

Alcance

El propósito de el documento es diseñar y construir edificaciones de concreto reforzado para edificios de baja altura, de ocupación, número de pisos y área limitados.



Propósito

- ➔ **Estructuras de baja altura**
- ➔ **Se utilizan reconocidos modelos simplificados de resistencia y de dimensiones mínimas.**
- ➔ **Materiales y construcción están orientados al uso de aceros de grados de resistencia mínima y concretos de resistencia media.**
- ➔ **El documento es autónomo; por ello incluye cargas y procesos simplificados de análisis así como los requisitos de exploración geotécnica para la definición de la capacidad portante del terreno.**



Propósito

- ➔ **La resistencia sísmica se basa en el empleo de muros estructurales de concreto (muros de corte).**
- ➔ **Cumplimiento automático con los Códigos.**
- ➔ **Múltiples tablas y diagramas.**
- ➔ **Los requisitos se presentan en el orden que se necesitan a medida que se avanza en el diseño.**
- ➔ **¡Todo en un sólo documento!**



Contenido

INTRODUCCIÓN

- 1) **REQUISITOS GENERALES**
- 2) **DEFINICIONES Y NOMENCLATURA**
- 3) **DISPOSICIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL**
- 4) **CARGA**
- 5) **REQUISITOS GENERALES DEL CONCRETO REFORZADO**
- 6) **SISTEMAS DE PISO**
- 7) **LOSAS MACIZAS SOBRE VIGAS MAESTRAS, VIGAS, VIGUETAS O MUROS DE CONCRETO REFORZADO**



... Contenido

- 8) **VIGAS MAESTRAS, VIGAS Y VIGUETAS**
- 9) **SISTEMAS LOSA-COLUMNA**
- 10) **COLUMNAS**
- 11) **RESISTENCIA ANTE FUERZAS LATERALES**
- 12) **MUROS DE CONCRETO REFORZADO**
- 13) **OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**
- 14) **CIMENTACIONES**
- 15) **PLANOS Y ESPECIFICACIONES**
- 16) **CONSTRUCCIÓN**
- 17) **NORMAS Y DOCUMENTOS REFERENCIADOS**



ais

1904 2004



Concrete — A Century of Innovation

Acuerdo de Cooperación Internacional

Requisitos Esenciales para Edificaciones de Concreto Reforzado Capítulo 14 - Cimentaciones

Augusto Espinosa Silva

Ingeniero Civil Universidad Nacional, Bogotá

MSc University of Illinois at Urbana-Champaign

Socio fundador Areas Ltda., Ingenieros Consultores, Bogotá, Colombia



CAPÍTULO 14 — CIMENTACIONES

- 14.1 EXPLORACIÓN DE LOS SUELOS
- 14.2 ESFUERZOS ADMISIBLES NO MAYORADOS EN EL SUELO
- 14.3 CRITERIO DE ASENTAMIENTOS
- 14.4 DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA CIMENTACIÓN
- 14.5 ZAPATAS AISLADAS
- 14.6 ZAPATAS DE MUROS
- 14.7 ZAPATAS COMBINADAS
- 14.8 PILOTES Y CAISSONS
- 14.9 ZAPATAS SOBRE PILOTES
- 14.10 LOSAS DE CIMENTACIÓN
- 14.11 MUROS DE CONTENCIÓN
- 14.12 VIGAS DE CIMENTACIÓN
- 14.13 LOSAS SOBRE EL TERRENO



14.1.3 - Estudio de suelos

- Localización
- Topografía local
- Estratigrafía
- Nivel freático
- Nivel de la superficie
- Condiciones locales que requieren consideraciones especiales tales como: resistencia de los suelos, compresibilidad, potencial de expansión, comentarios sobre colapsibilidad, potencial de licuación e historia local del comportamiento de construcciones típicas.



Capacidad portante

➔ Suelos granulares

➔ De ensayo de penetración estándar (SPT) en kN/m^2

$$q_a = 11 \cdot N$$

➔ De ensayo de penetración de cono (CPT) en kN/m^2

$$q_a = 0.027 \cdot q_c$$



Capacidad portante

➔ Suelos cohesivos

➔ De compresión inconfiada en kN/m^2

$$q_a \approx q_u = 2 \cdot s_u$$

➔ De ensayo de penetración estándar (SPT) en kN/m^2

$$q_a = 12.5 \cdot N$$

➔ De ensayo de penetración de cono (CPT) en kN/m^2

$$q_a = \frac{q_c}{12}$$



Capacidad portante promedio

Tabla 14.1 — Capacidades portantes no mayoradas máximas admisibles

| Suelo | Capacidad portante |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| | q_a ($kPa = kN/m^2$) |
| Suelo aluvial | ≤ 50 |
| Arcilla blanda | 100 |
| Arcilla firme | 200 |
| Arcilla húmeda | 200 |
| Arcilla y arcilla mezcladas | 200 |
| Arcilla fina seca (compacta) | 300 |
| Arcilla dura | 400 |
| Arcilla gruesa seca (compacta) | 400 |
| Arcilla y grava mezcladas (compacta) | 500 |
| Grava (compacta) | 600 |
| Roca blanda | 800 |
| Luzña o pizarra dura | 1000 |
| Roca media | 1500 |
| Roca dura | 4000 |



14.5- ZAPATAS AISLADAS

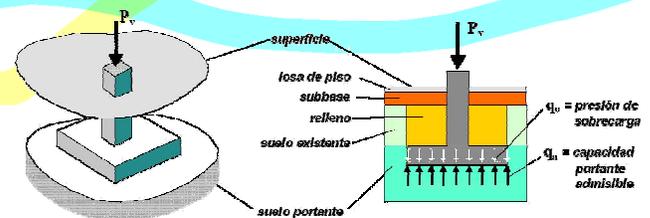


Fig. 14.1 — Fuerzas que actúan sobre la zapata



14.5.3 - Requisitos dimensionales

- 14.5.3.1 — **Forma en planta.** Las zapatas aisladas deben ser cuadradas o rectangulares en planta.
- 14.5.3.2 — **Simetría** — El muro o la columna sobre una zapata aislada debe estar ubicada sobre el centroide del área de la zapata. Este requisito puede ignorarse si los momentos inducidos y los esfuerzos adicionales en el suelo cumplen las restricciones impuestas en 14.5.7.
- 14.5.3.3 — **Profundidad mínima del suelo portante.** La distancia vertical mínima desde la superficie hasta el fondo de la zapata (interfase suelo-zapata) debe ser 1 m.
- 14.5.3.4 — **Área mínima de la zapata.** La menor dimensión en planta debe ser 1 m.
- 14.5.3.5 — **Espesor mínimo de la zapata.** La altura de la zapata por encima del refuerzo inferior no debe ser menor de 150 mm.



... 14.5- ZAPATAS AISLADAS

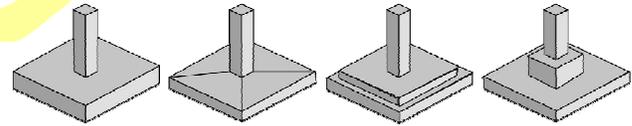


Fig. 14.2 — Tipos de zapatas aisladas



14.5.4 - Detalles del refuerzo

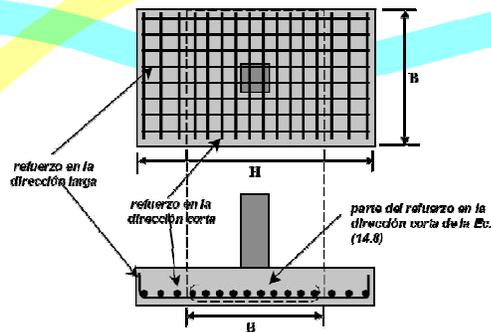


Fig. 14.3 — Distribución del refuerzo en zapatas rectangulares aisladas



14.5.4.11 - Detalles para la transferencia de fuerzas de la columna o muro a la zapata

- El esfuerzo de contacto en el concreto no debe exceder la resistencia al aplastamiento del concreto dada en 5.14 en cada una de las superficies.
- El refuerzo entre la columna y la zapata debe ser adecuado para transmitir todas las fuerzas de compresión que excedan la resistencia al aplastamiento del concreto de cada elemento.
- El refuerzo longitudinal de la columna debe terminar en un gancho estándar y debe ser capaz de desarrollar la distancia de anclaje de 5.8.3. El refuerzo vertical del muro debe tener la longitud embebida de 5.8.1.
- Si se esperan levantamiento de la zapata toda la tensión debe transmitirse a través de la interfase por refuerzo vertical únicamente.
- Si se emplea un pedestal, el refuerzo vertical (incluyendo el refuerzo de la columna) en el pedestal no debe ser menor de 0.005 veces el área bruta de concreto y debe tener estribos de acuerdo con 10.4.3.2.



14.5.5.7 - Resistencia requerida por cortante simple

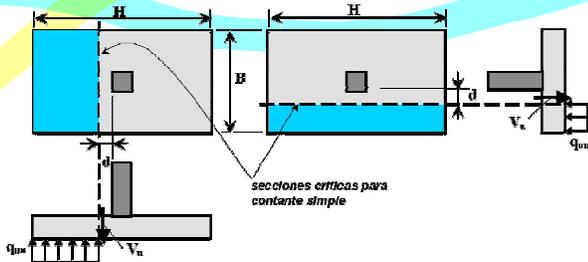


Fig. 14.4 — Áreas aferentes para cortante simple



14.5.6.1 - Secciones críticas por resistencia a flexión.

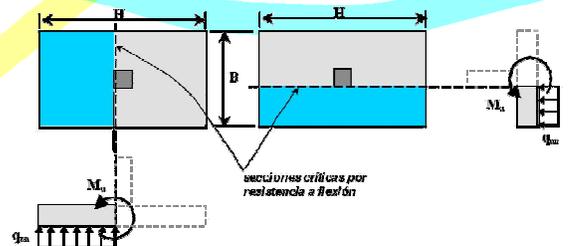


Fig. 14.6 — Secciones críticas por resistencia a flexión



14.5.6.2 - Resistencia requerida a flexión.

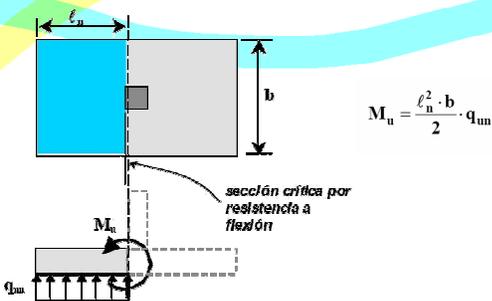


Fig. 14.6 — Obtención de la resistencia requerida a flexión



14.5.7.3 - Verificación del levantamiento

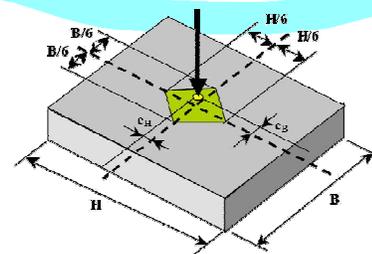


Fig. 14.7 — Localización de la resultante para evitar el levantamiento de la zapata



14.6.2.2 - Cortante simple

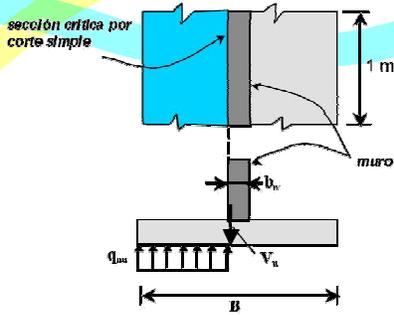
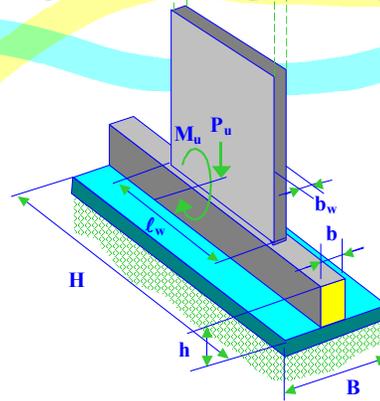


Fig. 14.9 — Cortante simple en zapatas de muro



14.6 - ZAPATAS DE MUROS



...14.6 - ZAPATAS DE MUROS

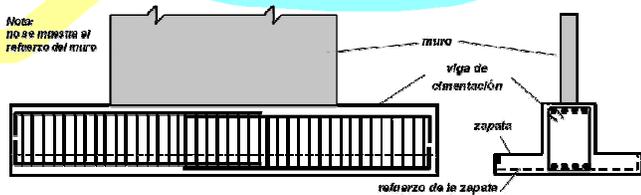


Fig. 14.11 — Refuerzo de zapata de muro y viga de cimentación



14.7 - ZAPATAS COMBINADAS

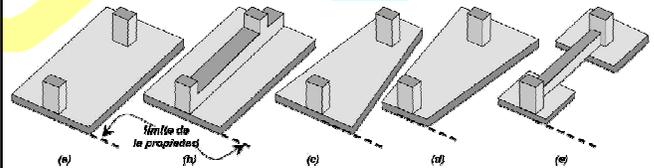


Fig. 14.12 — Tipos de zapatas combinadas



14.7.2.1 - Reacción y dimensiones generales.

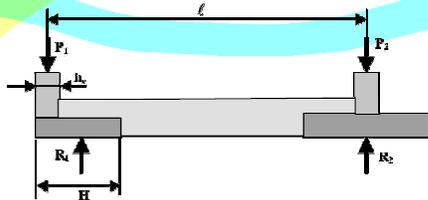


Fig. 14.13 — Definición de las fuerzas, reacciones y dimensiones generales de una zapatas combinada

$$R_1 = \frac{2 \cdot P_1 \cdot \ell}{2 \cdot \ell + h_c - H}$$

$$R_2 = P_1 + P_2 - R_1$$



14.7.2.3 - Diseño de la viga

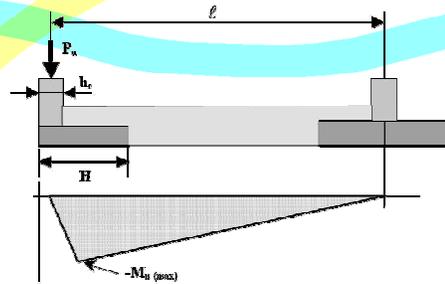


Fig. 14.14 — Variación del momento para vigas de cimentación en zapatas combinadas

$$V_u = P_u \cdot \frac{H - h_c}{2 \cdot \ell + h_c - H}$$

$$M_u^- = \frac{P_u}{2} \cdot (H - h_c)$$



14.11.6 - Presión lateral mínima de suelos

Tabla 14.3 — Presión lateral activa mínima de diseño ($\gamma \cdot K_a$)

| Descripción el material de relleno | Clasificación unificada del suelo | Presión activa de diseño (kN/m' por metro de profundidad) |
|--|-----------------------------------|---|
| Arenas y gravas | | |
| Gravas bien gradadas, limpias; mezclas de grava y arena | GW | 8.0 |
| Gravas mal gradadas, limpias; mezclas de grava y arena | GP | 8.0 |
| Gravas limosas, mezclas de grava y arena mal gradadas | GM | 8.0 |
| Gravas arcillosas, mezclas de grava y arcilla mal gradadas | GC | 7.5 |
| Arenas limpias bien gradadas; mezcla de arenas con grava | SW | 8.0 |
| Arenas limpias mal gradadas; mezcla de arenas con grava | SP | 8.0 |
| Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal gradadas | SM | 7.5 |
| Limos y arcillas | | |
| Arenas limosas o arcillosas con limos plásticos | SM-SC | 13.5 |
| Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla mal gradadas | SC | 13.5 |
| Limos inorgánicos y arcillas limosas | ML | 13.5 |
| Mezcla de limos inorgánicos y arcillas | ML-CL | 13.5 |
| Otros tipos de suelos | | |
| Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media | CL | 18.0 |
| Limos orgánicos y arcillas limosas, baja plasticidad | OL | No debe utilizarse |
| Limos arcillosos inorgánicos, limos plásticos | MH | utilizarse como material de relleno |
| Arcillas inorgánicas de alta plasticidad | CH | |
| Arcillas orgánicas y arcillas limosas | OH | |



14.11.7 - Presión lateral en el muro de contención

- 14.11.7.1 — Muros de contención sin restricción lateral en su extremo superior.

$$p_z = \gamma \cdot K_a \cdot z$$

- 14.11.7.2 — Muros de contención restringidos lateralmente en su extremo superior.

$$p_z = \gamma \cdot K_0 \cdot z$$



14.11.8 - Tipos de muros de contención

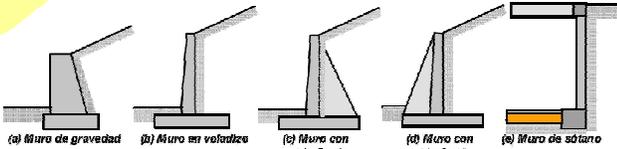


Fig. 14.18 — Tipos de muros de contención



14.11.12 - Requisitos por flexión

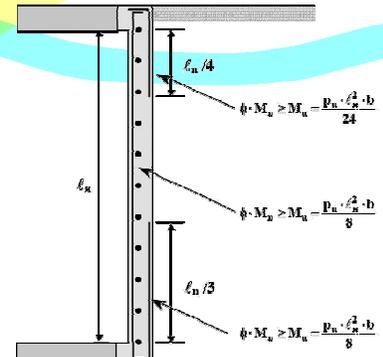


Fig. 14.19 — Momentos de diseño y refuerzo en muros de sótano



14.12 - VIGAS DE CIMENTACIÓN

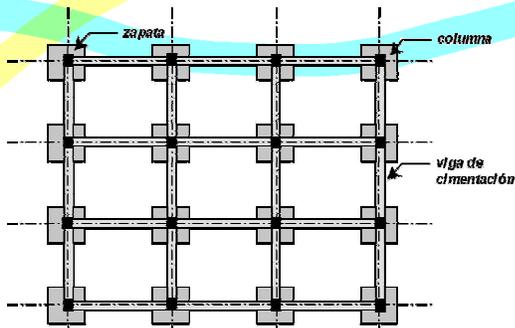


Fig. 14.20 — Entramado de vigas de cimentación



14.12.1.2 - Función

- ➔ Permiten la redistribución de las cargas en las zapatas reduciendo la posibilidad de asentamientos diferenciales y haciendo así más uniforme el asentamiento global de la estructura.
- ➔ Sirven como vínculo entre zapatas combinadas (14.7) lo que les permite absorber el momento causado por zapatas excéntricas o los momentos transmitidos por la columna a la zapata.
- ➔ Ayudan en la transmisión de los esfuerzos del suelo debidos a los momentos en los muros.
- ➔ En zonas sísmicas conforman un diafragma al nivel de la cimentación inhibiendo los movimientos horizontales diferenciales entre columnas y muros.

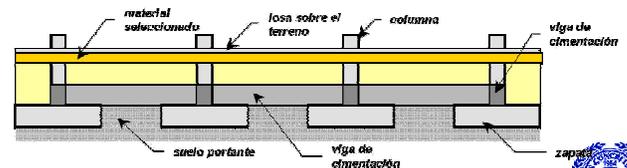


Fig. 14.21 — Localización de vigas de cimentación



