

**LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN**

**TEMA: CAR. Carreteras**

**PARTE: 1. CONCEPTOS DE OBRA**

**TÍTULO: 06. Cimentaciones**

**CAPÍTULO: 004. Pilotes de Acero**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en el habilitado e hincado de pilotes de acero para cimentaciones profundas de obras en carreteras de nueva construcción.

**B. DEFINICIÓN**

Los pilotes de acero son elementos estructurales alargados, cuyo diámetro o lado menor de su sección generalmente es igual o inferior a dos (2) metros, fabricados con perfiles estructurales "H" o "I", o bien tubulares de extremo inferior generalmente abierto, que se emplean en la cimentación profunda de estructuras, con el objeto de transmitir las cargas de la superestructura al subsuelo.

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUAL	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N·LEG·3
Acero Estructural y Elementos Metálicos .....	N·CTR·CAR·1·02·005
Pruebas de Capacidad de Carga en Pilotes .....	M·CTR·CAR·1·06·007
Recubrimiento con Pintura .....	N·CTR·CAR·2·02·012
Calidad de Concreto Hidráulico .....	N·CMT·2·02·005
Acero Estructural .....	N·CMT·2·03·003

Soldadura al Arco Eléctrico ..... N-CMT-2-04-001  
Pinturas para Recubrimiento de Estructuras ..... N-CMT-2-07

**D. MATERIALES**

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la habilitación e hincado de pilotes de acero cumplirán con lo establecido en las Normas N-CMT-2-03-003, *Acero Estructural*, N-CMT-2-04-001, *Soldadura al Arco Eléctrico*, N-CMT-2-02-005, *Calidad de Concreto Hidráulico* y N-CMT-2-07, *Pinturas para Recubrimiento de Estructuras*, 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 habilitación e hincado de pilotes de acero, 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. PERFORADORAS**

Rotatorias o de percusión de acuerdo con las propiedades mecánicas que presenten los materiales del lugar, así como de las dimensiones de la sección transversal y profundidad proyectadas para los pilotes.

**E.3. VIBROHINCADORES**

Que cuenten con un motor de combustión interna, un generador eléctrico o una bomba hidráulica y un generador de vibraciones a base de contrapesos excéntricos de rotación opuesta, con la capacidad adecuada según las condiciones del subsuelo, como el mostrado en la Figura 1 de esta Norma.

**E.4. MARTILLOS**

Capaces de generar la energía de impacto suficiente para el hincado de los pilotes de acuerdo con las condiciones del subsuelo y la masa del pilote, como el mostrado en la Figura 2. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la masa del martillo será cuando menos de novecientos (900) kilogramos y en ningún caso será menor que la suma de las masas de la cabeza para el hincado y el pilote. Cuando se use martillo de doble acción, la energía total desarrollada por el martillo no será menor de ocho coma catorce (8,14) kilojoules (830 kg·m) por golpe. La elección del tipo de martillo se hará utilizando la gráfica de la Figura 3 de esta Norma, en función de la energía mínima por golpe que sea capaz de desarrollar, así como de su masa y la del pilote.

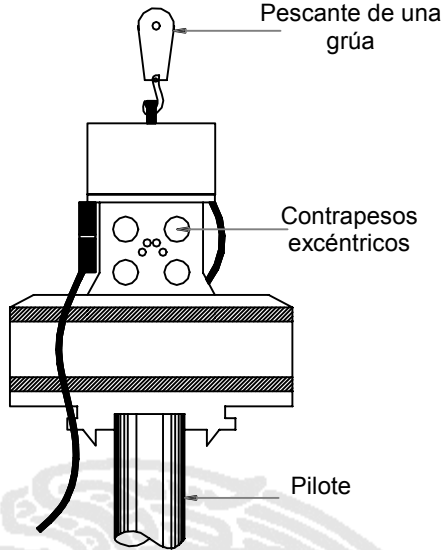


FIGURA 1.- Vibrohincador

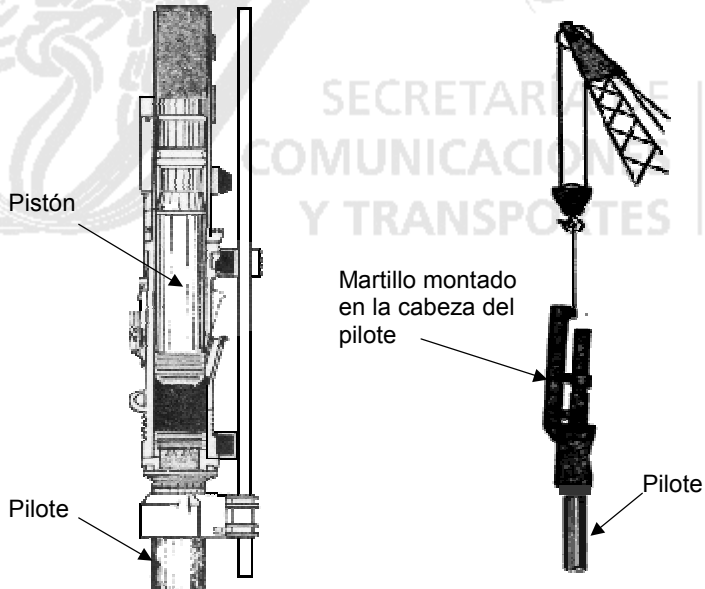


FIGURA 2.- Martillo diesel

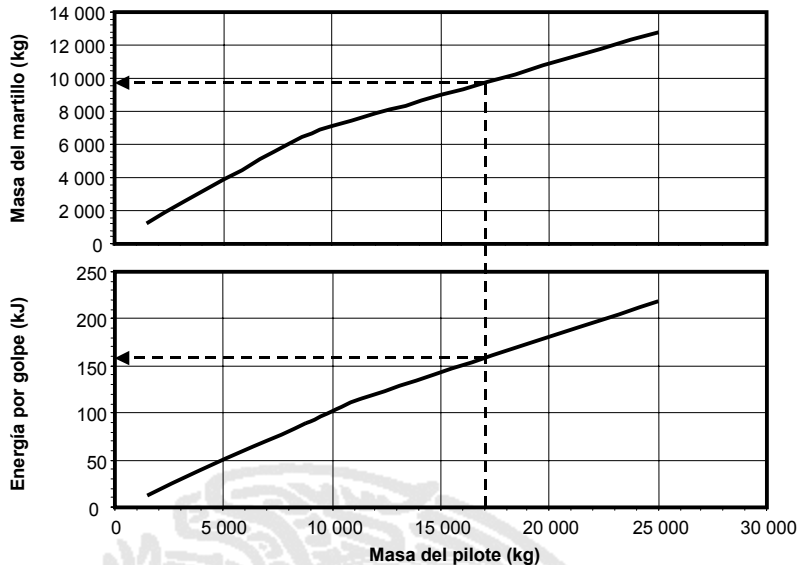


FIGURA 3.- Gráfica para la elección del martillo

## E.5. RESBALADERAS

Para ser montadas en las plumas de las grúas con el objeto de deslizar tanto el martillo piloteador como el dispositivo de disparo; pueden ser fijas u oscilantes, como se muestra en la Figura 4 de esta Norma.

## E.6. GORROS DE PROTECCIÓN

Para protección de la cabeza de los pilotes durante su hincado. Los gorros de protección estarán integrados por una estructura monolítica de acero en forma de caja, que cuente con una *sufridera* en la parte superior, que puede ser de madera, micarta, material plástico o trozos de cable de acero y una placa metálica.

## 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 la Norma N·CMT-2-03-003, *Acero Estructural*, N·CMT-2-04-001, *Soldadura al Arco*

*Eléctrico*, N-CMT-2-02-005, *Calidad de Concreto Hidráulico* y N-CMT-2-07, *Pinturas para Recubrimiento de Estructuras*. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Los residuos producto de la perforación 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.



Resbaladera fija

Resbaladera oscilante

FIGURA 4.- Distintos tipos de resbaladeras

## G. EJECUCIÓN

### G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para el habilitado e hincado de pilotes de acero se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

**G.2. TRABAJOS PREVIOS****G.2.1. Recubrimiento de pilotes**

Si así lo establece el proyecto o aprueba la Secretaría, los pilotes de acero se someterán a un tratamiento para su protección, considerando lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-2-02-012, *Recubrimiento con Pintura*.

**G.2.2. Limpieza**

Inmediatamente antes del hincado de los pilotes, la superficie donde se hincarán estará libre de basura, escombros, hierba, arbustos o restos de construcciones anteriores.

**G.2.3. Ubicación, trazo y nivelación**

Previo al hincado de los pilotes, los sitios de perforación 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 el hincado, los trabajos se realizarán de forma escalonada, haciendo plataformas conforme se eleve el terreno.

**G.3. PERFORACIÓN**

Si así lo indica el proyecto o aprueba la Secretaría, se hará una perforación previa al hincado de los pilotes, con el objeto de servir de guía o facilitar el hincado para alcanzar los estratos resistentes o evitar movimientos excesivos en la masa de suelo adyacente. El diámetro de la perforación será menor que el diámetro del pilote o que la dimensión transversal menor del mismo.

**G.4. MANEJO E IZAMIENTO**

**G.4.1.** Los pilotes de acero serán manejados con cuidado para evitar que sufran golpes o deformaciones. Para tal efecto, se emplearán cables como se muestra en la Figura 5 de esta Norma.

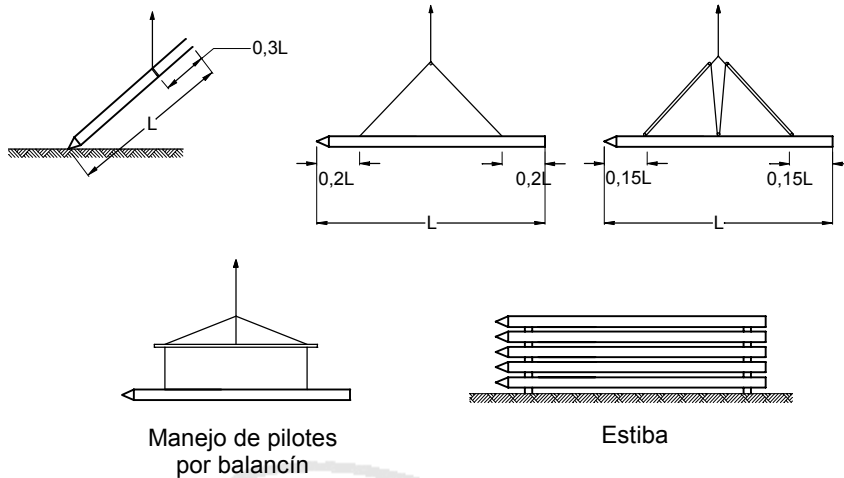


FIGURA 5.- Puntos de izamiento, manejo y estiba de pilotes

**G.4.2.** En caso de ser necesario hacer agujeros para el manejo de los pilotes, se les dará una (1) o más aplicaciones de la pintura que se haya utilizado para la protección original de los pilotes, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

## G.5. HINCADO

**G.5.1.** Los pilotes de acero serán hincados en el lugar, forma, elevación y a la profundidad, establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

**G.5.2.** El pilote se marcará a una separación máxima de un (1) metro a todo lo largo, con el fin de determinar con facilidad el número de golpes necesarios para cada metro de hincado.

**G.5.3.** El pilote se izará con un estrobo apoyado en el punto correcto de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

**G.5.4.** Si así lo establece el proyecto o lo aprueba la Secretaría, el pilote se colocará con sus caras orientadas.

**G.5.5.** La cabeza del pilote se acoplará al gorro del martillo piloteador.



- G.5.6.** Tanto el pilote como la resbaladera del martillo, se colocarán en posición perfectamente vertical o en el ángulo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, corrigiendo la posición de la grúa hasta lograrlo.
- G.5.7.** Los extremos superiores de los pilotes, cuando proceda, se descabezarán cortándolos en la forma y al nivel establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. Las cabezas de los pilotes que soporten cabezales o anclajes, se ajustarán al plano de la parte inferior de la estructura que se apoye en las mismas.
- G.5.8.** Los cortes de los pilotes se harán con el equipo previamente autorizado por la Secretaría.
- G.5.9.** Cuando el extremo de un tramo de pilote resulte dañado durante el hincado, se cortará debajo de la parte dañada y se reemplazará por otra en buen estado.
- G.5.10.** Cuando los pilotes resulten dañados durante su manejo o hincado, serán rechazados, a menos que el proyecto indique la forma en que puedan ser reparados o así lo apruebe la Secretaría.
- G.5.11.** Cuando los pilotes se prolonguen por encima de la superficie del terreno o del nivel mínimo de agua, se protegerán con pintura o concreto hidráulico, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

### G.6. JUNTAS

- G.6.1.** Las juntas entre tramos de pilote, las puntas para los mismos y los aumentos en las cabezas cuando se indiquen, se construirán de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.6.2.** Las juntas en los perfiles estructurales se harán mediante juntas "Z" soldadas, como la mostrada en la Figura 6 de esta Norma, considerando lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-02-005, *Acero Estructural y Elementos Metálicos*.

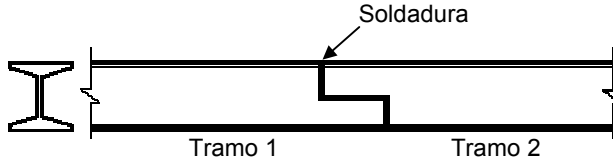


FIGURA 6.- Soldadura de un pilote formado por un perfil estructural

### G.7. REGISTRO

Durante el hincado de los pilotes se llevará un registro que contenga como mínimo:

- Información general como fecha, condiciones atmosféricas e identificación del pilote.
- Localización precisa del pilote y su número.
- Verticalidad de los pilotes verificada a intervalos regulares durante su instalación.
- Estabilidad y alineación de las resbaladeras y guías.
- Número de golpes por unidad de longitud.
- Desplazamientos del pilote bajo los golpes a distintas profundidades.
- Posición y calidad de las uniones.
- Localización, hora y duración de cualquier interrupción durante el hincado.
- Desplazamientos permanentes y golpes por centímetro para el hincado final.
- Elevación del terreno natural, de la punta del pilote y del descabece.
- Cualquier comportamiento errático o no usual del pilote, anotando la hora y la elevación correspondiente de la punta.
- Posible emersión de los pilotes adyacentes.

### G.8. PRUEBAS DE CAPACIDAD DE CARGA

Cuando el proyecto establezca la realización de pruebas de capacidad de carga, éstas se ejecutarán en los pilotes indicados en el mismo y de acuerdo con el Manual M-CTR-CAR-1-06-007, *Pruebas de Capacidad de Carga en Pilotes*.

## **G.9. ZONAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL**

Estas zonas quedarán libres de cualquier residuo, desperdicio o material, extraídos durante el proceso de perforación, que contaminen el entorno, depositándolos en el sitio o banco de desperdicios que apruebe la Secretaría.

## **G.10. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de los pilotes 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 el habilitado e hincado de pilotes de acero se considere terminado y sea aceptado 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. CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Que el acero de los pilotes y demás materiales que se utilicen en su habilitado e hincado, cumplan con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.

### **H.2. UBICACIÓN, ALINEAMIENTO Y DIMENSIONES**

- H.2.1.** Que las dimensiones de la sección transversal de cada tramo de pilote hayan sido las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, con una tolerancia de menos seis (-6) milímetros a más trece (+13) milímetros.
- H.2.2.** Que la longitud de los tramos de pilote haya sido la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, con una tolerancia de más menos diez ( $\pm 10$ ) milímetros por cada tres (3) metros.
- H.2.3.** Que la desviación respecto al eje longitudinal teórico de los tramos de pilote, previamente a su hincado, no haya sido mayor de tres (3) milímetros por cada tres (3) metros.

- H.2.4.** Que la posición final del extremo superior de cada pilote, después del descabezado, no haya variado respecto a la de proyecto en más de diez (10) centímetros en el sentido horizontal y un (1) centímetro en el sentido vertical.
- H.2.5.** Que la inclinación del pilote en su parte visible no haya presentado una desviación mayor de dos (2) centímetros por metro en suelos blandos, o mayor de cuatro (4) centímetros por metro cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría.
- H.2.6.** Que la longitud del pilote después de descabezado, haya sido la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, con una tolerancia de más menos veinticinco ( $\pm 25$ ) centímetros.

### **H.3. JUNTAS**

Que las juntas entre tramos de pilote se hayan ejecutado conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría y considerando lo establecido en la Norma N·CTR·CAR·1·02·005, *Acero Estructural y Elementos Metálicos*.

### **H.4. PRUEBAS DE CAPACIDAD DE CARGA**

Que las pruebas de capacidad de carga se hayan realizado en los pilotes establecidos en el proyecto, considerando la capacidad de carga indicada en el mismo y de acuerdo con el Manual M·CTR·CAR·1·06·007, *Pruebas de Capacidad de Carga en Pilotes*.

## **I. MEDICIÓN**

Cuando el habilitado e hincado de pilotes de acero se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean ejecutados conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirán 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 pilote de acero hincado y terminado, según su tipo y sección, con aproximación a un décimo (0,1), considerando únicamente su longitud final después de haber sido descabezado, que estará dentro de las tolerancias, en más o en menos, establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

**J. BASE DE PAGO**

Cuando el habilitado e hincado de pilotes de acero se contraten a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean medidos de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro de pilote de acero hincado y terminado, según su tipo y sección. 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 los pilotes de acero, herrajes y juntas de cualquier tipo, de acuerdo con lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-02-005, *Acero Estructural y Elementos Metálicos*.
- Concreto hidráulico, de acuerdo con lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-02-003, *Concreto Hidráulico*.
- Valor de adquisición o fabricación de todos los demás materiales necesarios para el habilitado e hincado de los pilotes.
- Carga, transporte y descarga de los pilotes y de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento.
- Limpieza de la superficie donde se hincarán los pilotes.
- Ubicación y trazo de los pilotes.
- Nivelación del terreno.
- Perforación previa.
- Carga, transporte y descarga de los residuos que se obtengan de la perforación 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.
- Aplicación de los recubrimientos para protección del acero, incluyendo los que se apliquen en las perforaciones, cortes o partes dañadas del pilote.
- Maniobras e hincado de los pilotes.
- Junteo de tramos de pilotes.
- Descabezado de los pilotes.
- Colocación del concreto hidráulico utilizado para la protección de los extremos superiores de los pilotes.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N·CTR·CAR·1·06·004/01

- Pruebas de capacidad de carga de acuerdo con lo establecido en el Manual M·CTR·CAR·1·06·007, *Pruebas de Capacidad de Carga en Pilotes*, en todos los pilotes que indique el proyecto.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de los pilotes, de todos los materiales y residuos durante las cargas y las descargas.
- La conservación de los pilotes 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 del habilitado e hincado de pilotes de acero, 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 concluido el habilitado e hincado de pilotes de acero, 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.