

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 315-2004-VIVIENDA  
DEL 14 DE DICIEMBRE**

**ESPECIFICACIONES NORMATIVAS PARA DISEÑO EN  
CONCRETO ARMADO EN EL CASO DE EDIFICACIONES CON  
MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA (EMDL)**

**1 MATERIALES**

- 1.1 La resistencia a la compresión del concreto en los EMDL, debe ser como mínimo  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , salvo en los sistemas de transferencia donde deberá usarse  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .
- 1.2 El diseño de mezclas para los muros de espesores reducidos, deberá tomar en cuenta las consideraciones de trabajabilidad.
- 1.3 El acero de las barras de refuerzo en los muros, deberá ser dúctil, de grado 60 siguiendo las especificaciones ASTM A615 y ASTM A706.
- 1.4 Se podrá usar malla electrosoldada corrugada con especificaciones ASTM A496 y A497 con las limitaciones indicadas en 2.2.

**2 DISEÑO DE MUROS**

- 2.1 El espesor mínimo de los muros de ductilidad limitada deberá ser de 0,10 m.
- 2.2 Se podrá usar malla electrosoldada como refuerzo repartido de los muros de edificios de hasta 3 pisos y, en el caso de mayor número de pisos, se podrá usar mallas sólo en los pisos superiores, debiéndose usar acero que cumpla con 1.3 en el tercio inferior de la altura.
- 2.3 En todos los casos el refuerzo concentrado en los extremos de los muros deberá ajustarse a lo indicado en 1.3.
- 2.4 Si se usa malla electrosoldada, para el diseño deberá emplearse como esfuerzo de fluencia, el valor máximo de  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- 2.5 En edificios de más de tres pisos, deberá proveerse del refuerzo necesario para garantizar una resistencia nominal a flexo compresión del muro por lo menos igual a 1,2 veces el momento de agrietamiento de su sección. Esta disposición podrá limitarse al tercio inferior del edificio y a no menos de los dos primeros pisos.

- 2.6 La profundidad del eje neutro, “c”, de los muros de ductilidad limitada deberá satisfacer la siguiente relación:

$$c < \frac{l_m}{600 \times \left(\frac{\Delta_m}{h_m}\right)}$$

Donde:

$l_m$  es la longitud del muro en el plano horizontal,

$h_m$  la altura total del muro y

$\Delta_m$  es el desplazamiento del nivel más alto del muro, correspondiente a  $h_m$ . y que debe ser calculado de acuerdo al artículo 16.4 de la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

Para el cálculo de “c” se deberá considerar el aporte de los muros perpendiculares (aletas) usando como longitud de la aleta contribuyente a cada lado del alma el menor valor entre el 10 % de la altura total del muro y la mitad de la distancia al muro adyacente paralelo. Deberá usarse el mayor valor de “c” que se obtenga de considerar compresión a cada lado del muro.

- 2.7 Cuando el valor de “c” no cumpla con lo indicado en el artículo 2.6, los extremos del muro deberán confinarse con estribos cerrados, para lo cual deberá incrementarse el espesor del muro a un mínimo de 0,15 m. Los estribos de confinamiento deberán tener un diámetro mínimo de 8 mm y un espaciamiento máximo de 12 veces el diámetro de la barra vertical, pero no mayor a 0,20 m.
- 2.8 Cuando de acuerdo a 2.6 no sea necesario confinar los extremos de un muro, el refuerzo deberá espaciarse de manera tal que su cuantía esté por debajo de 1 % del área en la cual se distribuye.
- 2.9 La fuerza cortante última de diseño ( $V_u$ ) debe ser mayor o igual que el cortante último proveniente del análisis ( $V_{ua}$ ) amplificado por el cociente entre el momento nominal asociado al acero colocado ( $M_n$ ) y el momento proveniente del análisis ( $M_{ua}$ ), es decir:

$$V_u \geq V_{ua} \left(\frac{M_n}{M_{ua}}\right)$$

Para el cálculo de  $M_n$  se debe considerar como esfuerzo de fluencia efectivo 1,25 fy

En la mitad superior del edificio podrá usarse 1,5 como valor máximo del cociente ( $M_n / M_{ua}$ )

2.10 La resistencia al corte de los muros, se podrá determinar con la expresión:

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = \phi (A_c \alpha \sqrt{f'c}) + \phi (A_c \rho_h f_y)$$

donde  $\phi = 0,85$ , "A<sub>c</sub>" representa el área de corte en la dirección analizada, "ρ<sub>h</sub>" la cuantía horizontal del muro y "α" es un valor que depende del cociente entre la altura total del muro "h<sub>m</sub>" (del suelo al nivel más alto) y la longitud del muro en planta **l<sub>m</sub>**

$$\text{si } \left( \frac{h_m}{l_m} \right) \leq 1,5 \quad \alpha = 0,8$$

$$\text{si } \left( \frac{h_m}{l_m} \right) \geq 2,5 \quad \alpha = 0,53$$

$$\text{si } 1,5 < \left( \frac{h_m}{l_m} \right) < 2,5 \quad \alpha \text{ se obtiene interpolando entre } 0,8 \text{ y } 0,53$$

El valor máximo de V<sub>n</sub> será  $V_n < 2,7 \sqrt{f'c} A_c$

2.11 El refuerzo vertical distribuido debe garantizar una adecuada resistencia al corte fricción ( $\phi V_n$ ) en la base de todos los muros.

La resistencia a corte fricción deberá calcularse como:

$$\phi V_n = \phi \mu (N_u + A_v f_y)$$

Donde la fuerza normal última (N<sub>u</sub>) se calcula en función de la carga muerta (N<sub>M</sub>) como  $N_u = 0,9 N_M$ , el coeficiente de fricción debe tomarse como  $\mu = 0,6$  y  $\phi = 0,85$ . Excepcionalmente cuando se prepare adecuadamente la junta se tomará  $\mu = 1,0$  y el detalle correspondiente se deberá incluir en los planos.

2.12 El refuerzo vertical de los muros deberá estar adecuadamente anclado, en la platea de cimentación (o en losa de transferencia), para poder desarrollar su máxima resistencia a tracción, mediante anclajes rectos o con gancho estándar de 90°; las longitudes correspondientes a ambos casos deberán estar de acuerdo a lo señalado en la NTE E.060 Concreto Armado.

2.13 Cuando excepcionalmente se decida empalmar por traslape todo el acero vertical de los muros de un piso, la longitud de empalme (**l<sub>e</sub>**) deberá ser como mínimo dos veces la longitud de desarrollo (**l<sub>d</sub>**), es

decir  $l_e = 2 l_d$ . En los casos de mallas electrosoldadas se deberá usar  $l_e = 3 l_d$ .

2.14 El recubrimiento del acero de refuerzo en los extremos de los muros deberá ser como mínimo de 2,5 cm. En los casos de elementos en contacto con el terreno se deberá incrementar el espesor del muro hasta obtener un recubrimiento mínimo de 4 cm.

2.15 La cuantía mínima de refuerzo vertical y horizontal de los muros deberá cumplir con las siguientes limitaciones:

*Si  $V_u > 0,5 \phi V_c$  entonces  $\rho_h \geq 0,0025$  y  $\rho_v \geq 0,0025$*

*Si  $V_u < 0,5 \phi V_c$  entonces  $\rho_h \geq 0,0020$  y  $\rho_v \geq 0,0015$*

*Si  $\frac{h_m}{l_m} \leq 2$  la cuantía vertical de refuerzo no deberá ser menor que la cuantía horizontal.*

Estas cuantías son aplicables indistintamente a la resistencia del acero.

### **3 DISEÑO DE LOSAS DE ENTREPISO Y TECHO**

3.1 Se podrá emplear malla electrosoldada para el diseño de las losas, debiéndose cumplir los espaciamientos máximos indicados en el Sección 11.5.4 de la NTE E.060 de Concreto Armado.

3.2 Se podrá emplear redistribución de momentos hasta en un 20 %, sólo cuando el acero de refuerzo cumpla con 1.3

### **4 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA**

4.1 En edificios con muros discontinuos pero que satisfacen los requerimientos del acápite 4.1.b de las especificaciones complementarias de diseño sismorresistente, el sistema de transferencia (parrilla, losa y elementos verticales de soporte) se deberá diseñar empleando un factor de reducción de fuerzas sísmicas (RST) igual al empleado en el edificio R dividido entre 1,5, es decir  $RST = R / 1,5$ .

4.2 En los edificios con muros discontinuos descritos en el acápite 4.1.e de las especificaciones complementarias de diseño sismorresistente, para todos los muros que descansan en el nivel de transferencia, se calcularán las resistencias nominales a flexión ( $M_n$ ) asociadas a cada valor de la carga axial,  $P_u$ . Los valores de  $M_n$  y  $P_u$  se

amplificarán por 1,2 y se usarán en las combinaciones de diseño usuales en las que se incluirán además las cargas directamente aplicadas en el nivel de transferencia.

## **5 DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN**

- 5.1 Cuando se decida emplear plateas superficiales de cimentación sobre rellenos controlados, se deberá especificar en los planos del proyecto la capacidad portante del relleno en la superficie de contacto con la platea, así como sus características (densidad mínima, profundidad, espesor, etc.).
- 5.2 Las plateas deberán tener uñas con una profundidad mínima por debajo de la losa o del nivel exterior, el que sea más bajo, de 0,60 m en la zona de los límites de propiedad y 2 veces el espesor de la losa en zonas interiores.