

LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN
TEMA: CAR. Carreteras
PARTE: 1. *CONCEPTOS DE OBRA*
TÍTULO: 06. Cimentaciones
CAPÍTULO: 005. *Cilindros y Cajones de Cimentación*

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de cilindros y cajones de cimentación para cimentaciones profundas de obras en carreteras de nueva construcción.

B. DEFINICIÓN

Los cilindros y cajones de cimentación son elementos estructurales elaborados con concreto reforzado, para la cimentación de estructuras con el objeto de transmitir las cargas de la superestructura al subsuelo. Se utilizan principalmente en cimentaciones bajo agua.

Los cilindros son de sección transversal circular cuyo diámetro es superior a tres (3) metros, mientras que los cajones de cimentación están constituidos por una retícula de sección rectangular con la misma profundidad que el cajón.

C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las Normas aplicables de los Títulos 02. *Materiales para Concreto Hidráulico*, 03. *Acero y Productos de Acero* y 04. *Soldadura*, de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

CTR. CONSTRUCCIÓN

CAR. CARRETERAS

N·CTR·CAR·1·06·005/01

NORMAS

DESIGNACIÓN

Ejecución de Obras	N·LEG·3
Excavación para Estructuras	N·CTR·CAR·1·01·007
Concreto Hidráulico	N·CTR·CAR·1·02·003
Acero para Concreto Hidráulico	N·CTR·CAR·1·02·004
Acero Estructural y Elementos Metálicos	N·CTR·CAR·1·02·005
Estructuras de Concreto Reforzado	N·CTR·CAR·1·02·006

D. MATERIALES

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la construcción de cilindros y cajones de cimentación, cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables de los Títulos 02. *Materiales para Concreto Hidráulico*, 03. *Acero y Productos de Acero* y 04. *Soldadura*, 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.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción anterior, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.3.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra las corrija o los remplace por otros adecuados, por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E. EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de cilindros y cajones de cimentación, 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 remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E.1. GRÚAS

Que cuenten con un sistema de malacates, cables y ganchos montados sobre una pluma capaz de moverse sobre un plano vertical, girar en un plano horizontal y desplazarse a lo largo de los sitios de hincado. Para el montaje de equipos de perforación, tendrán capacidad nominal de cuarenta y cinco (45) a ochenta (80) toneladas, con plumas rígidas de dieciocho (18) metros de largo como mínimo.

E.2. EXCAVADORAS DE ALMEJA

Capaces de excavar mediante almejas hidráulicas guiadas, integradas por dos quijadas móviles accionadas con cilindros hidráulicos adosados en la parte inferior de un *barretón* o *Kelly* rígido, de una pieza o telescópico.

E.3. EXCAVADORAS DE SUCCIÓN

Para utilizarse en terrenos arenosos o de lodos. Que cuenten con una boca de aspiración unida a la tubería de la bomba que aspire la mezcla arena-agua y otra tubería para conectarse a una bomba de alta presión para remover el terreno.

E.4. EYECTORES DE AIRE COMPRIMIDO

Para utilizarse en terrenos arenosos o de lodos. Que cuenten con dos tubos concéntricos, uno exterior para la extracción de la mezcla arena-agua y otro interior para la inyección del aire comprimido. El diámetro del tubo exterior se determinará en función del diámetro de los máximos elementos que pueden ser aspirados.

E.5. BOTES CORTADORES

Formados por cilindros de acero con una tapa articulada en la base, en la cual se localicen los elementos de corte además de unas trampas que permitan la entrada del material cortado e impidan su salida. Para utilizarse tanto en suelos cohesivos como en los no cohesivos aun bajo el nivel freático.

E.6. BOTES CORONA

Formados por cilindros abiertos que tengan en el borde inferior dientes de acero de alta resistencia e insertos de carburo de tungsteno. Para utilizarse en suelos duros o en rocas suaves, extrayendo el material cortado con un dispositivo cónico situado en el interior del bote.

E.7. BOTES AMPLIADORES O BOTES CAMPANA

Formados por cilindros de acero similares a los botes cortadores, con un dispositivo formado por uno o dos alerones cortadores que vayan sobresaliendo del bote a medida que vayan cortando el material en el fondo de la perforación, formando así la llamada campana o ampliación de la base del cilindro o cajón de cimentación.

E.8. TRÉPANOS

De acero de gran masa, que trabajen por impacto dejándolos caer libremente, capaces de romper rocas o boleos encontrados en la perforación y de perforar en las formaciones rocosas para empotrar los cilindros o cajones de cimentación, del tipo y tamaño adecuado de acuerdo con las condiciones particulares de la obra.

E.9. CÁMARA DE AIRE COMPRIMIDO

Que cuente con:

- E.9.1.** Una cámara de trabajo formada por un cajón invertido impermeable, abierto por la parte inferior. Esta cámara tendrá encima una chimenea metálica que sobresalga del agua, constituida por tubos de un (1) metro de diámetro, unidos en general mediante tornillos y juntas estancas.

- E.9.2.** Una cámara de presurización consistente en una campana metálica cilíndrica o esclusa enteramente cerrada situada en el extremo superior de la chimenea de la cámara de trabajo. Dispondrá de dos puertas estancas y dos válvulas, para poder establecer en la esclusa tanto la presión atmosférica como la de la cámara de trabajo.
- E.9.3.** Estación de aire comprimido capaz de inyectar un flujo de aire comprimido que asegure una renovación de cuarenta (40) metros cúbicos por hombre por hora.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

- F.1.** 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*, 03. *Acero y Productos de Acero* y 04. *Soldadura*, 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.
- F.2.** Para reducir al mínimo el peligro de fracturas en los elementos precolados durante su transporte y almacenamiento, éstos contarán con puntos de izamiento formados por *orejas* de varilla, cable de acero o placas, firmemente fijados al acero de refuerzo y ahogados en el concreto.
- F.3.** Los residuos producto de la excavación se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que apruebe la Secretaría, en vehículos con cajas cerradas o protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible.

G. EJECUCIÓN

G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la construcción de cilindros y cajones de cimentación se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

G.2. TRABAJOS PREVIOS**G.2.1. Limpieza**

Inmediatamente antes de la excavación para los cilindros y cajones de cimentación, la superficie de trabajo estará libre de basura, escombros, hierba, arbustos o restos de construcciones anteriores.

G.2.2. Ubicación, trazo y nivelación

Los sitios de excavación para el hincado o colocación de los cilindros y cajones de cimentación se ubicarán de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. En el caso de que existan montones de tierra o algún otro material, el terreno se nivelará hasta obtener una superficie sensiblemente horizontal. Si la pendiente del terreno dificulta la excavación y el hincado, los trabajos se realizarán de forma escalonada, haciendo plataformas conforme se eleve el terreno.

G.3. FABRICACIÓN DE CILINDROS Y CAJONES DE CIMENTACIÓN

G.3.1. Los cilindros y cajones se construirán por partes en un dique seco o en tierra mediante elementos huecos llamados *dovelas*, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, considerando lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-02-006, *Estructuras de Concreto Reforzado*.

G.3.2. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cuando el procedimiento constructivo requiera que el acero de refuerzo se arme en un sitio distinto al del colado del elemento, se colocará un refuerzo adicional que permita el manejo del armado, sin que se presenten deformaciones o desplazamientos permanentes.

G.3.3. En cajones grandes, las dovelas se dividirán en celdas para proporcionar rigidez al elemento durante las maniobras de flotación, traslado e hincado.

G.3.4. La primera dovela que tendrá el contacto con el suelo, estará provista de una cuchilla biselada, destinada a facilitar la penetración en el suelo. La cuchilla podrá ser de metal o de concreto reforzado, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

G.3.5. Los elementos tendrán una superficie uniforme, que no muestre acero de refuerzo expuesto, oquedades o segregación por deficiencia del vibrado.

G.3.6. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, el recubrimiento de concreto remanente entre la cara exterior del elemento estructural de concreto y la cara exterior del acero de refuerzo más cercano, estribo o refuerzo principal, no será menor de siete coma cinco (7,5) centímetros en ambiente inocuo o de diez (10) centímetros en ambiente agresivo.

G.4. EXCAVACIÓN

La excavación se efectuará considerando lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-01-007, *Excavación para Estructuras*.

G.5. HINCADO DE LOS CILINDROS Y CAJONES DONDE EXISTEN CORRIENTES DE AGUA

G.5.1. Cuando se trate de una profundidad pequeña y corriente débil, los cilindros y cajones se hincarán en seco, mediante la construcción de un terraplén o una isla artificial hecha de arena o grava, cuyos taludes se protegerán mediante mampostería o una escollera. El área donde se hincará el cilindro o cajón se preparará mediante uno de los siguientes elementos.

G.5.1.1. Ataguía

Se construirá una isla artificial, constituida por una ataguía de tablestacas metálicas, dispuestas en trazo circular en planta, que asegure el trabajo de las tablestacas a flexión, sin la necesidad de colocar tirantes. Cuando así lo establezca el proyecto o apruebe la Secretaría, se protegerá el pie de la ataguía mediante una escollera.

G.5.1.2. Andamio de servicio sobre pilotes

Se construirá un andamio de servicio que soporte una plataforma de trabajo sobre pilotes donde la profundidad del agua sea de cinco (5) a seis (6) metros. La primera parte del cilindro o cajón se construirá sobre esta plataforma, dándole una altura superior a la profundidad

del agua y se suspenderá de una viga metálica mediante cadenas accionadas por gatos, hecho lo anterior, se quitará la plataforma de servicio y se hará bajar el cilindro o cajón sobre el lecho.

G.5.1.3. Andamios flotantes

Los andamios flotantes estarán constituidos por dos barcasas que soporten la plataforma de trabajo y una estructura dotada de vigas de suspensión, cadenas y gatos, para el movimiento del material, para hincar los cilindros o cajones de forma análoga a la descrita en el Párrafo anterior.

G.5.2. Cuando se trate de una profundidad mayor o corriente fuerte, los cilindros o cajones se construirán en un dique seco o en una cala de lanzamiento, considerando lo siguiente:

G.5.2.1. El cilindro o cajón estará provisto de un fondo provisional que le permita flotar.

G.5.2.2. El cilindro o cajón se transportará a su posición definitiva por flotación y después se fondeará para su hincado desmontando el fondo con la ayuda de buzos.

G.5.2.3. En grandes profundidades, se aplicarán métodos de fijación mediante piezas de liberación, utilizando dispositivos mecánicos maniobrados desde afuera del agua. Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, también se podrá hacer el hincado utilizando aire comprimido, como se indica en el Inciso G.6.3. de esta Norma.

G.5.2.4. Cuando el lecho del río esté constituido por lodo en gran profundidad, se utilizarán cajones metálicos lastrados progresivamente con concreto hidráulico; una vez empotrado en un lodo consistente, se procederá a su hincado.

G.6. HINCADO DE LOS CILINDROS Y CAJONES EN SUPERFICIES SECAS

El hincado de los cilindros y cajones, cuando éstos se hayan construido en un lugar distinto, se efectuará conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, tomando en cuenta las siguientes condiciones.

G.6.1. Directamente sobre roca firme

- G.6.1.1.** Cuando el cajón se vaya a desplantar sobre roca firme y ésta se encuentre cercana a la superficie del terreno natural, a una profundidad no mayor de dos coma cinco (2,5) metros, se realizará la excavación hasta llegar a la profundidad establecida en el proyecto, en la que se colocará directamente la primera sección del cajón.
- G.6.1.2.** Cuando la capa superficial de la roca se encuentre alterada, se removerá y se preparará una superficie horizontal para el desplante, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.6.1.3.** Cuando el cilindro o cajón estén sometidos a acciones horizontales, incluyendo cargas transitorias o sismos, será necesario empotrarlos en roca firme.

G.6.2. Por extracción de materiales

- G.6.2.1.** El cajón se construirá partiendo de una estructura biselada llamada *cuchilla*, destinada a facilitar la penetración en el suelo.
- G.6.2.2.** El cilindro o cajón se colocará en su posición, para posteriormente hincar por peso propio las dovelas hasta la profundidad de cimentación. Durante el hincado, el material desplazado por las dovelas se extraerá por la parte hueca de las mismas, mediante una excavadora de almeja. La extracción del suelo puede realizarse en seco o bien bajo el agua.

G.6.3. Con aire comprimido

- G.6.3.1.** Este procedimiento se utilizará cuando la cimentación se realice bajo un nivel freático que no sea posible abatir.
- G.6.3.2.** Sobre el terreno a excavar, se depositará la cámara de trabajo. A través de la chimenea se enviará aire comprimido a la cámara de trabajo, a una presión superior a la hidrostática correspondiente a la altura de la capa de agua, de tal forma que este aire expulse completamente el agua de la cámara de trabajo.

G.6.3.3. El flujo de aire comprimido será tal que asegure una renovación de cuarenta (40) metros cúbicos por hombre por hora.

G.6.3.4. Los cambios de presión en la cámara de presurización se harán gradualmente, conforme a lo establecido en las normas internacionales para este tipo de trabajos. Las dos puertas no podrán abrirse a la vez, por lo que nunca debe haber comunicación directa entre el exterior y la cámara de trabajo a presión. De esta forma, el paso del personal se efectuará sin modificar la presión en la cámara de trabajo y el único aire comprimido que se pierda será el correspondiente al volumen de la esclusa en cada caso.

G.7. REGISTRO

Durante el hincado de los cilindros y cajones de cimentación se llevará un registro que contenga como mínimo:

- Información general como fecha, condiciones atmosféricas e identificación del cilindro o cajón.
- Localización precisa del cilindro o cajón y su número.
- Verticalidad del cilindro o cajón verificada a intervalos regulares durante su hincado.
- Velocidad de descenso.
- Avance del hincado, el que debe corresponder con el avance de la excavación.
- Calidad de las uniones.
- Localización, hora y duración de cualquier interrupción durante el hincado.
- Elevación del terreno natural y de la punta del cilindro o cajón.
- Cualquier comportamiento errático o no usual del cilindro o cajón, anotando la hora y la elevación correspondiente de la punta.
- Posible emersión de cilindros o cajones adyacentes.

G.8. ZONAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL

Estas zonas quedarán libres de cualquier residuo, desperdicio o material, extraídos durante el proceso de excavación, que

contaminen el entorno, depositándolos en el sitio o banco de desperdicios que apruebe la Secretaría.

G.9. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de los cilindros y cajones de cimentación hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría, junto con todo el tramo de carretera o la estructura completa.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que los cilindros y cajones de cimentación se consideren terminados y sean aceptados 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:

H.1. EXCAVACIÓN

H.1.1. Que la excavación se haya realizado conforme a lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-01-007, *Excavación para Estructuras*.

H.1.2. Que la excavación se haya llevado hasta el nivel indicado en el proyecto o el aprobado por la Secretaría. En todos los casos, el representante de la Secretaría decidirá si el estrato alcanzado con la excavación es el adecuado para el desplante del cilindro o cajón de cimentación o si es necesario excavar más profundo.

H.2. CALIDAD DEL CONCRETO HIDRÁULICO

H.2.1. Que el concreto hidráulico haya cumplido con lo establecido en la Fracción H.1. de la Norma N-CTR-CAR-1-02-003, *Concreto Hidráulico*.

H.2.2. Que el número de especímenes obtenido para comprobar la resistencia del concreto haya sido determinado aplicando la siguiente fórmula:

$$c = V/\sqrt{5}$$

Donde:

c = Número de especímenes por obtener, aproximado a la unidad superior

V = Volumen del concreto de un mismo tipo colado en un día de trabajo, (m³)

H.2.3. Que en caso de que la resistencia a la compresión simple del concreto hidráulico no haya cumplido con lo establecido en los Incisos H.1.7. y H.1.8. de la Norma N-CTR-CAR-1-02-003, *Concreto Hidráulico*, el Contratista de Obra, previa aprobación de la Secretaría, haya remplazado los cilindros o cajones contruidos con el concreto defectuoso, por su cuenta y costo o haya aceptado la sanción por incumplimiento de calidad, respecto al precio unitario fijado en el contrato para el cilindro o cajón fabricado, debida a la resistencia insuficiente del concreto hidráulico, a que se refiere el Inciso H.1.9. de la Norma mencionada, de acuerdo con el criterio establecido en el Inciso J.1.2. de esta Norma

H.3. COLOCACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO

Que el concreto para cada dovela se haya colocado en forma continua, sin interrupciones que hayan generado juntas frías.

H.4. CALIDAD DEL ACERO

H.4.1. Que el acero haya cumplido con lo establecido en la Fracción H.1. de la Norma N-CTR-CAR-1-02-004, *Acero para Concreto Hidráulico*.

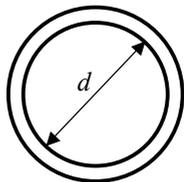
H.4.2. Que en varillas con diámetro mayor de dos coma cinco (2,5) centímetros (1 in) los traslapes hayan sido soldados a tope.

H.4.3. Que la separación mínima entre varillas no haya sido menor de uno coma cinco (1,5) veces el diámetro de la varilla ni menor de uno coma cinco (1,5) veces el tamaño máximo del agregado. En el caso de dos varillas de distinto diámetro, se tomará como referencia la de mayor diámetro.

H.5. UBICACIÓN, ALINEAMIENTO Y DIMENSIONES

H.5.1. Que el diámetro interior de los cilindros no haya sido menor que el diámetro de proyecto menos cinco milésimas (0,005)

de ese diámetro, ni mayor que el diámetro de proyecto más una centésima (0,01) de ese diámetro, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma.



$$d - 0,005d \leq d' \leq d + 0,01d$$

Donde:

d = Diámetro interior de proyecto, (cm)

d' = Diámetro interior real, (cm)

FIGURA 1. Tolerancia para el diámetro interior

H.5.2. Que las dimensiones exteriores de los cajones no hayan variado respecto a las de proyecto en más de cinco milésimas (0,005) de a , donde a es la longitud exterior del lado menor.

H.5.3. Que el espesor de los muros no haya sido menor que el espesor de proyecto menos dos (2) por ciento de ese espesor menos cuatro (4) milímetros, ni mayor que el espesor de proyecto más cinco (5) por ciento de ese espesor más cinco (5) milímetros, como se muestra en la Figura 2 de esta Norma.



$$e - (0,02e + 0,4) \leq e' \leq e + (0,05e + 0,5)$$

Donde:

e = Espesor de proyecto, (cm)

e' = Espesor real, (cm)

FIGURA 2. Tolerancia para el espesor de los muros

H.5.4. Que la ubicación de los ejes de la última sección no haya variado respecto al proyecto, más de un centésimo (0,01) de h más quince (15) milímetros, donde h es la altura total del cilindro o cajón.

H.5.5. Que el desplome de los muros con respecto a la posición de proyecto, no haya sido mayor de un centésimo (0,01) de h , donde h es la altura total del cilindro o cajón.

I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de cilindros y cajones de cimentación 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 en cuenta lo siguiente:

I.1. FABRICACIÓN DE CILINDROS Y CAJONES DE CIMENTACIÓN

La fabricación de cilindros y cajones de cimentación se medirá tomando como unidad el metro de profundidad de cilindro o cajón fabricado, según su tipo y resistencia, con aproximación a un décimo (0,1), considerando únicamente su longitud final después de haber sido hincado, que estará dentro de las tolerancias, en más o en menos, establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

I.2. HINCADO DE CILINDROS Y CAJONES DE CIMENTACIÓN

El hincado de cilindros y cajones de cimentación se medirá tomando como unidad el metro de profundidad de cilindro o cajón hincado y terminado, según su tipo y resistencia, con aproximación a un décimo (0,1), considerando únicamente su longitud final, incluyendo las tolerancias en más o en menos, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

J. BASE DE PAGO

Cuando la construcción de cilindros y cajones de cimentación 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 de la siguiente manera:

J.1. FABRICACIÓN DE CILINDROS Y CAJONES DE CIMENTACIÓN

- J.1.1.** La fabricación de cilindros y cajones de cimentación se pagará al precio fijado en el contrato para el metro de profundidad de cilindro o cajón fabricado, según su tipo y resistencia. 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:

- Concreto hidráulico, de acuerdo con lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-02-003, *Concreto Hidráulico*.
- Acero de refuerzo, de acuerdo con lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-02-004, *Acero para Concreto Hidráulico*.
- Herrajes, cuchillas biseladas y juntas de cualquier tipo, de acuerdo con lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-02-005, *Acero Estructural y Elementos Metálicos*.
- Carga, transporte y descarga de los cilindros y cajones de cimentación hasta el sitio de su hincado y cargo por almacenamiento.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de los cilindros y cajones de cimentación, y de todos los materiales, durante las cargas y las descargas.
- La conservación de los cilindros y cajones de cimentación hasta que hayan sido hincados.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

J.1.2. Cuando procedan sanciones por incumplimiento de calidad, de acuerdo con la resistencia a la compresión simple del concreto, que se obtenga según se señala en la Fracción H.2. de esta Norma, se le hará al Contratista de Obra una deducción, en el momento de la estimación, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$S = L \cdot PU \cdot FRC$$

Donde:

S = Sanción aplicada como deducción, (\$)

L = Longitud del cilindro o cajón con resistencia insuficiente, (m)

PU = Precio unitario del cilindro o cajón fabricado, (\$/m)

FRC = Factor de sanción debida a la resistencia insuficiente del concreto, determinado como se indica en la Fracción J.3. de la Norma N-CTR-CAR-1-02-003, *Concreto Hidráulico*, considerando un grado de severidad media, (adimensional)

J.2. HINCADO DE CILINDROS Y CAJONES DE CIMENTACIÓN

El hincado de cilindros y cajones de cimentación se pagará al precio fijado en el contrato para el metro de profundidad de cilindro o cajón hincado y terminado, según su tipo y resistencia. 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:

- Valor de adquisición o fabricación de tablestacas permanentes y demás materiales necesarios para el hincado de los cilindros y cajones de cimentación. Carga, transporte y descarga de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento.
- Limpieza de la superficie donde se hincarán los cilindros y cajones de cimentación.
- Ubicación y trazo de los cilindros y cajones de cimentación.
- Nivelación del terreno.
- Construcción de terraplenes o islas artificiales
- Andamios, plataformas y estructuras provisionales.
- Excavación para el hincado, de acuerdo con lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-01-007, *Excavación para Estructuras*.
- Carga, transporte y descarga de los residuos que se obtengan de la excavación a los almacenamientos temporales y a los bancos de desperdicios, así como su extendido y tratamiento en dichos bancos, en la forma que apruebe la Secretaría.
- Maniobras e hincado de los cilindros y cajones de cimentación.
- Junteo de dovelas de cilindros y cajones de cimentación.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales y residuos durante las cargas y las descargas.
- La conservación de los cilindros y cajones de cimentación hincados hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de la fabricación e hincado de los cilindros o cajones de cimentación, 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 fabricación e hincado de los cilindros o cajones de cimentación, la Secretaría los aprobará y al término de la obra, cuando la carretera o la estructura sean operables, los recibirá conforme a 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.

