

# Curso de Cimentaciones Profundas

## CIMENTACIONES PROFUNDAS

Las cimentaciones profundas se utilizan por varias razones, que discutiremos a continuación:

1. Cuando el terreno no posee la resistencia suficiente al esfuerzo cortante por ser muy suave, se buscan estratos mas resistentes a mayor profundidad, claro esta sin descuidar el factor económico.
2. Cuando el edificio es muy masivo y las presiones a transmitir son grandes y rebasan la capacidad resistiva del terreno para ser cimentado sobre una losa de cimentación.
3. También suelen utilizarse las cimentaciones profundas en suelos muy arcillosos o arcillas expansivas muy potentes, es decir de gran espesor. En este caso se recurre al uso de pilotajes por fricción.

Las cimentaciones profundas por pilotes son especiales en el caso de puentes sobre ríos caudalosos o en zonas pantanosas e, inclusive se han utilizado con mucho éxito en la construcción de plataformas petroleras.

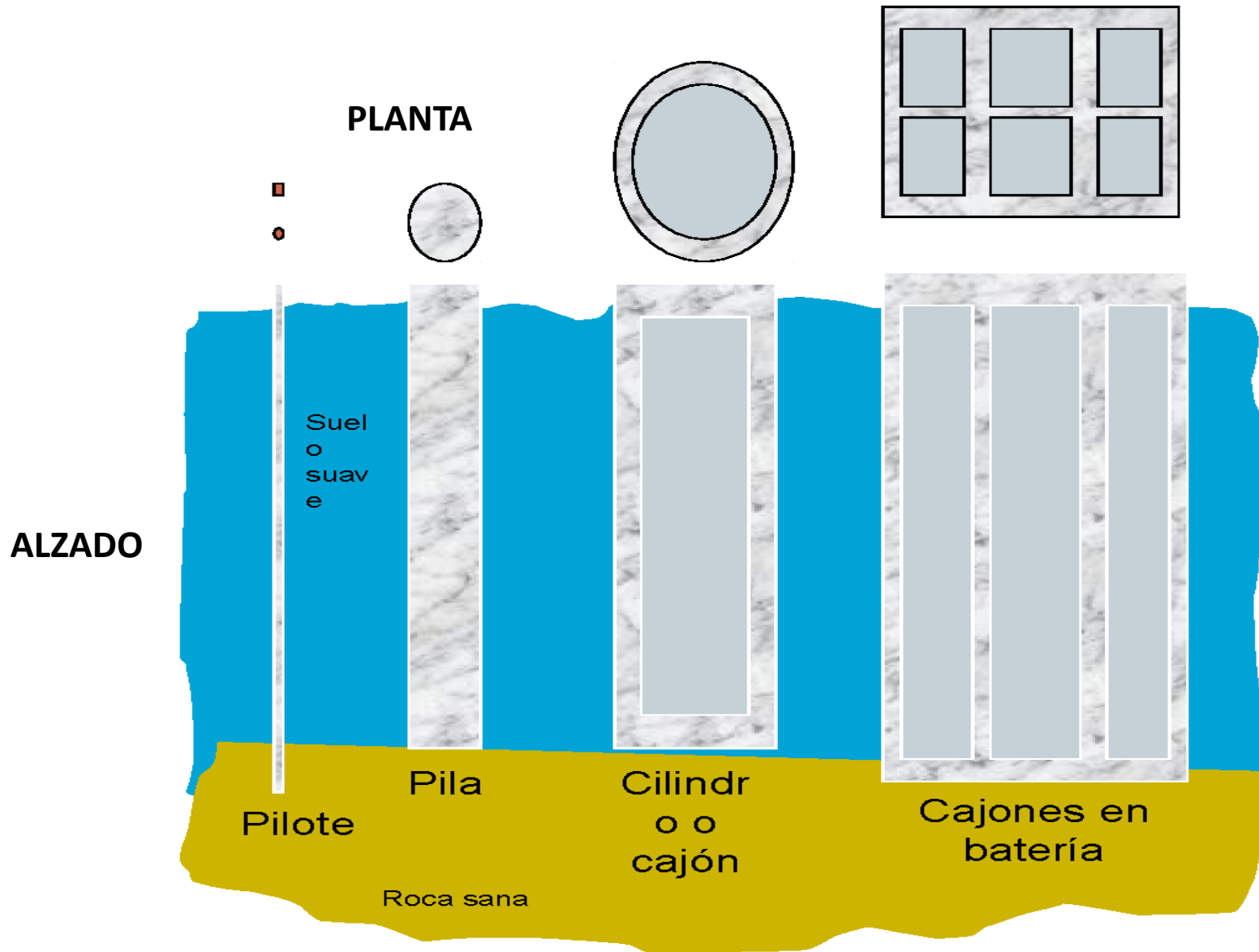
Las cimentaciones profundas suelen ser de varios tipos entre ellas se cuentan:

1. Pilotes.-Son estructuras generalmente de concreto reforzado, pero pueden ser de perfiles de acero e incluso de maderas de cedro encino o pino simplemente. Son elementos muy esbeltos y su sección transversal n es mayor de 1,20 mts, los mas comunes son de concreto reforzado circulares con diámetros de 30 a 60 cms.

2. Pilas.-Cuando los elementos de soporte son de secciones mayor de 120 cms pero no exceden de su doble, se denominan pilas y pueden ser de sección circular, ovoidea y rectangulares. Son comunes las pilas de los puentes viales, mismas que siempre son de concreto reforzado.

3. Cilindros o Cajones.- Son elementos de concreto reforzado que se construyen huecos por cuestiones económicas y de peso, sus diámetro suele variar entre 3.00 y 6.00 metros. Se llaman cilindros cuando su sección es circular y cajones cuando con paralelepípedos. Estos pueden trabajar simples o en batería.

# Tipos de cimentaciones profundas





### **1.3.3. Cajones de cimentación.**

Existen diversas tipologías de cimentaciones mediante cajones.

Los cajones indios consisten en la hinca de un cajón con su borde inferior biselado o con forma de cuchilla que se va construyendo a medida que progresa la excavación del material que va quedando encerrado en su interior. Este método ha quedado bastante en desuso debido a los pilotes de gran diámetro que son más sencillos de construir. Solamente se puede realizar en terrenos blandos.

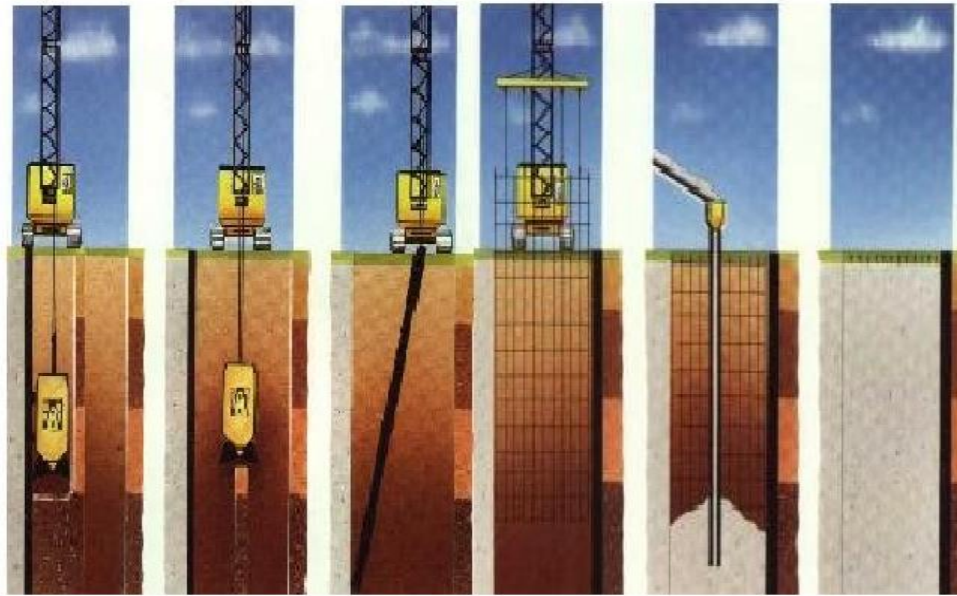
Los cajones de aire comprimido surgieron al encontrarse con terrenos a excavar muy permeables o flojos debido al posible sifonamiento. Mediante la inyección de aire comprimido se evita el desmoronamiento de las paredes. Mediante este método es posible el acceso directo al fondo para vencer ciertos obstáculos durante el proceso de hinca.

Finalmente existen los cajones cerrados que habitualmente se construyen en seco y se transportan por flotación hasta el lugar de colocación, donde se rellenan y se hunden. El proceso, como se puede apreciar, es exactamente igual al empleado para la construcción de los muelles de los puertos.

Los cajones o sótanos se deben diseñar para permitir que la subestructura se use en varios propósitos como bodegas de almacenaje o estacionamientos subterráneos: éstos requieren de áreas razonablemente largas del piso sin paredes muy cercanas o columnas, el piso, por lo general, debe consistir de una losa o de vigas y losas de una construcción absolutamente pesada para dar el grado de rigidez requerido.

Los métodos de construcción de cajones son:

- Excavación con lados inclinados.
- Excavación soportada por madera o placas apiladoras.
- Excavación soportada por un muro de diafragma de concreto reforzado construido previo a la excavación principal.
- Muro de pilotes barrenados construido previo a la excavación principal.



## Las pilas

son elementos de cimentación profunda con secciones mayores que la del los pilotes, las cuales también transmiten al subsuelo las cargas provenientes de una estructura y de la misma cimentación con el propósito de lograr la estabilidad del conjunto.



Las pilas

son elementos de cimentación profunda con secciones mayores que la del los pilotes, las cuales también transmiten al subsuelo las cargas provenientes de una estructura y de la misma cimentación con el propósito de lograr la estabilidad del conjunto.

## ***CARCTERISTICAS:***

-Las pilas se fabrican directamente en el subsuelo por los que se les conoce como elementos fabricados in situ

-Las pilas pueden fabricarse prácticamente de cualquier material, siendo los más utilizados la grava, la cal, el mortero, y el concreto armado. Siendo las características de los estratos del subsuelo, así como las condiciones del agua subterránea, definirán el material que deberá emplearse para la fabricación de las pilas.

-La sección utilizada con mayor frecuencia es la circular, cuyo diámetro no debe de ser menor a 60cm pudiendo llegarse a especificar un diámetro hasta de 300cm

-Existen pilas que se diseñan con secciones rectangulares, "T" y "H"

## **USOS Y APLICACION:**

Construcción de muros pantalla.

La estabilidad del puente, excavados a profundidades considerables que puedan aguantar mayor número de cargas y nos permitan distanciar los apoyos del puente.

La maquinaria para su construcción ha de ser de mayor volumen para conseguir los rendimientos adecuados.



## **PROCESO CONSTRUCTIVO:**

El procedimiento constructivo es similar a los de los pilotes.

El último método consiste en excavar las pilas con máquinas perforadoras provistas con barrenos.



Estas excavan hasta lugares donde el suelo lo permita sin derrumbarse



Cuando se alcanza la profundidad necesaria o se llega a un estrato cohesivo, se detiene la excavación y se inserta un tubo llamado camisa (o ademe).



Este tubo permite seguir excavando y evitar que el suelo se derrumbe dentro de la excavación.



Se introduce el refuerzo,



Por último se funde el concreto recordando retirar la camisa.



Los pilotes se utilizan con varios fines, entre ellos están:

1. Para transmitir las cargas de los edificios a mayor profundidad hasta los estratos de suelos mas resistentes, conociéndose estos como pilote de punta..
2. Transmitir la carga al mismo suelo blando porque por fricción garantice la estabilidad de las estructuras
3. Proporcionar el anclaje adecuado a ciertas estructuras (como tablestacados) o resistir fuerzas laterales ( caso de pilas de puentes) ya sean de suelo u otro material.
4. Aumentar las fuerzas resistivas a varias estructuras a fin de contrarrestar los momentos de volcadura o fuerzas de deslizamiento ( caso de muros de contención, cisternas y edificios cerca de taludes).
5. Evitar los efectos de la erosión o socavación como en pilas de puentes, en muelles o atracaderos.
6. Proteger estructuras marítimas como plataformas, muelles.

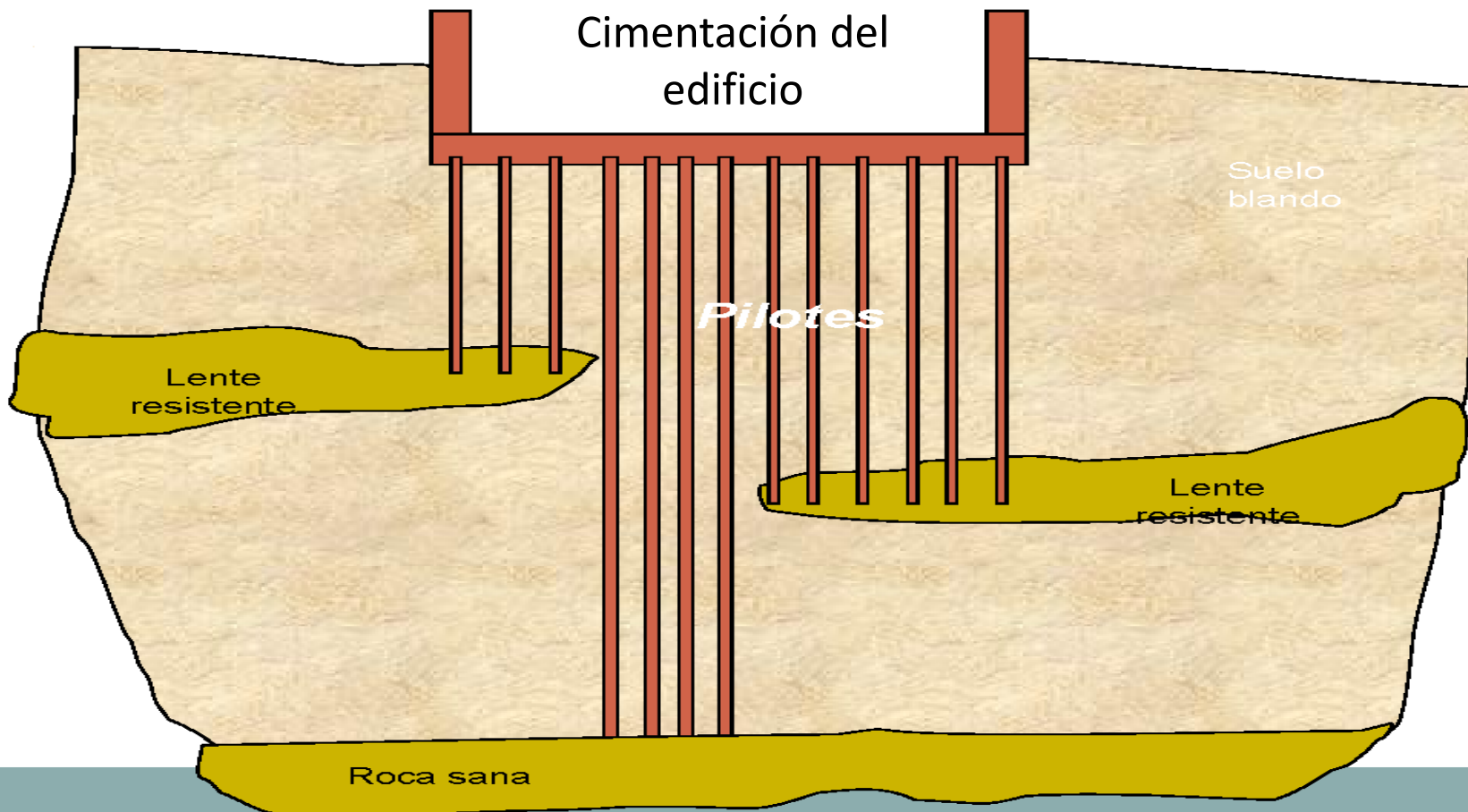
De acuerdo a la forma en que trabajaran, es decir, como transmitirán las cargas al terreno, los pilotes se clasifican como:

1. Pilotes de punta.-estos son hincados a una profundidad en la cual se incrustan en un estrato resistente, transmitiendo las cargas del edificio en este estrato.
2. Pilote de fricción.-Estos son aquellos que transmiten la carga al mismo estrato sobre el que están hincados, mediante la fricción que se genera entre el pilote y el suelo que lo rodea.
3. Pilote mixto.-Estos pilotes transmiten una parte de la carga por punta y la carga restante se distribuye por fricción sobre el suelo.

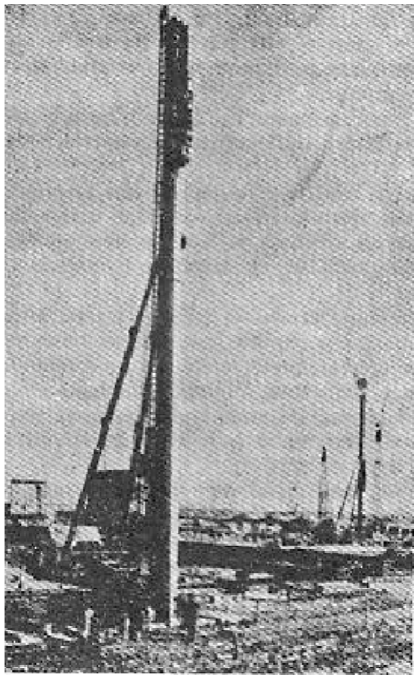
Cuando las condiciones y estratigrafía del lugar lo permita, los pilotes de punta siempre deberán ser los primeros en seleccionarse, ya que son las mas seguros puesto que al transmitir las cargas a mayor profundidad, el edificio no experimentara inclinaciones ni asentamientos fuertes y su estabilidad será mayor.



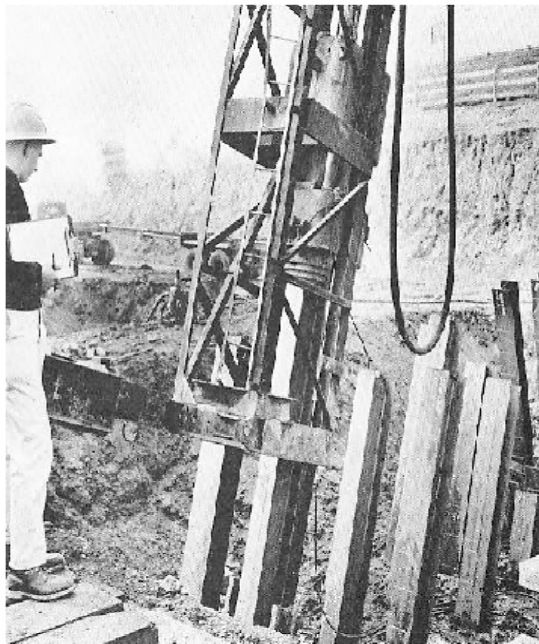
En la figura se ilustra la existencia de lentes de material resistente, en los que apoyan algunos pilotes y otros descansan en el estrato de roca sana mas abajo. En esta distribución, es de esperarse que con el tiempo las lentes de material firme junto con los pilotes que soportan y parte del edificio experimenten un descenso, pues las cargas inducidas provocaran que el suelo suave llegue a la fatiga propiciandoo la consolidación del suelo bajo las lentes indicadas. Esto provocara un hundimiento desigual en el edificio.





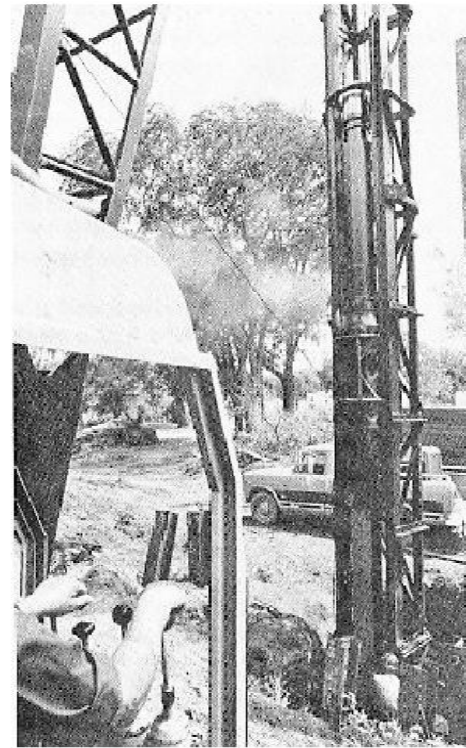


Los pilotes de concreto pueden ser prefabricados e hincados a golpes con maquina piloteadora ( llamada Martillo, como se ve en la foto) o hincados por presión neumática. Además los pilotes también pueden ser colados en el lugar, en una excavación realizada previamente.



Maquina martillo de presión de aire hincando pilotes de acero, perfiles HP

Maquina martillo  
de Diesel hincando  
pilotes de acero  
perfiles HP.



Martillo vibratorio  
hincando perfiles de  
acero para la  
construcción de una pila.

La capacidad de carga en pilotes, se determina comúnmente por varios criterios, entre los que se pueden mencionar los siguiente:

1. Criterio dinámico.- Se basa en la aplicación de formulas dinámicas en las cuales interviene la energía comunicada al pilote por el impacto del martillo de hinca. Se aplica exclusivamente a los pilotes de punta hincados al golpe.

La falla de este método consiste en ignorar la respuesta de los materiales al impacto, pues se desarrollan fuerzas resistentes viscosas y de inercia en el sistema pilote-suelo, debido a que la penetración tiene lugar durante un breve tiempo y, como sabemos estas fuerzas viscosas e inerciales no se presentan en el caso estático y hacen que la correlación entre la resistencia dinámica y la estática sea casi imposible de realizar. Por esto último, las formulas dinámicas no se recomiendan en ningún caso y no deben de utilizarse para el calculo de la capacidad de carga en pilotes.

2. Criterio empírico.- Se basa en la aplicación de formulas de capacidad de carga de pilotes a partir de criterios o experiencias locales. Muchas formulas son tales que adoptan factores de seguridad demasiado altos, lo que conduce a cimentaciones muy costosas y, por tal motivo, tampoco se justifica la estimación de la capacidad de carga de pilotes tomando en cuenta estos criterios.
-

3. Criterio estático.- En este la capacidad de carga del pilote se determina a partir de una teoría que valúe la capacidad de carga del suelo, a partir de ensayos de resistencia. En este criterio se exige que se tenga una completa exploración del suelo y se realicen los ensayos de laboratorio y en el lugar. A partir de estos resultados de laboratorio e "in situ", el ingeniero podrá utilizar alguna de las formulas ya indicadas en el capitulo cuatro de este mismo trabajo. Se debe de considerar un factor de seguridad del orden de 3 cuando las cimentaciones se calculen con las cargas vivas y muertas permanentes.

El mejor método para determinar la capacidad de carga de un pilote, es el realizar una prueba de carga en el lugar. Desgraciadamente no siempre se realiza por el costo y el tiempo que este tipo de ensaye requiere, sin embargo recomendamos que no se escatime esta recomendación dada la importancia y el costo del edificio.

Un aspecto que no debe pasarse por alto es la interpretación de los resultados de un ensaye de prueba, ya que este siempre se realiza sobre un solo pilote, cuando en realidad, el edificio esta desplantado sobre muchos de ellos y, la capacidad de carga de un conjunto de pilotes no es proporcional a la capacidad de carga del numero de pilotes hincados.

A través de un prueba de carga sobre un pilote, se puede obtener la siguiente información:

1. La capacidad de carga ultima por punta del pilote, para esto es necesario el realizar primero la excavación hincando un tubo hueco e introducir dentro de este ultimo el pilote e hincarlo sobre el estrato resistente, determinándose así la capacidad por punto del pilote.
2. La capacidad de carga por fricción lateral del pilote, es determinada cuando este se hinca sobre estratos potentes de arcilla blanda.



Los pilotes colados en el lugar son aquellos que se construyen en el sitio mediante el colado de concreto reforzado en una excavación previamente realizada. La capacidad de carga de los pilotes colados en el lugar se determina como se indico anteriormente para los pilotes prefabricados hincados al golpe.

Los pilotes de acero suelen ser perfiles tubulares de gran calibre o secciones HP. Las secciones tubulares se hincan en el terreno y posteriormente se rellenan de concreto cuando los perfiles alcanzan la profundidad de desplante. Pueden hincarse en suelos muy firmes en donde es difícil hincar los pilotes de concreto.