



## CAPITULO D.11 MUROS DIAFRAGMA

### D.11.1 – GENERALIDADES

**D.11.1.1 - ALCANCE** - Se consideran como muros diafragma aquellos muros continuos desde la cimentación hasta el nivel superior de la edificación, rodeados completamente por vigas y columnas de una estructura de concreto reforzado y que al estar en contacto pleno con ella la rigidizan de manera similar al efecto de diagonales concéntricas dentro de un pórtico con diagonales. Para que un muro pueda ser considerado como diafragma, aparte de lo anterior, se limita su denominación a los muros sin aberturas ni juntas, de manera que el diafragma sea de un solo cuerpo.

**D.11.1.2 - ANALISIS** – En el análisis estructural de estructuras que contengan muros diafragma, debe emplearse un modelo matemático adecuadamente sustentado con evidencia experimental previa, que tome en cuenta apropiadamente la interacción de los muros diafragma con el pórtico de concreto reforzado que los rodea. En ningún caso el modelo matemático puede suponer que la diagonal equivalente que simule el efecto del muro diafragma lleve esfuerzos de tracción

**D.11.1.3 – UNIDADES DE MAMPOSTERIA** - En la mampostería de muros diafragma se permite el empleo de unidades de mampostería de cualquier tipo que cumplan D 3 6 de estas normas.

**D.11.1.4 – ESPESOR MINIMO, APAREJO Y MORTERO** - Los requisitos establecidos en los Capítulo D.1 a D 5 de estas normas se consideran obligatorios en su totalidad. El espesor nominal mínimo del muro diafragma debe ser al menos de 120 mm. El aparejo debe ser trabado y el mortero de pega debe cumplir los requisitos de tipo M.

### D.11.2 - USOS DE LA MAMPOSTERIA DE MUROS DIAFRAGMA

**D.11.2.1 – LIMITACIONES AL USO** - Este tipo de construcción no se permite para edificaciones nuevas, y su empleo solo se permite dentro del alcance del Capítulo A.10, aplicable a la adición, modificación o remodelación del sistema estructural de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento, o en la evaluación de su vulnerabilidad sísmica. Cuando se realicen adiciones, modificaciones o remodelaciones del sistema estructural de edificaciones existentes que contengan muros diafragmas, la verificación y el diseño de estos elementos puede realizarse de acuerdo con los requisitos del presente Capítulo.

**D.11.2.2 – VALORES DE  $R_0$  A EMPLEAR** – El valor del coeficiente básico de capacidad de disipación de energía,  $R_0$ , a emplear en el diseño y verificación sismo resistente de edificaciones que contengan muros diafragma como parte del sistema de resistencia sísmica, en ningún caso puede ser mayor de 2.0 ( $R_0 \leq 2.0$ )

**D.11.2.3 – METODOLOGIA DE DISEÑO** – Los muros diafragma deben diseñarse empleando el método del estado límite de resistencia descrito en B 2 4, y se deben emplear las combinaciones de carga dadas allí.

### D.11.3 – REFUERZOS

**D.11.3.1** - La cantidad mínima de refuerzo interior, su disposición y su detallado debe corresponder al tipo de mampostería utilizado en el muro diafragma y a los requisitos de diseño y resistencia derivados de su función estructural.

### D.11.4 - REQUISITOS DE DISEÑO PARA MAMPOSTERIA DE MUROS DIAFRAGMA

**D.11.4.1 – COMPROBACIONES MINIMAS** - Los muros diafragma deben diseñarse para resistir los esfuerzos derivados de su interacción con los pórticos estructurales que restringen. Las condiciones de falla deben establecerse en valores de resistencia para los efectos más desfavorables sobre el muro entre los siguientes

- (a) Falla de cortante por tracción diagonal, de acuerdo a lo indicado en D 11 4.2.

- (b) Falla por aplastamiento diagonal, tomando para el efecto un área efectiva máxima de compresión igual a la quinta parte de la dimensión diagonal del muro multiplicada por su espesor efectivo, para lo cual se deben emplear los requisitos establecidos en el Capítulo D.5. El valor de la altura efectiva para efectos de pandeo,  $h'$ , debe ser igual a la dimensión diagonal del muro.

**D.11.4.2 – CORTANTE MAXIMO** - El muro diafragma puede tomar un cortante máximo que no debe exceder el siguiente valor:

$$V_u \leq 0.50v_m A_m \quad (D.11-1)$$

donde:

- $V_u$  = cortante horizontal solicitado al muro diafragma en N  
 $v_m$  = resistencia al cortante de la mampostería definida en la tabla D.11-1, en MPa  
 $A_m$  = área neta horizontal de la mampostería del diafragma (mm<sup>2</sup>)

En la definición del valor de  $v_m$  en estructuras existentes, no se pueden emplear valores mayores a los dados en la tabla D.11-1, a menos que se realicen ensayos experimentales, en una cantidad representativa estadísticamente, para definir un valor apropiado.

**Tabla D.11-1**  
**Valores máximos para  $v_m$  en muros diafragma (MPa)**

Unidades de mampostería	Valores de $v_m$
• Unidades macizas de concreto o arcilla	0.35
• Unidades de perforación vertical de concreto o arcilla	0.25
• Unidades de perforación horizontal de arcilla	0.15

**D.11.4.3 – COLUMNAS Y VIGAS DEL PORTICO ARRIOSTRADO** - Las vigas y las columnas del pórtico arriostrado por medio de los muros diafragma deben ser capaces de resistir las condiciones mas desfavorables establecidas en la interacción con los muros diafragma. La fuerza cortante de diseño en cada miembro no puede ser menor a la cuarta parte de la fuerza cortante establecida para el muro en la ecuación D.11-1, resistida en una zona igual al 25% de la longitud del miembro.

**D.11.4.4 – OTROS REQUISITOS** – El sistema estructural, en general, debe cumplir los requisitos indicados en el título A de estas normas. Además los pórticos de concreto reforzado deben cumplir los requisitos del título C de estas normas. En la ausencia del cumplimiento de algunos requisitos del Título C, se deben aplicar las prescripciones del Capítulo A.10 del Reglamento

**D.11.4.5 - CONSTRUCCION** - Los muros diafragma pueden construirse de manera previa, simultánea o posterior a los pórticos que los rodean. En la construcción previa o simultánea debe garantizarse que haya contacto pleno entre el muro y los elementos del pórtico, sin espacios que separen los entornos. En la construcción posterior, los bordes del muro deben llenarse con mortero apropiado, de manera que se garantice el contacto plano entre el pórtico y el muro diafragma.

## APENDICE D-1

# DISEÑO DE MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL POR EL METODO DE LOS ESFUERZOS DE TRABAJO ADMISIBLES

### D-1.0 - NOMENCLATURA

$A_e$	=	área efectiva de la sección transversal del elemento, mm <sup>2</sup> .
$A_{st}$	=	área del refuerzo longitudinal del elemento, mm <sup>2</sup> .
$A_v$	=	área del refuerzo a cortante, mm <sup>2</sup> .
$b$	=	ancho efectivo de una sección rectangular, mm.
$b_w$	=	ancho del alma del elemento, mm.
$d$	=	altura efectiva de la sección del elemento, mm.
$E$	=	efectos sísmicos reducidos.
$F_a$	=	esfuerzo admisible de compresión debido a carga axial, MPa.
$F_b$	=	esfuerzo admisible de compresión debido a flexión, MPa.
$F_s$	=	esfuerzo admisible en el refuerzo, MPa., o fuerzas sísmicas.
$F_t$	=	esfuerzo admisible de tracción debida a flexión, MPa.
$F_v$	=	esfuerzo admisible de cortante, MPa.
$f_a$	=	esfuerzo causado por la fuerza axial calculado con el área efectiva, MPa.
$f_b$	=	esfuerzo de compresión causado por la flexión calculado con el área efectiva, MPa.
$f'_m$	=	resistencia a la compresión de la mampostería, MPa.
$f_v$	=	esfuerzo cortante solicitado, MPa.
$f_y$	=	esfuerzo nominal de fluencia del refuerzo, MPa.
$h'$	=	altura efectiva del muro o columna, mm.
$j$	=	factor del brazo de palanca tracción-compresión, adimensional.
$M$	=	momento flector que actúa sobre la sección debida a la carga de servicio.
$P_a$	=	fuerza axial de compresión admisible, N.
$R$	=	coeficiente de capacidad de disipación de energía
$R_c$	=	coeficiente utilizado para tener en cuenta los efectos de esbeltez en elementos a compresión.
$s$	=	espaciamiento del refuerzo transversal en medida paralela al eje del elemento, mm.
$t$	=	espesor efectivo de la sección para evaluar efectos de pandeo, mm Véase D.5.4.2.
$V$	=	fuerza de cortante bajo cargas de servicio, N.

### D-1.1 - ALCANCE

D-1.1.1 – Se permite diseñar la mampostería estructural por el método de los esfuerzos de trabajo, descrito en B.2.3, como un procedimiento alternativo a los procedimientos de diseño presentados en el Capítulo D 5.

D-1.1.2 – Se permite el diseño de estructuras de mampostería por el método de los esfuerzos de trabajo descrito en B 2.3.

### D-1.2. – PRINCIPIOS GENERALES

D-1.2.1 – Puede desprejarse la resistencia a tracción en la mampostería para esfuerzos inducidos por cargas axiales de tracción y por efectos de flexión paralela o perpendicular al plano del muro.

D-1.2.2 - Para efectos de la aplicación del presente Apéndice se puede considerar una distribución lineal entre esfuerzos y deformaciones, con los materiales trabajando en el rango elástico.

D-1.2.3 - Los esfuerzos permisibles para el diseño se deben basar en el valor seleccionado para  $f'_m$  de acuerdo a D 3 7.

**D-1.2.4** – El diseño estructural de la mampostería debe cumplir los principios de equilibrio y compatibilidad de deformaciones, así como las características mecánicas del material.

**D-1.2.5** – Se pueden emplear para el diseño por la metodología presentada en este Apéndice, los módulos de elasticidad y de cortante prescritos en D 5.2.

### **D-1.3 – CARGAS**

**D-1.3.1** - Las estructuras de mampostería deben diseñarse para los efectos de las cargas combinadas especificadas en el Título B de este Reglamento. Así mismo en la evaluación de los esfuerzos de diseño, se deben tener en cuenta los efectos de las cargas sobre los desplazamientos.

**D-1.3.2** - Las diferentes solicitaciones que deben ser tenidas en cuenta, se combinan para obtener las fuerzas internas de diseño de la estructura, de acuerdo con los requisitos de B.2.3 del Reglamento. En cada una de las combinaciones de carga requeridas, las solicitaciones se multiplican por el coeficiente de carga prescrito para esa combinación allí. En los efectos causados por el sismo se tiene en cuenta la capacidad de disipación de energía del sistema estructural, lo cual se logra empleando unos efectos sísmicos reducidos,  $E$ , obtenidos dividiendo las fuerzas sísmicas de diseño  $F_s$ , determinadas de acuerdo con los requisitos del Título A del Reglamento, por el coeficiente de capacidad de disipación de energía  $R$  ( $E = F_s / R$ ).

**D-1.3.3** - Además de las combinaciones de cargas verticales y horizontales especificadas, se debe capacitar la estructura y sus partes para atender los efectos causados por contracción, expansión, flujo plástico, asentamientos previstos y condiciones ambientales de funcionamiento.

**D-1.3.4** - Cuando en la evaluación de los esfuerzos se hayan incluido las cargas transitorias laterales de viento ó sismo, los esfuerzos permisibles se pueden incrementar siguiendo lo indicado en B.2.3.4.

### **D-1.4 – CARACTERISTICAS DIMENSIONALES EFECTIVAS**

**D-1.5.1** – Deben cumplirse la totalidad de los requisitos de la sección D.5.4 en el diseño de mampostería por el método de los esfuerzos de trabajo.

### **D-1.5 - DISEÑO POR EL METODO DE LOS ESFUERZOS DE TRABAJO ADMISIBLES**

**D-1.5.1 - GENERALIDADES** - Los esfuerzos máximos calculados en los elementos de estructuras de mampostería bajo cargas de servicio, no deben exceder los valores establecidos en esta sección, utilizando las características dimensionales y en los materiales especificados.

**D-1.5.2 - ESFUERZOS ADMISIBLES PARA COMPRESION AXIAL** - Los esfuerzos admisibles de compresión axial ( $F_a$ ) no deben exceder los valores siguientes:

Muros de mampostería

$$F_a = 0.20 f'_m R_e \quad (D-1-1)$$

Columnas de mampostería.

No reforzadas

$$F_a = 0.20 f'_m R_e \quad (D-1-2)$$

Reforzadas

$$F_a = P_a / A_e \quad (D-1-3)$$

donde

$$P_a = (0.20 f'_m (A_e - A_{st}) + 0.65 A_{st} F_s) R_e \quad (D-1-4)$$

$$R_c = 1 - (h'/40t)^3 \quad (D-1-5)$$

**D-1.5.3 - ESFUERZOS ADMISIBLES PARA COMPRESION POR FLEXION** - El valor para el esfuerzo máximo admisible de trabajo para compresión por flexión ( $F_b$ ) se debe tomar como  $0.33f'_m$ , pero no puede ser mayor que 14 MPa

$$F_b = 0.33 f'_m \leq 14 \text{ MPa} \quad (D-1-6)$$

**D-1.5.4 - ESFUERZOS ADMISIBLES PARA TRACCION POR FLEXION EN LA MAMPOSTERIA NO REFORZADA** - La tracción desarrollada en las juntas de mortero por flexión en muros con aparejo trabado, no puede exceder los valores indicados en la tabla D-1.2. Cuando el mortero contenga cemento de mampostería, dichos valores deben reducirse en un 50%.

**D-1.5.4.1** - No se permite suponer resistencia a la tracción en las juntas, para esfuerzos producidos por cargas axiales de tracción (no producidos por efectos de flexión).

**D-1.5.4.2** - Los valores prescritos en la presente sección no son aplicables a elementos sin carga axial, como vigas y dinteles.

**Tabla D-1.2**  
**Esfuerzos admisibles para tracción por flexión en muros con aparejo trabado  $F_t$  (MPa)**

	UNIDADES HUECAS		UNIDADES MACIZAS O RELLENAS	
	Mortero M ó S	Mortero N	Mortero M ó S	Mortero N
Tracción perpendicular a la junta horizontal	0.15	0.10	0.25	0.19
Tracción perpendicular a la junta vertical	0.30	0.22	0.50	0.37

Nota - Estos valores deben reducirse en un 50% cuando el mortero contenga cemento de mampostería

**D-1.5.5 - ESFUERZOS COMBINADOS - ECUACION FUNDAMENTAL** - Cuando se combinen esfuerzos de compresión por carga axial y por flexión, se debe utilizar un procedimiento apropiado basado en los principios de la mecánica de sólidos. En su defecto se pueden verificar los esfuerzos por medio de la siguiente ecuación

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.0 \quad (D-1-7)$$

**D-1.5.6 - ESFUERZOS ADMISIBLES DE CORTANTE PARA VIGAS** - Para el método de esfuerzos admisibles en el cálculo de cortante en elementos a flexión (vigas), se deben emplear los siguientes valores:

Esfuerzo cortante solicitado:

$$f_v = \frac{V}{bjd} \quad (D-1-8)$$

En donde  $j$  se puede tomar como 0.8 en caso de no realizar un análisis de compatibilidad de deformaciones. Para miembros con secciones en T o I, se debe reemplazar  $b$  por  $b_w$ .

Esfuerzo cortante admisible para elementos sin refuerzo para cortante

$$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{12} \leq 0.35 \text{ MPa} \quad (D-1-9^*)$$

Si se exceden los valores especificados, el refuerzo debe tomar todo el cortante y se debe espaciar a distancias no mayores que  $d/2$ . En este caso no se debe exceder el siguiente límite.

$$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{4} \leq 1.1 \text{ MPa} \quad (\text{D-1-10}^*)$$

**D-1.5.7 – ESFUERZOS ADMISIBLES PARA CORTANTE EN MUROS** – Para el método de esfuerzos admisibles, en el cálculo del cortante en muros de mampostería, se deben emplear los siguientes valores:

Esfuerzo cortante solicitado

$$f_v = \frac{V}{bjd} \quad (\text{D-1-11})$$

En donde  $j$  se puede tomar como 0.8 en caso de no realizar un análisis de compatibilidad de deformaciones. Para miembros con secciones en T o I, se debe reemplazar  $b$  por  $b_w$ .

(a) Esfuerzo cortante admisible en muros de mampostería no reforzada:

$$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{40} \leq 0.56 \text{ MPa} \quad (\text{D-1-12}^*)$$

El esfuerzo admisible  $F_v$  puede ser incrementado en  $0.2f_{vm}$ , donde  $f_{vm}$  es el esfuerzo de compresión debido a carga muerta solamente.

(b) Esfuerzo cortante admisible en muros de mampostería con refuerzo:

La mampostería toma todo el cortante

$$\frac{M}{Vd} < 1.0 \quad F_v = \left(4 - \frac{M}{Vd}\right) \frac{\sqrt{f'_m}}{40} \leq \left(0.6 - 0.3 \frac{M}{Vd}\right) \text{ MPa} \quad (\text{D-1-13}^*)$$

$$\frac{M}{Vd} \geq 1.0 \quad F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{12} \leq 0.25 \quad (\text{D-1-14}^*)$$

El refuerzo toma todo el cortante

$$\frac{M}{Vd} < 1.0 \quad F_v = \left(4 - \frac{M}{Vd}\right) \frac{\sqrt{f'_m}}{24} \leq \left(0.84 - 0.3 \frac{M}{Vd}\right) \text{ MPa} \quad (\text{D-1-15}^*)$$

$$\frac{M}{Vd} \geq 1.0 \quad F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{8} \leq 0.5 \text{ MPa} \quad (\text{D-1-16}^*)$$

**D-1.5.8** - La cantidad de refuerzo transversal requerido se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$A_v = \frac{f_v b_w s}{F_s} \quad (\text{D-1-17})$$

Donde  $s$  es el espaciamiento del refuerzo al corte, el cual no debe exceder 1.20 m ni  $d/2$ ,  $b_w$  es el ancho efectivo del alma de la sección,  $F_s$  es el esfuerzo admisible en el refuerzo a cortante en MPa,  $f_v$  es el esfuerzo cortante de diseño en MPa y  $A_v$  es el área del refuerzo a cortante en  $\text{mm}^2$

**D-1.5.8.1** - El refuerzo transversal de cortante debe colocarse en piezas especiales tipo viga, ubicadas máximo cada 1.20 m, y a distancias no mayores a  $d/2$ . Dentro del área de refuerzo transversal de cortante no debe incluirse el refuerzo colocados en las juntas de mortero de la mampostería, el cual solo cumple funciones de disminución de la fisuración.

**D-1.5.9 - SECCION CRITICA PARA CORTANTE** - La sección crítica de diseño a cortante debe localizarse teniendo en cuenta las condiciones de apoyo, aplicación de cargas y las condiciones particulares de funcionamiento del elemento.

**D-1.5.10 - ESFUERZOS ADMISIBLES EN EL REFUERZO** - Se tomarán los siguientes valores para los esfuerzos máximos en el refuerzo ( $F_s$ ).

**(a) Esfuerzos de tracción, por flexión o por cortante**

Barras corrugadas

$$F_s = 0.5f_y \leq 170 \text{ MPa} \quad \text{(D-1-18)}$$

Barras lisas

$$F_s = 0.4f_y \leq 140 \text{ MPa} \quad \text{(D-1-19)}$$

Alambres

$$F_s = 0.5f_y \leq 210 \text{ MPa} \quad \text{(D-1-20)}$$

**(b) Esfuerzos de compresión**

En columnas

$$F_s = 0.4f_y \leq 170 \text{ MPa} \quad \text{(D-1-21)}$$

En elementos sometidos a flexión, la resistencia del acero de refuerzo a la compresión debe despreciarse a menos que el refuerzo vertical sea provisto de refuerzo transversal como se indica en el artículo D 4.2.

Barras corrugadas

$$F_s = 0.5f_y \leq 170 \text{ MPa} \quad \text{(D-1-22)}$$

Barras lisas

$$F_s = 0.4f_y \leq 140 \text{ Mpa} \quad \text{(D-1-23)}$$

---

## APENDICE D-A EQUIVALENCIA ENTRE EL SISTEMA SI Y EL mks DE LAS ECUACIONES NO HOMOGENEAS DEL PRESENTE TITULO

Las ecuaciones que aparecen dentro del texto del presente Título del Reglamento con un asterisco, son ecuaciones no homogéneas. A continuación se da su equivalencia entre los dos sistemas de unidades:

*Sistema SI*  
esfuerzos en Mpa

1 Mpa

*Sistema mks*  
esfuerzos en kgf/cm<sup>2</sup>

10 kgf/cm<sup>2</sup>

<i>Ecuación</i>	<b>Sistema SI esfuerzos en MPa</b>	<b>Sistema mks esfuerzos en kgf/cm<sup>2</sup></b>
	$\sqrt{f'_m}$ en MPa	$3.193\sqrt{f'_m}$ en kgf/cm <sup>2</sup>
	$0.313\sqrt{f'_m}$ en MPa	$\sqrt{f'_m}$ en kgf/cm <sup>2</sup>
D.3-1	$R_m = \left(\frac{2h}{75+3h}\right)f'_{cu} + \left(\frac{50k_p}{75+3h}\right)f'_{cp} \leq 0.8f'_{cu}$	$R_m = \left(\frac{2h}{7.5+3h}\right)f'_{cu} + \left(\frac{5k_p}{7.5+3h}\right)f'_{cp} \leq 0.8f'_{cu}$
D.4-2	$l_{de} = \frac{1.8d_b^2 f_y}{K \sqrt{f'_m}} \leq 52d_b$	$l_{de} = \frac{0.05d_b^2 f_y}{K \sqrt{f'_m}} \leq 52d_b$
D.5-6	$E_r = 4000\sqrt{f'_{cr}} \leq 20000$	$E_r = 13000\sqrt{f'_{cr}} \leq 20000$
D.5-23	$v_m = \frac{\sqrt{f'_m}}{6}$	$v_m = 0.53\sqrt{f'_m}$
Tabla D.5-2	$V_m = 0.20 A_{mv} \sqrt{f'_m}$	$V_m = 0.64 A_{mv} \sqrt{f'_m}$
Tabla D.5-2	$V_m = \left[0.23 - 0.13 \left(\frac{M}{Vd}\right)\right] A_{mv} \sqrt{f'_m}$	$V_m = \left[0.73 - 0.41 \left(\frac{M}{Vd}\right)\right] A_{mv} \sqrt{f'_m}$
Tabla D.5-2	$V_m = 0.10 A_{mv} \sqrt{f'_m}$	$V_m = 0.32 A_{mv} \sqrt{f'_m}$
Tabla D.5-3	$0.50 A_{mv} \sqrt{f'_m} \leq 2.7 A_{mv}$	$1.6 A_{mv} \sqrt{f'_m} \leq 27 A_{mv}$
Tabla D.5-3	$\left[0.56 - 0.23 \left(\frac{M}{Vd}\right)\right] A_{mv} \sqrt{f'_m} \leq \left[3.0 - 1.3 \left(\frac{M}{Vd}\right)\right] A_{mv}$	$\left[1.8 - 0.73 \left(\frac{M}{Vd}\right)\right] A_{mv} \sqrt{f'_m} \leq \left[30 - 13 \left(\frac{M}{Vd}\right)\right] A_{mv}$
Tabla D.5-3	$0.33 A_{mv} \sqrt{f'_m} \leq 1.7 A_{mv}$	$1.0 A_{mv} \sqrt{f'_m} \leq 17 A_{mv}$
D.10-19	$V_n = \left(\frac{1}{12}\sqrt{f'_m} + \frac{P_u}{3A_c}\right) A_{mv} \leq \frac{1}{6}\sqrt{f'_m} A_{mv}$	$V_n = \left(0.265\sqrt{f'_m} + \frac{P_u}{3A_c}\right) A_{mv} \leq 0.53\sqrt{f'_m} A_{mv}$
D-1-9	$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{12} \leq 0.35$	$F_v = 0.26\sqrt{f'_m} \leq 3.5$
D-1-10	$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{4} \leq 1.1$	$F_v = 0.80\sqrt{f'_m} \leq 10.5$
D-1-12	$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{40} \leq 0.56$	$F_v = 0.08\sqrt{f'_m} \leq 5.6$
D-1-13	$F_v = \left(4 - \frac{M}{Vd}\right) \frac{\sqrt{f'_m}}{40} \leq \left(0.6 - 0.3 \frac{M}{Vd}\right)$	$F_v = 0.08 \left(4 - \frac{M}{Vd}\right) \sqrt{f'_m} \leq \left(5.6 - 3.1 \frac{M}{Vd}\right)$
D-1-14	$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{12} \leq 0.25$	$F_v = 0.26\sqrt{f'_m} \leq 2.5$
D-1-15	$F_v = \left(4 - \frac{M}{Vd}\right) \frac{\sqrt{f'_m}}{24} \leq \left(0.84 - 0.3 \frac{M}{Vd}\right)$	$F_v = 0.13 \left(4 - \frac{M}{Vd}\right) \sqrt{f'_m} \leq \left(8.4 - 3.1 \frac{M}{Vd}\right)$
D-1-16	$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{8} \leq 0.5$	$F_v = 0.39\sqrt{f'_m} \leq 5.2$