



Diseño de estructuras de concreto armado. Tomo II

Autor: Ing. Juan Emilio Ortega García

© Derechos de autor registrados:

[Empresa Editora Macro EIRL](#)

© Derechos de edición, arte gráfico y diagramación reservados:

[Empresa Editora Macro EIRL](#)

Jefe de edición:

Cynthia Arestegui Baca

Coordinación de edición:

Magaly Ramon Quiroz

Diseño de portada:

Alejandro Marcas León

Corrección de estilo:

Magaly Ramon Quiroz

Diagramación:

Paul Escobar Tantaleán

Edición a cargo de:

© [Empresa Editora Macro EIRL](#)

Av. Paseo de la República N.° 5613, Miraflores, Lima, Perú

☎ Teléfono: (511) 748 0560

✉ E-mail: proyectoeditorial@editorialmacro.com

🌐 Página web: www.editorialmacro.com

Primera edición: enero de 2015

Primera reimpresión: julio de 2015

Tiraje: 1000 ejemplares

Impresión

Talleres gráficos de la Empresa Editora Macro EIRL

Jr. San Agustín N.° 612-624, Surquillo, Lima, Perú

ISBN N.° 978-612-304-252-3

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.° 2015-09519

Prohibida la reproducción parcial o total, por cualquier medio o método, de este libro sin previa autorización de la Empresa Editora Macro EIRL.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. CIMENTACIONES	13
1.1 Cargas de diseño en cimentaciones.....	14
1.1.1 Profundidad mínima de cimentación	14
1.1.2 Capacidad portante o resistente de suelos.....	15
1.2 Tipos de cimentaciones	15
1.3 Zapatas aisladas.....	15
1.3.1 Zapatas aisladas y centradas	17
1.3.2 Zapatas excéntricas	28
1.4 Zapatas corridas	32
1.5 Zapatas combinadas	33
1.6 Zapatas conectadas.....	43
1.7 Losas de cimentación.....	46
1.8 Cimentaciones con pilotes.....	51
1.9 Recomendaciones particulares del código CEB	59
1.9.1 Resistencia al corte.....	59
1.9.2 Resistencia local al corte.....	61
1.9.3 Refuerzos secundarios.....	61
1.10 Diseño de cabezales de acuerdo a los criterios del código ACI.....	62
1.10.1 Verificación del corte y el punzonado	62
1.11 Requisitos especiales para miembros a flexión de gran altura	65
1.11.1 Notación	65
1.11.2 Requisitos especiales para miembros a flexión de gran altura.....	66
1.11.3 Observaciones	68

CAPÍTULO 2. MUROS DE CONTENCIÓN 75

2.1 Muros de gravedad 75

2.2 Muros en voladizo 82

 2.2.1 Estabilidad de muros 82

2.3 Muros de contrafuerte 88

2.4 Muros de contención para puentes 91

2.5 Muros de sótano 92

2.6 Tablestacas 93

 2.6.1 Tablestacas con cables de anclaje 98

CAPÍTULO 3. ESCALERAS 101

3.1 Dimensionamiento de escaleras y cargas según las normas vigentes 101

3.2 Tipos de escaleras 103

 3.2.1 Escalera de un solo tramo 103

 3.2.2 Escalera de dos tramos 104

 3.2.3 Escalera ortopoligonales 112

 3.2.4 Escaleras apoyadas transversalmente 117

 3.2.5 Escaleras autoportantes 121

 3.2.6 Escaleras helicoidales 134

CAPÍTULO 4. CORTE-FRICCIÓN Y BRAQUETES O CONSOLAS 147

4.1 Corte-fricción 147

4.2 Diseño, reglamentación y detallamiento de braquetes, consolas
 o ménsulas según el código ACI 152

CAPÍTULO 5. LOSAS ARMADAS EN DOS SENTIDOS.....	159
5.1 Control de deflexiones y cálculo del espesor mínimo de la losa según el ACI-11	159
5.2 Espesores mínimos para losas armadas en dos direcciones	159
5.3 Definiciones.....	166
5.3.1 Corte en losas armadas en dos sentidos	168
5.3.2 Transferencia de momento en uniones losa-columna	168
5.3.3 Notación para ACI-11	170
5.3.4 Recomendaciones especiales para losas y zapatas.....	172
5.3.5 Transferencia de momentos en conexiones losa-columna	173
5.4 Diseño de losas armadas en dos sentidos por el método directo.....	173
5.4.1 Generalidades.....	173
5.4.2 Diseño de la losa	175
5.4.3 Diseño preliminar.....	176
5.5 Método del pórtico equivalente.....	190
5.5.1 Pórtico equivalente.....	190
5.5.2 Vigas-losa.....	190
5.5.3 Columnas	191
5.5.4 Elementos torsionales	191
5.5.5 Disposiciones de la carga viva	191
5.5.6 Momentos mayorados	192
5.6 Propiedades de las vigas losas.....	193
5.7 Propiedades de columnas	195

CAPÍTULO 6. TORSIÓN	197
6.1 Estribos recomendables.....	198
6.2 Tipos de momentos torsionales considerados	199
6.3 Diseño por torsión según ACI.....	201
6.4 Resistencia al momento por torsión	204
6.4.1 Otros requisitos del ACI a tenerse en cuenta	207

CAPÍTULO 7. MUROS	213
7.1 Diseño de muros como elementos a compresión	213
7.2 Diseño empírico de muros	217
7.3 Método general de diseño de muros.....	219
7.4 Diseño alternativo de muros esbeltos.....	223
7.5 Comportamiento de muros en voladizo	226
7.5.1 Muros altos con secciones transversales rectangulares.....	226
7.6 Diseño de muros de corte (pantallas) a flexión	226
7.7 Fallas por fisuración	227

CAPÍTULO 8. VIGAS DE GRAN PERALTE.....	235
8.1 Dimensionamiento de vigas y cargas según las normas vigentes	235
8.2 Diseño por cortante	237
8.3 Ejemplos de diseño	238
8.4 Modelo de puntales y tensores	243
8.5 Hipótesis para utilizar el método.....	243
8.6 Regiones B y D	244
8.7 Procedimiento de diseño por el modelo de puntal y tirante.....	250
Bibliografía	255

CIMENTACIONES

Las estructuras que se apoyan en el suelo, incluyendo edificios, puentes y represas, están formadas básicamente por dos partes. La parte superior (o superestructura) y la parte inferior (o cimentación). De esto se deduce que las cimentaciones son la parte de las estructuras que se encuentran entre la superestructura y el suelo (o roca) que le servirá de base o apoyo. La ingeniería de cimentaciones se conoce como el arte y la ciencia que trata de resolver los problemas de cimentaciones, aplicando criterios de ingeniería y los conocimientos de mecánica de suelos.

Las cimentaciones transmiten directamente las cargas de la estructura al suelo, por contacto directo, a través de columnas o muros, teniendo la cimentación la función de distribuir las cargas de tal forma que el suelo no sea sobrecargado, ni que sufra asentamientos mayores a los permitidos en el análisis estructural en estudio. En conclusión, el problema de diseño de cimentaciones requiere tener un conocimiento cabal del suelo soportante, y de la naturaleza y requerimientos de la superestructura, o interacción suelo-estructura o suelo-estructura-sismo.

Para asegurar un conocimiento del suelo en forma adecuada, es conveniente hacer pruebas y exploraciones en el laboratorio *in situ*; y de esta manera, luego de un adecuado procesamiento de los datos obtenidos, se podrá conocer las cargas que el suelo puede soportar en forma segura. Para fines de ingeniería, el terreno se clasifica generalmente en dos: rocas y suelos.

Las rocas están compuestas por acumulaciones de partículas unidas fuertemente, formando masas duras y frágiles.

Los suelos son formaciones de partículas separadas, no unidas rígidamente. Los espacios entre partículas son llenados por aire o agua.

No obstante, que en nuestro tratado se considere suelos de propiedades uniformes, el comportamiento de suelos heterogéneos en estratos más complejos se determinará por los mismos métodos de prueba y análisis.

Los suelos fallan, ya sea por corte o por asentamientos diferenciales. La capacidad portante permisible de suelos, es la intensidad máxima de carga neta que el suelo puede soportar, tomando en cuenta la capacidad portante, como la magnitud y tipo de asentamiento esperado, de acuerdo al acomodamiento que experimente la estructura.

1.1 Cargas de diseño en cimentaciones

Es necesario tener el conocimiento y criterio adecuados para decidir qué cargas deben tomarse en cuenta para el diseño de cimentaciones. Para estructuras de almacenamiento, como almacenes silos y tanques de agua; deberá, lógicamente, tomarse la carga total para la cual ha sido diseñada la superestructura con carga simultánea.

En otras estructuras deberá tomarse criterios de probabilidades para la ocurrencia de las cargas al mismo tiempo. En edificios industriales, cuando existen grandes cargas móviles, se diseña la zona específica de la estructura sometida a la peor conducción de cargas ubicadas en esa zona.

Cuando existan cargas horizontales temporales, tales como viento o sismo, se considerará el 100 % de las cargas verticales y el incremento de estas, debido a las fuerzas horizontales cuando excede el 25 % por este efecto, no así cuando no excede de esta cantidad, salvo que las especificaciones de diseño así lo indiquen.

Se considerará un factor de seguridad mínimo de 1.5 al levantamiento, y también 1.5 al volteo, a no ser que las especificaciones particulares de diseño del proyecto indiquen otros valores mayores.

1.1.1 Profundidad mínima de cimentación

Cuando la profundidad mínima de cimentación no fue determinada por consideraciones de capacidad portante o asentamiento, deberán tomarse en cuenta otros factores, los cuales determinarán este valor de profundidad mínima de cimentación.

En cimentaciones apoyadas en arcilla se recomienda una profundidad mínima de aproximadamente un metro; menores profundidades pueden sufrir movimientos, debido a agrietamientos por contracciones o por esponjamiento del suelo por efectos de cambios de humedad.

En caso de no permitir la cimentación ningún desplazamiento, se profundizará de 1.50 m a 1.80 m. Esto depende del tipo de arcilla. Los suelos tipo arenas arcilla o limos saturados sufren el fenómeno de congelamiento superficial, causando un hinchamiento por esta causa.

Estos efectos no son muy profundos y con unos 60 cm de profundidad de cimentación es suficiente, debiendo llegarse al metro cuando la capa freática o saturación llega a unos 60 cm de la superficie.

Cuando se comienza en suelos granosos o arenosos, se recomienda compactar la superficie en la que se apoyará la cimentación. No debe cimentarse en materiales orgánicos, turbas o fangos.