

5	3.36	1.68	50.00
6	16.72	1.68	10.05
7	16.5	1.68	16.00
8	18.29	1.68	9.18
9	19.77	3.36	3.36

Tabla 6.5 Porcentaje de huecos en paredes.

De tabla 4.25 y teniendo en cuenta que $F_{CORR} = 0.75$ (Figura C-17 del anexo C), se deduce:

$$F_7 = 93.75$$

La configuración final de los elementos se obtiene como la suma de los tres factores antes descritos, así:

$$F_E = 100 + 0.0 + 93.75$$

$$F_E = 193.75$$

c) Factor de interacción con estructuras adyacentes, F_{PO} .

La ubicación de la unidad de salud en la cuadra corresponde a una edificación de esquina y las casas contiguas caen dentro de el sistema de mampostería; por tal motivo, el factor F_{PO} se puede obtener de la tabla 4.39.

De observaciones de campo se tuvo conocimiento que las estructuras de colindancia corresponden al sistema constructivo de mampostería y la separación existente entre ellas es de aproximadamente 2.5 cm, en ese sentido se tiene que el valor para este factor es de:

$$F_{PO} = 250$$

d) **Factor de diseño estructural, F_{SD}.**

De planos estructurales existentes y sus correspondientes detalles estructurales, se asume que existió un diseño para la realización de esta construcción, de esa forma, el valor de F_{SD} se puede obtener de la 4.43 así :

$$F_{SD} = 300$$

Se toma este valor, debido a que los planos datan de aproximadamente tres años, lo cual, hace que la estructura se clasifique dentro de aquellas que fueron diseñadas recientemente.

Una vez determinadas las contribuciones anteriores, se procede a evaluar el factor de evaluación preliminar a través de la sumatoria de cada uno de ellos, así:

$$F_{PE} = F_{PS} + F_E + F_{PO} + F_{SD}$$

$$F_{PE} = 1250 + 193.75 + 250 + 300$$

$$F_{PE} = 1993.75$$

2. Evaluación de Detalles.

a) **Detalles principales, F_{DP}.**

Para la evaluación de este parámetro, se hará uso de la información contenida en los planos y de aquellas observaciones de campo que fueron realizadas durante la inspección a esta unidad de salud. El cálculo esta hecho según los valores dados en la tabla 4.50, y el valor del factor vendrá dado según la siguiente ecuación:

De la mencionada tabla se obtienen los siguientes valores de F_{DP}:

F_{DP1} : De acuerdo a los detalles estructurales que aparecen en los planos, se puede observar que todas las características

presentadas en la tabla se cumplen con formalidad, por tanto, el valor correspondiente para este factor es de 350.

$$f_{DP1} = 350$$

f_{DP2} : De las observaciones de campo realizadas, se pudo constatar que los elementos estructurales que le proporcionan confinamiento a la estructura tienen una dimensión mayor a la recomendada en la tabla 4.50, por consiguiente, el valor correspondiente para dicho factor corresponde a :

$$f_{DP2} = 550$$

f_{DP3} : Todas las paredes que se encuentran en colindancia con las estructuras vecinas cumplen con lo especificado en la tabla 4.50, es por ello, que al factor f_{DP3} se le asigna un valor de :

$$f_{DP3} = 300$$

Ahora :

$$F_{DPX} = [\sum (f_{DPi}) N_i] / N_b$$

$$= [(350 \times 7) + (550 \times 7) + (300 \times 7)] / 7$$

$$F_{DPX} = 1200$$

$$F_{DPY} = [\sum (f_{DPi}) N_i] / N_b$$

$$= [(350 \times 8) + (550 \times 8) + (300 \times 8)] / 7$$

$$F_{DPY} = 1200$$

b) Cimientos y detalles de elementos que dan soporte lateral, F_{CD} .

Para la evaluación de este parámetro, se hará uso de la información contenida en los planos y de aquellas observaciones de campo que fueron realizadas durante la inspección a esta unidad de salud. El cálculo está hecho según los valores dados en la tabla 4.50.

De la tabla 4.52 se obtienen los siguientes valores de f_{CDSi} :

f_{CDS4} : De acuerdo a los detalles estructurales que aparecen en los planos, se puede observar que todas las características presentadas en la tabla se cumplen con formalidad, por tanto, el valor correspondiente para este factor es de 150.

$$f_{CDS4} = 150$$

f_{CDS5} : Según planos estructurales, se puede observar que las características de los elementos que estabilizan la pared corresponde a lo indicado en la tabla 4.52, por tanto, el valor correspondiente para este factor es de 200.

$$f_{CDS5} = 200$$

f_{CDS6} : Al igual que en el factor anterior, en este apartado ocurre igual en lo que respecta a las características que señala el REDSES, por tanto, $f_{RT6} = 350$.

$$f_{CDS6} = 350$$

f_{CDS7} : Este factor toma en cuenta el tipo de cimentaciones sobre la cual están apoyados los elementos que le dan soporte lateral a las paredes, en ese sentido se puede apreciar en planos que los detalles cumplen con lo especificado en la tabla 4.52, por ello, el valor de este factor es igual a 400.

$$f_{CDS7} = 400$$

Ahora :

$$\begin{aligned} F_{CDSx} &= [\sum (f_{CDSi}) N_i] / N_b \\ &= [(150 \times 7) + (200 \times 7) + (350 \times 7) + (400 \times 7)] / 7 \\ &= 1100 \end{aligned}$$

$$F_{CDSy} = [\sum (f_{CDSi}) N_i] / N_b$$

$$= [(150 \times 8) + (200 \times 8) + (350 \times 8) + (400 \times 8)] / 8]$$

$$= 1100$$

$$F_{CDsx} = 1100$$

$$F_{CDsy} = 1100$$

c) Factor de supervisión en la construcción, Fcs.

Tomando en cuenta las entrevistas al personal de la unidad de salud, se tiene conocimiento que en la construcción hubo una supervisión ingenieril.

Según tabla 4.59 se recomienda usar un valor de 1.0 cuando ha habido una supervisión ingenieril.

$$F_{CS} = 1.0$$

Finalmente y utilizando todos los parámetros antes mencionados, el factor de detalle se obtiene de multiplicar al factor FRP por el factor de supervisión, así :

$$F_{DE} = (FRP + F_{CP}) \times F_{CS}$$

$$F_{DE} = (2300) \times (1.0)$$

$$F_{DE} = 2300$$

3) Cálculo del Factor de Vulnerabilidad.

$$\text{Factor de Vulnerabilidad} = F_{PE} + F_{DE}$$

$$\text{- En dirección x : F. Vulnerabilidad} = 1993.75 + 2300$$

$$\underline{4293.75}$$

$$\text{- En dirección y : F. Vulnerabilidad} = 1993.75 + 2300$$

$$\underline{4293.75}$$

4) Cálculo de Factor de Peligrosidad y Efectos de sitio.

La determinación de la peligrosidad y efectos de sitio requiere el cálculo siguiente:

a) **Factor de peligrosidad, F_{PEL} .**

Considerando la ubicación del edificio en estudio, la figura 4.1 y la tabla 4.2, el valor para F_{PEL} es de:

$$F_{PEL} = 0.9$$

b) **Factor de efectos de sitio, F_{ST} .**

El suelo encontrado en los alrededores de este edificio se clasifica como arena limosa, y según la tabla 4.3 se tiene que :

$$F_{ST} = 0.9$$

c) **Factor de potencial de licuefacción, F_{LI} .**

Considerando los estudios de suelo, la figura B.1 del anexo B, y la tabla 4.4 :

$$F_{LI} = 1.0$$

Una vez determinados los factores anteriores, es posible obtener el valor de F_{SS} :

$$F_{PELST} = 0.81$$

5) **Nivel de Riesgo Sísmico.**

De acuerdo a las tablas 4.60 y 4.63:

- Nivel de vulnerabilidad: BAJO

- Nivel de Peligrosidad y efectos de sitio: BAJO

De la figura 4.2 se establece:

- Nivel de riesgo sísmico: **BAJO RIESGO**

III) Estructura Tipo III: Mampostería confinada con sistema de techo rígido Unidad de Salud de Armenia, Sonsonate (edificio antiguo).

1. Factor de Evaluación Preliminar.

a) Estado actual del edificio, Frs.

a.1 *Factor de grietas y/o deterioro, F₁.*

i. Determinación del Factor de Grietas.

En la determinación de este factor se hará uso de la tabla 4.11. En esta unidad de salud, el estado actual no presentaba tipo alguno de agrietamiento, por consiguiente, el factor F₁ tiene el siguiente valor:

$$F_1 = 300 + 175 + 125$$

$F_1 = 600$

a.2 *Factor de mantenimiento, F₂.*

i. Asignación de la condición general del edificio.

Teniendo como base el aspecto de no agrietamiento en la estructura, y sabiendo que su F₁ = 600, se determina que el valor de F_c viene dado por la tabla 4.13 y tiene un valor igual a :

$$F_c = 200$$

ii. Determinación del factor de mantenimiento, F₂

Para la determinación de este factor, es necesario determinar el factor F_{GT}, el cual viene dado por la siguiente expresión :

$$F_{GT} = F_1 + F_c$$

$$F_{GT} = 600 + 200$$

$$F_{GT} = 800$$

Según entrevistas realizadas al personal de mantenimiento en la unidad de salud, se tiene conocimiento que tanto en un pasado como en la actualidad, se le ha dado un mantenimiento

de carácter continuo, esto junto con la tabla 4.14 hacen que el factor F_2 tenga un valor de :

$$F_2 = 200$$

a.3 Factor de edad del edificio, F_3 .

La infraestructura de esta unidad de salud se terminó de construir en diciembre de 1962, teniendo a la fecha tiene 34 años en servicio.

Con la tabla 4.15 y a sabiendas que para estructuras de mampostería se considera una vida útil de 50 años, se tiene que la relación entre edad y vida útil tiene un valor del 68 % ($34/50 * 100$), por tal razón el factor F_3 tiene un valor de :

$$F_3 = 100$$

a.4 Factor de exposiciones sísmicas, F_4 .

Se tiene conocimiento que la estructura se ha visto sometida a más de tres exposiciones sísmicas de grado menor a V (MM) a lo largo de los últimos 10 años, por tal motivo y según tabla 4.16, el factor F_4 tiene un valor de :

$$F_4 = 150$$

Con la determinación de los cuatro valores antes mencionados, el factor del estado actual del edificio se obtiene como la suma de ellos:

$$F_{PS} = 600 + 200 + 100 + 150$$

$$F_{PS} = 1050$$

b) Factor de configuración de elementos, F_E .

b.1 Factor de espesor de paredes, F_5 .

i. Factor de espesor del elemento F_D .

Según las observaciones hechas en la visitas de campo, se pudo constatar que el espesor de todas las paredes que conforman a la unidad de salud era igual a 14 cms. por tal razón el valor de F_D según la tabla 4.19 tiene un valor de:

$$F_D = 100$$

ii. Factor final de dimensión de elementos, F_5 .

Todas las paredes cumplen con la especificación correspondiente al apartado i, de ahí se tiene que el valor de F_{CORR} es igual a 1.0, entonces:

$$F_5 = F_{CORR} \times F_D$$

$$F_5 = (1.0) \times (100)$$

$F_5 = 100$

b.2 Factor de altura de paredes, F_6 .

El cálculo del factor F_6 se obtiene de la siguiente manera:

i. Factor de altura.

De visitas de campo y de planos se observa que las paredes tienen un valor máximo de $h = 2.85$ m y un espesor de 14.0 cm, en ese sentido :

$$h / t = 2.85 / 0.14$$

$$h / t = 20.36 \approx 20.00$$

Según la tabla 4.23, $F_5 = 175.0$

ii. El factor de altura final se obtiene como:

$$F_6 = F_5 \times F_{CORR}$$

$$F_6 = (175) \times F_{CORR}, \text{ donde } F_{CORR} = 1.0 \text{ (Anexo C)}$$

$F_6 = 175.0$

b.3 Factor de distribución de huecos en elementos estructurales , F_7 .

Para una representación de los cálculos realizados se presenta una tabla que contiene el porcentaje de huecos de pared.

De la tabla 4.25 y teniendo en cuenta que $F_{CORR} = 1.0$ (Figura C-17 del anexo C), se deduce que el valor para el factor F_{ED} es de 125, dicho resultado nos indica que el grado de distribución de los huecos no sobrepasa el valor de 45, lo cual denota que los espacios para huecos de ventanas y puertas no juega un papel determinante para que la estructura se comporte desfavorablemente ha como ha sido diseñada.

Por tanto: $F_7 = F_{ED} \times F_{CORR}$

$$F_7 = 125$$

Pared	Area bruta	Area de huecos	% de huecos en pared
X1	53.20	7.98	15.00
X2	9.52	2.10	22.00
X3	17.64	5.60	31.75
X7	14.56	4.02	27.61
Y1	47.60	8.40	17.65
Y7	47.60	12.60	26.50
Y11	39.20	9.12	23.26
Y12	27.44	5.70	25.40

Tabla 6.6 Porcentaje de huecos en pared.

La configuración final de los elementos se obtiene como la suma de los tres factores antes descritos, así:

$$F_E = 100 + 175 + 125$$

$$F_E = 400$$

e) Factor de configuración en planta, F_{EC} .

e.1 Factor de torsión, F_9 .

En el cálculo de este factor (Anexo K), se calcula la excentricidad del centro de masa con respecto al centro de rigidez, de donde la relación $e/L = 0.042$, por tanto, la tabla 4.28 establece que para dicho valor, el factor F_9 tiene un valor de 300.

e.2 Factor de aspecto en planta, F_{10} .

El edificio presenta las siguientes características en cuanto a su aspecto en planta :

$$L = 21.3 \text{ m,}$$

$$B = 22.6 \text{ m,}$$

De los datos se tiene que las relaciones L/B y L/S , presentan los siguientes resultados :

$$\text{La relación } L/B < 3,$$

$$\text{La relación } L/S < 0.5.$$

Haciendo uso de la tabla 4.29 se tiene que $F_{10} = 250$.

e.3 Factor de rigidez en planta, F_{11}

Para este factor se calcularon las rigideces de cada pared (ver Anexo K) en ambas direcciones y se obtuvieron las siguientes relaciones :

$$\begin{aligned} \text{Dirección x : } & (2219.2864 - 941.4243)/(2219.2864) * 100 \\ & : 57.58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dirección y : } & (2995.9819 - 2342.8364)/(2995.9819) * 100 \\ & : 21.80 \end{aligned}$$

Para la ubicación de las paredes, ver anexo K.

Ahora bien, haciendo uso de la tabla 4.30 se tiene que :

Dirección x :

$F_{11x} = 50$

Dirección y :

$$F_{11y} = 300$$

e.4 *Factor de forma en planta, F₁₂.*

El edificio presenta las siguientes características en cuanto a su aspecto en planta (ver Anexo K) :

$$L = 21.3 \text{ m,}$$

$$L_o = 12.5 \text{ m,}$$

$$B = 22.6 \text{ m,}$$

$B_o = 19.0 \text{ m,}$ por tanto, se tiene lo siguiente :

La relación $L_o/L = 0.59,$

La relación $B_o/B = 0.84.$

Haciendo uso de la tabla 4.31 se tiene en ambos ejes:

$$F_{12x} = 0$$

$$F_{12y} = 0$$

e.5 *Factor de rigidez ortogonal, F₁₃.*

En cuanto al total de rigideces en ambas direcciones se obtuvieron los siguientes resultados :

Dirección x : $\sum R = 8193.7782 \text{ ton / cm.}$

Dirección y : $\sum R = 12133.9175 \text{ ton / cm.}$

Por tanto, la relación de rigideces ortogonales tiene un valor de : $\sum R_x / \sum R_y = 0.675.$

Haciendo uso de la tabla 4.32 se tiene en ambas direcciones,

$$F_{13x} = 100$$

$$F_{13y} = 100$$

La configuración en planta se obtiene como la suma de los cinco factores ántes descritos, así:

Dirección X :

$$F_{PC} = 300 + 250 + 50 + 0 + 100$$

$F_{PCX} = 700$

Dirección Y :

$$F_{PY} = 300 + 250 + 300 + 0 + 100$$

$F_{PCY} = 950$

d) Factor de interacción con estructuras adyacentes, F_{PO} .

La ubicación de la unidad de salud en la cuadra corresponde a una edificación de esquina y las casas contiguas caen dentro del sistema de mampostería ; por tal motivo, el factor F_{PO} se puede obtener de la tabla 4.39.

De observaciones de campo se tuvo conocimiento que las estructuras de colindancia corresponden al sistema constructivo de mampostería y la separación existente entre ellas es de aproximadamente 2.5 cm, de ahí que el valor para este factor es de:

$F_{PO} = 250$

e) Factor de diseño estructural, F_{SD} .

De planos existentes y respectivos detalles estructurales, se asume que existió un diseño para la realización de esta construcción, de esa forma, el valor de F_{SD} se puede obtener de la 4.43 así :

$F_{SD} = 150$

Toma este valor, debido a que los planos datan de aproximadamente 35 años, lo cual, hace que la estructura se clasifique dentro de aquellas que fueron diseñadas con anterioridad.

Una vez determinadas las contribuciones anteriores, se procede a evaluar el factor de evaluación preliminar a través de la sumatoria de cada uno de ellos, así:

Dirección X :

$$FPE = FPS + FE + FPO + FPC + FSD$$

$$FPE = 1050 + 400 + 250 + 700 + 150$$

$FPEX = 2550$

Dirección Y :

$$FPE = FPS + FE + FPO + FPC + FSD$$

$$FPE = 1050 + 400 + 250 + 950 + 150$$

$FPEY = 2800$

2. Evaluación de Detalles.

a) Detalles principales, FDP.

Para la evaluación de este parámetro, se hará uso de la información contenida en los planos y de aquellas observaciones de campo que fueron realizadas durante la inspección a esta unidad de salud. El cálculo esta hecho según los valores dados en la tabla 4.51

De la tabla 4.51 se obtienen los siguientes valores de FDP:

fDP1 : De observaciones realizadas en el lugar, y teniendo como base la tabla 4.51, se tiene que la estructura cumple con dichas características, por tal motivo, el valor del factor es de:

$fDP1 = 650$

fDP2 : De observaciones de campo, se pudo constatar que de existir los elementos estructurales que le proporcionan confinamiento a la estructura, éstos tienen una dimensión mayor a la recomendada en la tabla 4.51, por consiguiente, el valor de dicho factor es de:

$$f_{DP2} = 350$$

f_{DP3} : Todas la paredes que se encuentran en colindancia con las estructuras vecinas cumplen con lo especificado en la tabla 4.51, es por ello, que al factor f_{RT3} se le asigna un valor de :

$$f_{DP3} = 200$$

f_{DP4} : Según planta de entrepisos contenida en planos estructurales, se observa que el área aproximada de esta zona es igual a 260.93 m^2 .

La siguiente tabla muestra los valores correspondientes de longitud total para ambas direcciones :

Dirección	Longitud total de paredes (metros)
X	105.35
Y	84.93

Tabla 6.7 Longitud total de paredes.

De la tabla anterior, se observa como los valores obtenidos sobrepasan al valor de 65 m, por tal motivo el factor f_{RT4} es igual a:

$$f_{DT4} = 550$$

f_{DP5} : Para el cálculo de este factor, se pueden observar los siguientes datos procesados :

Dirección Y :

$$\begin{aligned} \text{mínima longitud (L) de paredes} &= 1.20 \text{ m.} \\ \text{altura de paredes (h)} &= 2.85 \text{ m.} \\ \text{relación, L / h} &= 1.20 / 2.85. \\ &= 0.42 > 0.33 \text{ (De tabla 4.51)} \end{aligned}$$

Dirección X :

$$\begin{aligned} \text{mínima longitud (L) de paredes} &= 3.00 \text{ m.} \\ \text{altura de paredes (h)} &= 2.85 \text{ m.} \\ \text{relación, L / h} &= 3.00 / 2.85. \\ &= 1.05 > 0.33 \text{ (De tabla 4.51)} \end{aligned}$$

Al observar los resultados anteriores, se puede notar que el factor tiene un valor igual a:

$$f_{DT5} = 550$$

Ahora :

$$\begin{aligned} F_{DTX} &= 650 + 350 + 200 + 550 + 550 \\ &= 2300 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{DPY} &= 650 + 350 + 200 + 550 + 550 \\ &= 2300 \end{aligned}$$

$$F_{DPX} = 2300$$

$$F_{DPY} = 2300$$

b) Factor de supervisión en la construcción , Fcs.

Tomando en cuenta las entrevistas al personal de la unidad de salud, se tiene conocimiento que en la construcción hubo una supervisión ingenieril. Según tabla 4.59, se recomienda usar un valor de 1.0 cuando se ha dado una supervisión ingenieril.

Finalmente y utilizando todos los parámetros antes mencionados, el factor de detalle se obtiene de multiplicar al factor FRP por el factor de supervisión, así :

$$F_{DE} = (FRP) \times F_{CS}$$

$$F_{DE} = (2300) \times (1.0)$$

$$F_{DE} = 2300$$