

LIBRO: PRY. PROYECTO
TEMA: CAR. Carreteras
PARTE: 8. PROYECTO DE CIMENTACIONES
TÍTULO: 02. Cimentaciones Profundas
CAPÍTULO: 002. Selección del Tipo de Cimentación Profunda y Dimensionamiento Preliminar

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los criterios para la selección de la cimentación profunda y su dimensionamiento preliminar, durante la etapa de anteproyecto, o recimentaciones, a las que se refiere la Norma N·PRY·CAR·8·02·001, *Ejecución de Proyectos de Cimentaciones Profundas*.

La Norma N·PRY·CAR·8·02·001, *Ejecución de Proyectos de Cimentaciones Profundas*, es aplicable cuando, después de haber analizado la probabilidad de emplear una cimentación superficial, se haya concluido que su uso no es posible debido a que no cumple con los límites establecidos para los estados límites de servicio o de falla.

B. DEFINICIÓN

La selección y dimensionamiento preliminar de una cimentación profunda es un proceso que tiene lugar durante la etapa de anteproyecto, en la cual, a partir de los estudios que determinan las condiciones del material de desplante, se propone uno o varios tipos de cimentación profunda o nuevos elementos de una recimentación, incluyendo sus características geométricas. Las propuestas se revisan mediante los análisis del estado límite de servicio y del estado límite de falla, de modo que se pueda seleccionar la más conveniente.

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y PRÁCTICA RECOMENDABLE	DESIGNACIÓN
Ejecución de Proyectos de Cimentaciones Profundas	N·PRY·CAR·8·02·001
Determinación de la Capacidad de Carga del Subsuelo o Roca y Revisión del Estado Límite de Falla de Cimentaciones Profundas	N·PRY·CAR·8·02·003
Revisión del Estado Límite de Servicio de Cimentaciones Profundas	N·PRY·CAR·8·02·004
Análisis y Diseño Estructural de Cimentaciones Profundas	N·PRY·CAR·8·02·005
Selección del Tipo de Cimentación Profunda y Dimensionamiento Preliminar.	R·PRY·CAR·8·02·002

D. SELECCIÓN DEL TIPO DE CIMENTACIÓN PROFUNDA

Con base en la revisión y análisis de la información solicitada en la Cláusula D. de la Norma N·PRY·CAR·8·02·001, *Ejecución de Proyectos de Cimentaciones Profundas*, se selecciona el tipo de cimentación profunda, tomando en cuenta lo siguiente:

D.1. FACTORES QUE DETERMINAN EL PROYECTO DE CIMENTACIONES PROFUNDAS

Los factores que se considerarán durante la elaboración del proyecto de cimentaciones profundas son los siguientes:

D.1.1. Material de desplante

Las cimentaciones profundas que transmitan la mayor parte de la carga en la punta, se desplantarán en suelo o roca cuya resistencia sea suficiente para cumplir con los requisitos relativos a los estados límite de servicio y de falla. En caso de no detectar suelo o roca con la suficiente resistencia, se podrá optar por transmitir la carga a través de fricción lateral del fuste con el suelo circundante, considerando la resistencia por adherencia o fricción del suelo con el material del pilote. Además, si existen suelos de menor resistencia y mayor compresibilidad en el desplante, las cimentaciones profundas se desplantarán por debajo de:

- Zonas afectadas por oquedades o karsticidad.
- Capas con probabilidad de licuación o de sufrir deformaciones grandes.
- Cualquier tipo de relleno artificial de mala calidad.

D.1.2. Obras o estructuras cercanas

Para definir el tipo de cimentación profunda y su profundidad de desplante, se tomarán en cuenta las condiciones de las cimentaciones de las construcciones vecinas, así como de otras obras inducidas preexistentes, a fin de prevenir su afectación.

D.1.3. Tipos de materiales de la cimentación

Para las cimentaciones profundas como pilotes prefabricados y pilotes colados en el lugar, los materiales por usar son concreto reforzado y acero.

D.1.4. Cargas y acciones

Las cargas y acciones a que estará sujeta la cimentación se utilizarán para:

- Diseñar la cimentación profunda de modo que el suelo sea capaz de soportarlas.
- El elemento estructural que constituye la cimentación profunda sea capaz de soportarlas.

Las cargas y acciones a que estará sujeta la cimentación serán las que resulten del análisis de la estructura por construir para las diferentes combinaciones de carga, así como de la masa propia de la cimentación y materiales que obren sobre ella, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·PRY·CAR·8·02·005, *Análisis y Diseño Estructural de Cimentaciones Profundas*.

D.1.5. Otros aspectos por considerar

Para casos particulares, en la Práctica Recomendable, R·PRY·CAR·8·02·002, *Selección del Tipo de Cimentación Profunda y Dimensionamiento Preliminar*, se indican aspectos de carácter específico que se recomienda considerar en esta etapa.

D.2. CRITERIOS PARA SELECCIONAR EL TIPO DE CIMENTACIÓN PROFUNDA

En la selección del tipo de cimentación profunda, se tomarán en cuenta los siguientes criterios generales:

- D.2.1.** Se podrán seleccionar pilotes hincados y colados en el lugar en estructuras con cargas concentradas en columnas o elementos parecidos, como pilas de puentes o viaductos, o cuando el material superficial no tenga buena resistencia, capacidad de carga suficiente o tenga alta compresibilidad, de modo que no sea conveniente el uso de una cimentación superficial.
- D.2.2.** Para decidir entre el uso de pilotes hincados o de pilotes colados en el lugar, se efectuará una comparación entre el uso de ambos desde el punto de vista constructivo, de su comportamiento estructural y económico, incluidos los riesgos de accidentes durante la construcción de la excavación necesaria para llegar al nivel de piso donde se construirá la cimentación profunda.
- D.2.3.** En el caso de edificios, se podrán seleccionar pilotes como elementos complementarios para controlar asentamientos cuando se utilicen cimentaciones compensadas o bien para transmitir la carga a estratos poco deformables donde el terreno por arriba de dicho nivel no esté sujeto a consolidación regional.
- D.2.4.** También se podrán seleccionar técnicas especiales de construcción o de nuevas tecnologías. A continuación, se mencionan algunas soluciones que pueden considerarse especiales:
- Inyecciones de lechada de agua-cemento alrededor o por debajo de la cimentación profunda.
 - Sistemas de drenaje adaptados a cada caso particular.
 - Pilotes de control.

D.3. DIMENSIONAMIENTO INICIAL DE LA CIMENTACIÓN

Una vez seleccionado el tipo de cimentación profunda, con una o varias alternativas, se proponen sus dimensiones iniciales tomando en cuenta los criterios establecidos en la Norma N-PRY-CAR-8-02-001, *Ejecución de Proyectos de Cimentaciones Profundas*.

E. REVISIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE

Se revisarán los estados límite de la cimentación profunda seleccionada con las dimensiones iniciales a que se refiere la Fracción D.3. de esta Norma, para que se puedan determinar las dimensiones preliminares, de acuerdo con los siguientes criterios:

E.1. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

- E.1.1.** Se revisará el estado límite de servicio de la cimentación seleccionada de acuerdo con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-8-02-004, *Revisión del Estado Límite de Servicio de Cimentaciones Profundas*. Si la cimentación profunda propuesta no cumple con los límites establecidos en cuanto a asentamientos inmediatos y a largo plazo, expansiones inmediatas y a largo plazo, así como a emersiones, será necesario ajustar las dimensiones iniciales y en algunos casos definir con precisión el procedimiento constructivo. Se realizará nuevamente el análisis del estado límite de servicio, repitiendo el proceso hasta que se cumpla con los límites establecidos.
- E.1.2.** Si durante la revisión del estado límite de servicio se determina que la cimentación profunda propuesta no es viable, se seleccionará otro tipo de cimentación profunda de acuerdo con lo indicado en las Fracciones D.2. y D.3. de esta Norma y se revisará su estado límite de servicio como se indica en el inciso anterior.

E.2. ESTADO LÍMITE DE FALLA

E.2.1. Capacidad de carga

Una vez que la cimentación propuesta haya cumplido con el estado límite de servicio a que se refiere la Fracción E.1. de esta Norma, se realizará la revisión del estado límite de falla de acuerdo con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-8-02-003, *Determinación de la Capacidad de Carga del Subsuelo o Roca y Revisión del Estado Límite de Falla de Cimentaciones Profundas*.

E.2.2. Modificación de las dimensiones preliminares

Si la presión máxima transmitida por la cimentación profunda al material de desplante es mayor que la carga última o admisible a la que se refiere la Norma N-PRY-CAR-8-02-003, *Determinación de la Capacidad de Carga del Subsuelo o Roca y Revisión del Estado Límite de Falla de Cimentaciones Profundas*, será necesario ajustar las dimensiones de la cimentación y repetir este proceso hasta que la presión máxima transmitida sea menor que la carga última o admisible del material de desplante.

E.2.3. Alternativas en viaductos cuando se intente evitar excavaciones grandes

Se analizarán diferentes profundidades respecto al cabezal de los pilotes o de la ubicación de la losa de unión, con el objetivo de tomar en cuenta los riesgos inherentes a la excavación necesaria para alcanzar el nivel de la losa de unión. Estos riesgos pueden ser los siguientes:

- Accidentes por caídos durante la construcción.
- Deslizamientos de tierra hacia la excavación durante la construcción o durante la vida útil de la estructura.

F. DIMENSIONES PARA FINES DE DISEÑO ESTRUCTURAL

Una vez que la cimentación profunda propuesta haya cumplido con los estados límite de servicio y de falla conforme con lo indicado en la Cláusula E. de esta Norma, se utilizarán las dimensiones preliminares determinadas para iniciar el análisis y diseño estructural de la cimentación como se indica en la Norma N-PRY-CAR-8-02-005, *Análisis y Diseño Estructural de Cimentaciones Profundas*.

G. BIBLIOGRAFÍA

American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTO]. (2002). *Standard Specifications for Highway Bridges*. 17th Edition.

American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTO]. *LRFD Bridge Design Specifications. Customary U.S. Units*. 7th Edition, with 2015 Interim Revisions.

Bowles J. E. (1996). *Foundation Analysis and Design*. 5th Edition.

Juárez Badillo E. y Rico Rodríguez A. (2002). *Mecánica de Suelos Tomo II*. 2da. Edición.

Peck R. B., Hanson W. E. y Thornburn T. H. (2004). *Ingeniería de Cimentaciones*. 2da. Edición.

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Publicado en el Diario Oficial de la Federación en 2004 y Normas Técnicas Complementarias en 2017.

Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos (1983). *Manual de Diseño y Construcción de Pilas y Pilotes*. Ciudad de México.

Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica (2017). *Ingeniería de Cimentaciones Profundas, Tomo I*. Ciudad de México.

Tomlinson M. J. (2012). *Foundation Design and Construction*.

Meyerhof, G.G, and Hanna, A.M. (1978). *Ultimate Bearing Capacity of Foundations on Layered Soils Under Inclined Load*. Canadian Geotechnical Journal, 15, pp. 565-572.

Meyerhof, G.G. (1976). *Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations*. Journal of the Geotechnical Engineering Division, Vol. 102, No GT8, ASCE.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias, Benito Juárez, 03240

Ciudad de México

www.gob.mx/sct