preparará con los dispositivos necesarios para su aplicación de acuerdo con el sistema de anclaje a utilizar.

**G.6.3.** Para sujetar el ancla de tensión a la pared o bóveda de la excavación se utilizará una tuerca hexagonal y una placa de asiento aplicada sobre un relieve de concreto u otro material de endurecimiento rápido que apruebe la Secretaría. La longitud de la cuerda estándar de la barra debe ser al menos dos (2) veces el diámetro de ésta.

**G.6.4.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la placa metálica de asiento será cuadrada, de al menos quince (15) centímetros de lado y uno coma veintisiete (1,27) centímetros ( $\frac{1}{2}$ " de espesor.

**G.6.5.** Para anclas de tres (3) a seis (6) metros de longitud se colocarán tres (3) secciones de centradores soldadas al ancla en forma alternada con separación de uno coma cinco (1,5) metros.

**G.6.6.** Para anclas con longitud menor de tres (3) metros se colocarán como mínimo tres (3) secciones de centradores equidistantes soldadas al ancla, la primera sección se colocará a veinte (20) centímetros a partir del inicio del barreno y la última a veinte (20) centímetros a partir de la punta de la varilla que va al fondo del mismo.

- G.6.7.** En anclas inyectadas con mortero, se instalará un dispositivo para verificar la inyección completa del barreno, cuya elección y operación será responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra.

## **G.7. TENSADO DE ANCLAS**

Las anclas que se diseñen con precarga o pretensado deben ser precargadas o tensadas de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

## **G.8. PRUEBAS DE ANCLAS**

- G.8.1.** Todas las anclas colocadas según indique el proyecto o apruebe la Secretaría, el Contratista de Obra las probará para verificar su resistencia. Las primeras anclas probadas permitirán evaluar el procedimiento de colocación y modificarlo en caso necesario.
- G.8.2.** El costo que se genere por concepto de prueba de las anclas, no será objeto de medición y pago alguno, por lo que el Contratista de Obra debe considerarlo en su análisis de costos.
- G.8.3.** Las anclas se probarán habiendo transcurrido el tiempo necesario para el fraguado de la inyección, mediante la aplicación de una carga máxima equivalente al noventa (90) por ciento de la fuerza de diseño indicada en el proyecto. La carga se mantendrá por un periodo mínimo de setenta y dos (72) horas y si al cabo de este lapso una (1) o más anclas muestran relajación de más del quince (15) por ciento de la carga inicialmente aplicada, se considera que el anclaje ha fallado y el Contratista de Obra probará un grupo adicional de cinco (5) anclas. Si del segundo grupo, una o más anclas probadas fallan, el sistema de anclaje no podrá ser utilizado en la obra y deberá verificarse la calidad de los materiales y la idoneidad del procedimiento constructivo; si ambos son correctos, será necesaria una modificación del proyecto de anclaje.



**G.9. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de las anclas hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría, cuando el túnel sea operable.

**H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que las anclas para soporte de túneles se consideren terminadas y sean aceptadas 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 que la resistencia a la tensión de las anclas cumpla con lo establecido en el proyecto. Las pruebas se realizarán en cinco (5) anclas de cada lote de cincuenta (50) que hayan sido colocadas, seleccionadas mediante un procedimiento objetivo basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, aplicándoles una carga axial de tracción igual al cien (100) por ciento de la carga de proyecto. Si más de un (1) ancla de las cinco (5) ensayadas no alcanza la resistencia especificada en el proyecto, se probarán todas las anclas del lote y cada ancla que no cumpla con dicha resistencia, será repuesta y colocada por cuenta y costo del Contratista de Obra. Será responsabilidad del Contratista de Obra la ejecución de los trabajos adicionales que indique la Secretaría para garantizar la estabilidad de la excavación, sin que sea acreedor a pago alguno por ello.

**I. MEDICIÓN**

- I.1.** Cuando la colocación de anclas se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada 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 metro de ancla colocada y terminada, medido a partir del brocal del barreno, según su tipo, con aproximación a un décimo (0,1).
- I.2.** Cuando el proyecto establezca un anclaje sistemático con dimensiones preestablecidas, previstas en el contrato de obra, se podrá utilizar como unidad para fines de pago el ancla colocada y terminada, según su tipo, siempre que se definan con toda

precisión los alcances y dimensiones consideradas en la ejecución del concepto en el contrato correspondiente y se distingan con suficiente claridad las diferentes clases o tipos de anclas a ser utilizadas en obra.

## **J. BASE DE PAGO**

Cuando la colocación de anclas se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro de ancla colocada y terminada, según su tipo. 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:

- Andamios, plataformas y demás equipo auxiliar para la instalación de anclas.
- Valor de adquisición y suministro de las anclas metálicas y todos los accesorios requeridos para su colocación, así como de los materiales para la fabricación del mortero o las resinas de inyección. Carga, transporte y descarga de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento.
- Los sistemas de seguridad en la obra a que se refiere el Inciso G.2.1. de esta Norma, cuando el Contratista de Obra no sea el responsable de realizar la excavación.
- Perforación y limpieza del barreno.
- Habilitado y colocación de las anclas.
- Tensión o precarga de las anclas.
- Inyección del mortero o resina.
- La iluminación y ventilación cuando el Contratista de Obra no sea el responsable de realizar la excavación.
- Limpieza del frente.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- La conservación de las anclas hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

**K. ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago de las anclas, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

**L. RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Una vez concluida la colocación de las anclas, la Secretaría las aprobará y al término de la obra, cuando el túnel sea operable, las recibirá conforme con 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.

