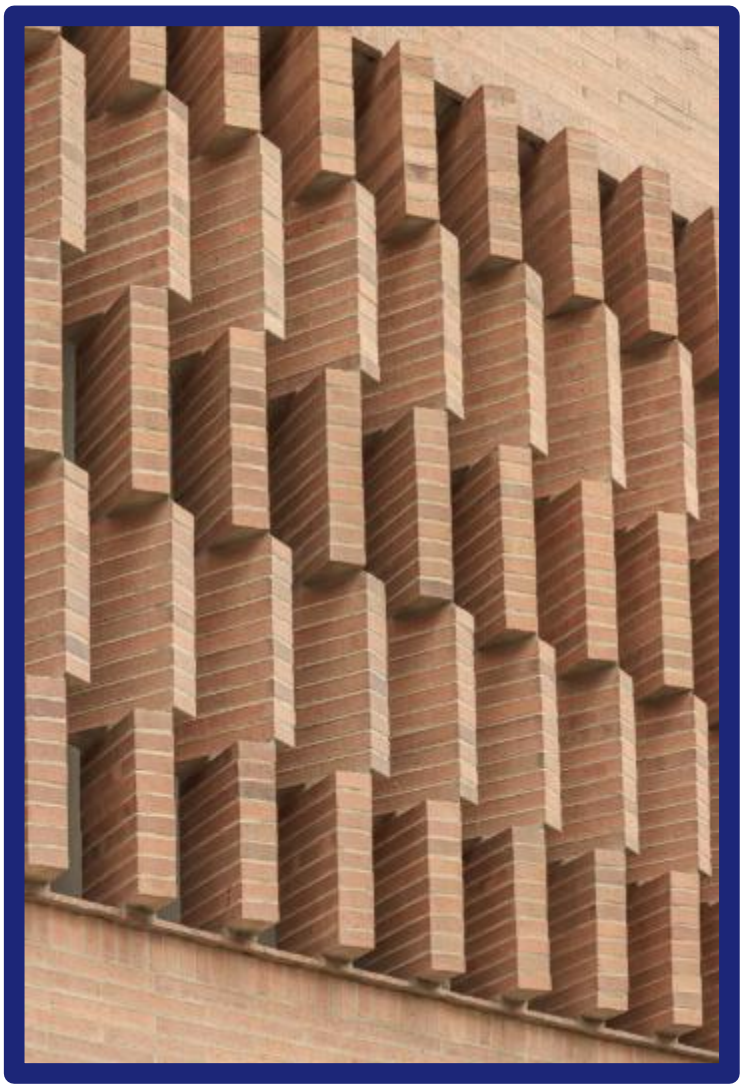
LADRILLERA Santafé

MANUAL DE DISEÑO

Muros Divisorios y de Fachada en Mampostería



Según Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente y AIS 100-24.

NSR 10 (Ley 400 de 1.997 Decreto 33 de 1.998)

DISEÑO

MANUAL DE DISEÑO
MUROS DIVISORIOS Y DE FACHADA EN MAMPOSTERIA
Detalles y Diseño para buen comportamiento Sísmico

1. FUNDAMENTOS

Los elementos no estructurales de una edificación deben ser diseñados para resistir las fuerzas de su propio peso, y las ocasionadas por un sismo con el fin de proteger la vida de las personas previniendo el desprendimiento o colapso de estos elementos.

De conformidad con el Capitulo A-9 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, y acogiéndose a las disposiciones del documento AIS 100-24 en su capítulo A-9 y el título D.16, el diseñador responsable de una construcción debe especificar el tipo de comportamiento o grado de desempeño que se espera de los muros divisorios y de fachada en mampostería y efectuar el diseño correspondiente de los mismos.

Según las características de la edificación, la zona de amenaza sísmica, la calidad y tipo de materiales, el viento, entre otros, se requiere determinar el grado mínimo de desempeño de los elementos no estructurales.

2. GRADOS DE DESEMPEÑO DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Se denomina “desempeño”, al comportamiento de los elementos no estructurales de la edificación ante la ocurrencia de un movimiento sísmico. El desempeño se clasifica en los siguientes grados:

a) **SUPERIOR** – El daño que se presentan en los elementos no estructurales es mínimo y no interfiere con la operación de la edificación debido a la ocurrencia del sismo de diseño.

b) **BUENO** - Es aquel en el cual el daño que se presenta en los elementos no estructurales es totalmente reparable y puede haber alguna interferencia con la operación de la edificación con posterioridad a la ocurrencia del sismo de diseño.

c) **BAJO** – Es aquel en la cual se presentan daños graves en los elementos no estructurales, inclusive no reparables, pero sin desprendimiento o colapso, debido a la ocurrencia del sismo de diseño.

3. GRADO DE DESEMPEÑO SEGÚN EL TIPO LAS EDIFICACIONES

Las edificaciones se clasifican según su importancia (para efectos de su comportamiento sísmico) en cuatro grupos de acuerdo con el servicio que prestan a la comunidad y para cada uno de estos grupos se ha fijado un grado mínimo de desempeño de los elementos no estructurales. El inciso A.9.21-1 del AIS 100-24 presenta la correlación de la Tabla 1.

Tabla 1. Grados de desempeño requeridos según el grupo de uso de la edificación.

Grupo de Uso	Características	Grado de desempeño mínimo requerido para los E.N.E.
IV	***Edificaciones indispensables:*** Son aquellas de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, como hospitales, clínicas, centros de salud, edificaciones de sistemas masivos de transporte, centrales de transporte, centrales de telecomunicación, centrales de operación y control de líneas vitales.	SUPERIOR
III	***Edificaciones de atención a la comunidad:*** Son aquellas indispensables para atender a la población después de un sismo, como estaciones de bomberos, defensa civil, cuarteles de la fuerza armada, garajes de vehículos de emergencia, guarderías, escuelas, colegios, universidades y centros de atención de emergencia.	SUPERIOR
II	***Estructuras de ocupación especial:*** Son aquellas donde se pueden reunir más de 200 personas en un salón, graderías en las cuales puedan haber más de 2000 personas a la vez, almacenes y centros comerciales de más de 500 m² por piso, edificaciones donde residan o trabajen más de 3000 personas y edificios gubernamentales.	BUENO
I	***Estructuras de ocupación normal:*** que son todas las cubiertas por el reglamento NSR-10 pero no contempladas en los grupos anteriores.	BAJO

4. CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS SOBRE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

4.1. SOLICITACIONES DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

4.1.1. OBTENCIÓN DE LA ACELERACIÓN SÍSMICA SOBRE EL ELEMENTO NO ESTRUCTURAL

Durante el movimiento sísmico, los elementos no estructurales se ven sometidos a aceleraciones cuya magnitud depende en primer lugar de los parámetros sísmicos de sitio, y en segundo lugar de su ubicación en el edificio, en consecuencia, a las fuerzas de inercia que son el producto de la masa del elemento por la aceleración del sismo.

Si se ha efectuado previamente el análisis estructural del edificio, se conocen los periodos de la estructura para cada dirección principal en planta, T_x y T_y (Ver Figura 1). Además, si ya se tiene el espectro de aceleraciones se puede conocer el valor de la aceleración S_{ax} y S_{ay} en cada dirección en planta como lo muestra la Figura 2. El valor de S_a que debe escogerse para el análisis el mayor entre S_{ax} y S_{ay}.

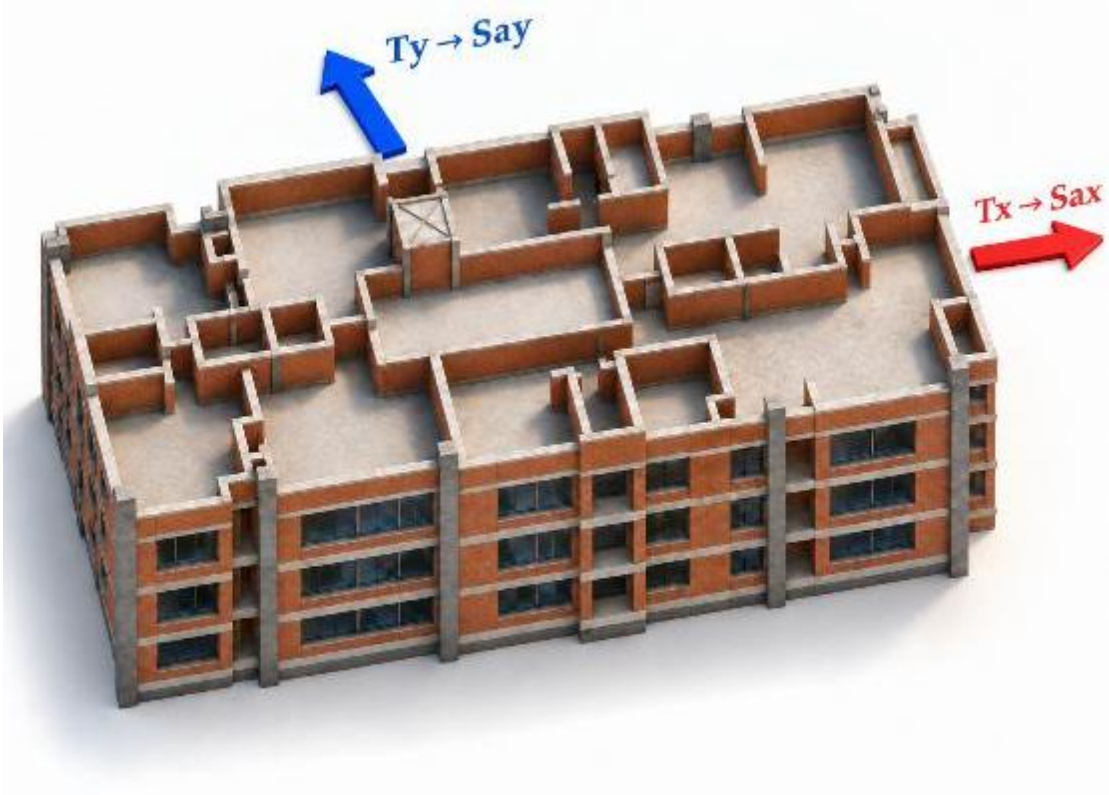


Figura 1 Periodos de la estructura y aceleraciones en cada dirección en planta.

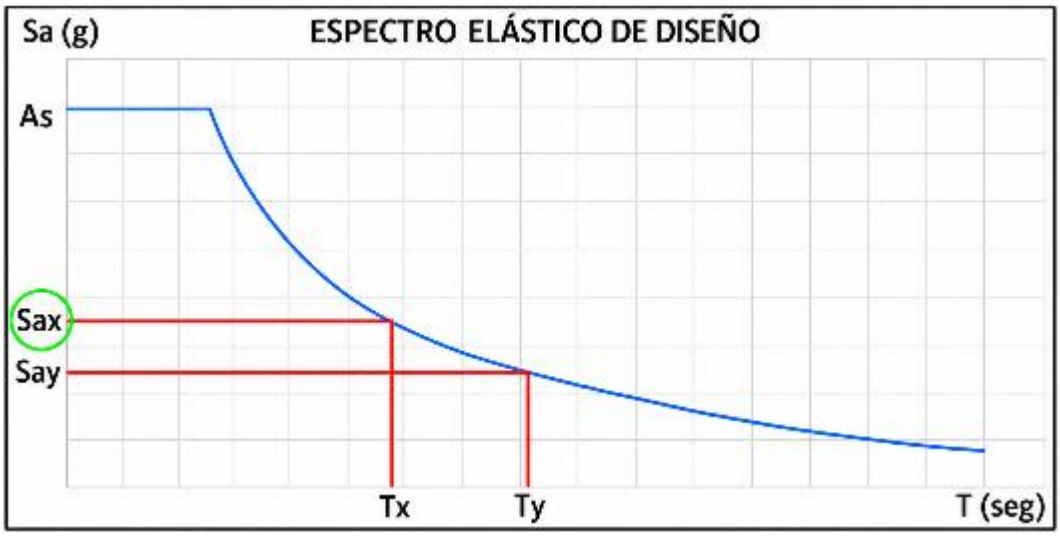


Figura 2 Obtención de los valores de S_{ax} y S_{ay}.

Obtenido el valor de la máxima aceleración de diseño "S_a" se determinan también los valores de "h_{eq}" (altura equivalente del sistema de un grado de libertad) y la altura a la cual se encuentra el apoyo del elemento no estructural "h_x" medido desde la base de la estructura. La altura equivalente "h_{eq}" se puede aproximar a 0.75 "h_n", donde hn" es la altura del piso más alto del edificio medido desde la base del mismo. Un esquema más claro de estas medidas se muestra en la Figura 3. A su vez también es necesario conocer el valor de la aceleración máxima en la superficie del suelo. Esta puede estimarse como la aceleración correspondiente a un periodo igual a cero (0).

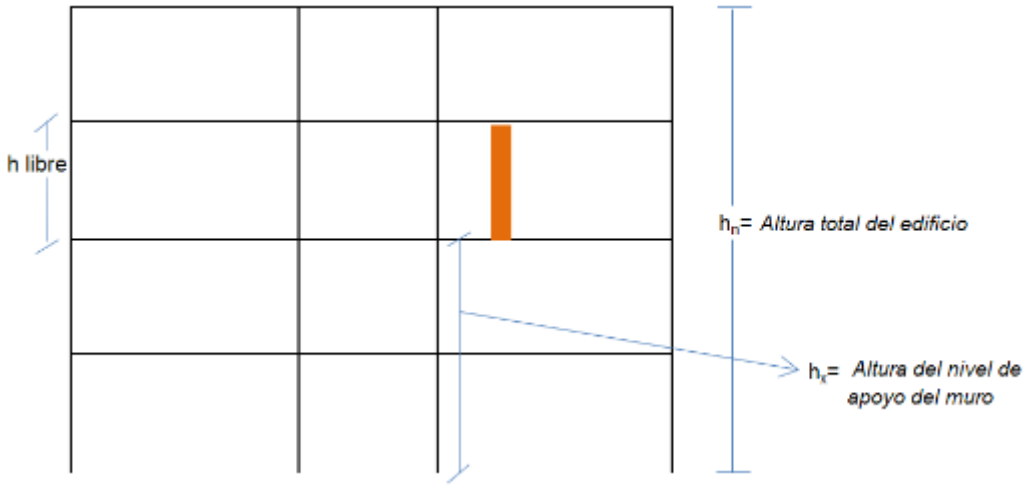


Figura 3. Medidas necesarias para el cálculo de las fuerzas de diseño.

Una vez definidos estos parámetros, es posible estimar la aceleración horizontal "a_x" para los elementos no estructurales localizados en el piso "x" usando la Ecuación 1 y la Ecuación 2, definidas en A.9.4.2.1.

$$a_x = A_s + \frac{(S_a - A_s)h_x}{h_{eq}} \quad para\ h_x \leq h_{eq} \quad (1)$$

$$a_x = S_a \frac{h_x}{h_{eq}} \quad para\ h_x \geq h_{eq} \quad (2)$$

*Recordando que "As" es la aceleración espectral en la superficie del suelo, y "Sa" la máxima aceleración horizontal de diseño, calculados en el análisis sísmico de la edificación.

4.1.2. CALCULO DEL COEFICIENTE DE AMPLIFICACIÓN DINÁMICA Y DEL COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA DEL ELEMENTO NO ESTRUCTURAL

La fuerza que actúa en el elemento no estructural debe ser corregida por un efecto dinámico "a_p" que depende de las características del elemento y su tipo de apoyo y por un factor "R_p" que es indicativo de la capacidad de disipación de energía del elemento en el rango inelástico, es decir, de su fragilidad o ductilidad. Los coeficientes de ampliación dinámica "a_p" y de capacidad de disipación de energía R_p pueden determinarse experimentalmente o en su defecto pueden usarse los valores de la Tabla 1, extraídos de la Tabla A.9.5-1 del AIS 100-24.

El coeficiente de disipación de energía R_p es bajo si el elemento y sus soportes conforman un conjunto frágil o un conjunto que solo puede tener comportamiento elástico y es mayor a medida que se asegure que el conjunto puede tener un comportamiento inelástico. Esto obedece al tipo de anclaje que por diseño y facilidad constructiva se defina, teniendo los siguientes: Los **anclajes especiales** (R_p = 6.0) son aquellos diseñados siguiendo los requisitos del Título F para acero estructural con capacidad de disipación especial de energía (DES), y se identifican por el procedimiento de diseño al que fueron sometidos, y en mampostería no estructural se materializan cuando el muro se monta sobre una subestructura metálica portante (entramado de acero) cuyas conexiones a la estructura principal fueron calificadas como DES; los **anclajes dúctiles** (Rp = 3.0) corresponden a anclajes profundos con químicos epóxicos o anclajes vaciados en el sitio, siendo el ejemplo más común las dovelas con el acero de refuerzo que conectan al muro con la estructura sismorresistente principal, las barras epóxicas de amarre perforadas en el elemento de concreto y las platinas o insertos metálicos embebidos en la viga durante el vaciado. Los **anclajes no dúctiles** (Rp = 1.5) abarcan los pernos de expansión, los anclajes superficiales con químicos, los anclajes

superficiales vaciados en el sitio y los colocados por medios explosivos, e incluyen expresamente, según el propio texto normativo, las barras de refuerzo con ganchos en los extremos embebidas dentro del mortero de pega de la mampostería, es decir, el refuerzo horizontal mediante grafiles o mallas RAM tendida en la junta horizontal cada ciertas hiladas; finalmente, los **anclajes húmedos** (Rp = 0.5) son aquellos en que se utiliza mortero, o adhesivos que pegan directamente al mortero o al concreto, sin ningún tipo de anclaje mecánico resistente a tracción, de modo que la unión depende exclusivamente de adherencia, y solo son admitidos en grado de desempeño bajo.

Tabla 2. Coeficiente de amplificación dinámica "a_p", tipo de anclajes o amarres requeridos y coeficiente de capacidad de disipación de energía R_p.

Elemento no estructural	a_p	Tipo de anclajes para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R_p, mínimo requerido		
		Grado de desempeño		
		Superior	Bueno	Bajo
Fachadas				
• paneles prefabricados apoyados arriba y abajo	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• en vidrio apoyadas arriba y abajo	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• lámina en yeso, con costillas de acero	1	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• mampostería reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas arriba y abajo	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• mampostería reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas solo abajo	2,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• mampostería no reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas arriba y abajo	1	No se permite este tipo de elemento no estructural	No se permite este tipo de elemento no estructural	1.5 No dúctiles
• mampostería no reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas solo abajo	2,5	No se permite este tipo de elemento no estructural	No se permite este tipo de elemento no estructural	1.5 No dúctiles
• mampostería no reforzada, confinada por la estructura	1	No se permite este tipo de elemento no estructural	No se permite este tipo de elemento no estructural	1.5 No dúctiles
Muros que encierran puntos fijos y ductos de escaleras, ascensores, y otros	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	0.5 Húmedos
Muros divisorios y particiones				
• corredores en áreas públicas	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	0.5 Húmedos[1]
• muros divisorios de altura total	1	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles	0.5 Húmedos[1]
• muros divisorios de altura parcial	2,5	1.5	1.5	0.5

Elemento no estructural	a_p	Tipo de anclajes para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R_p, mínimo requerido		
		Grado de desempeño		
		Superior	Bueno	Bajo
		No dúctiles	No dúctiles	Húmedos[1]
Elementos en voladizo vertical				
• áticos, parapetos y chimeneas	2,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
Anclaje de enchapes de fachada	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	0.5 Húmedos
Altillos	1,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
Cielos rasos	1	No dúctiles	1.5 No dúctiles	No requerido
Anaqueles, estanterías y bibliotecas de más de 2.50 m de altura, incluyendo el contenido				
• Diseñadas de acuerdo al Título F	2,5	6.0 Especiales	3.0 Dúctiles	No requerido
• Otras	2,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	No requerido
Tejas	1	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles	No requerido

4.1.3. OBTENCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS HORIZONTALES DE DISEÑO

Con los parámetros anteriores calculados, se procede a la estimación de las fuerzas sísmicas que actúan en los elementos no estructurales usando la Ecuación 3.

$$F_p = \frac{a_x a_p}{R_p} g M_p \quad (3)$$

El valor de la fuerza sísmica "F_p", no deberá ser inferior ser inferior a:

$$\frac{A_a I}{2} g M_p \quad (4)$$

Donde M_p es la masa del elemento no estructural, es decir,

$$F_p = \frac{a_x a_p}{R_p} g M_p \geq \frac{A_a I}{2} g M_p \quad (5)$$

5. METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES EN MAMPOSTERÍA

Para estimar el correcto anclaje del ladrillo se recurre a un modelo unidireccional que refleja las condiciones de carga a las que se verá sometido el muro, tal y como reflejan los diagramas de cuerpo libre de la Figura 4.

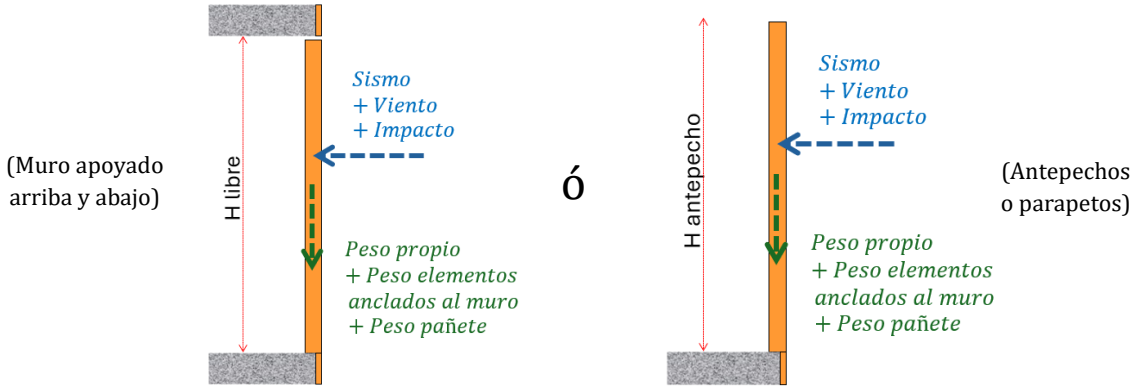


Figura 4. Diagrama de cuerpo libre para el análisis de muros en mampostería no estructural.

Dentro del análisis deberían considerarse las siguientes cargas:

- **Cargas verticales:** Peso propio del muro, peso de pañetes y/o estucos y peso de elementos anclados al muro.
- **Cargas perpendiculares al plano del muro:** Carga horizontal del sismo, presiones de viento y fuerzas de impacto.

Adicionalmente, deberán considerarse los efectos de los desplazamientos relativos entre apoyos superior e inferior cuando el muro se encuentre asegurado en ambos puntos obteniendo así la siguiente suposición de cargas.

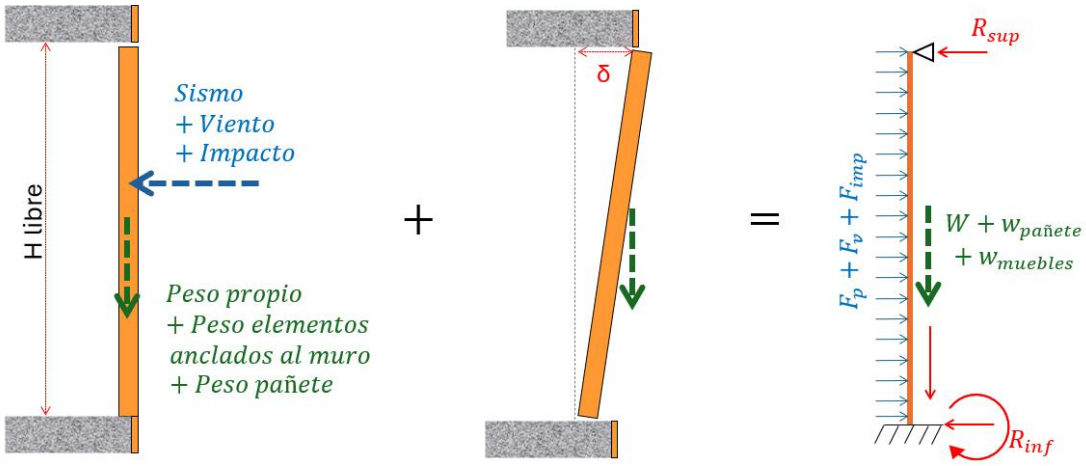


Figura 5. Diagrama de cuerpo libre para análisis del muro no estructural.

6. EJEMPLOS DE DISEÑO

6.1.1. Antepechos y parapetos

Determinar los efectos del sismo de diseño sobre un muro con una altura de 1,60m apoyado solamente en la base se encuentra sobra la placa del piso 5 de un edificio de seis pisos para un Grupo de Uso III. En la Figura 6 se muestra la ubicación del muro en el edificio. Adicionalmente se ha obtenido que de los periodos en planta, el que produce un valor más alto de Sa (0.28) es T=1.6 seg tal como se indica en la Figura 7.

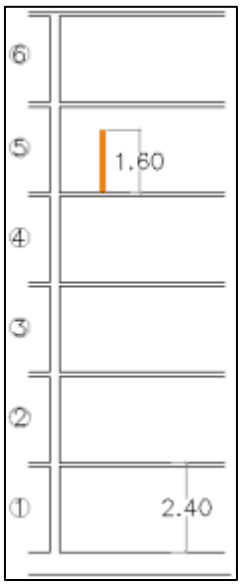


Figura 6. Esquema de ubicación muro no estructural.

Figura 7. Espectro elástico de aceleraciones del sitio en estudio.

La altura de apoyo del elemento no estructural h_x es 9.60 m y la altura equivalente h_{eq}=0.75x12=9.00m. Ya que $h_x \geq h_n$ entonces:

$$a_x = S_a \frac{h_x}{h_{eq}} = 0.28 * \frac{9.60}{9.00} = 0.30\ g$$

Se supone un peso del muro de 4.50 $^{kN}/_{m^2}$ (0,45 $^{ton}/_{m^2}$) y que se requiere un grado de desempeño superior de acuerdo con la especificación de la NSR.10.

Tabla 3 Determinación del grado de desempeño mínimo requerido.

Tabla A.9.2-1
Grado de desempeño mínimo requerido

Grupo de Uso	Grado de desempeño
IV	Superior
III	Superior
II	Bueno
I	Bajo

Ahora deben seleccionarse los valores correspondientes para los parámetros a_p y R_p

Tabla 4 Selección de ap y Rp.

Elemento no estructural	a_p	Tipo de anclajes para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R_p, mínimo requerido		
		Grado de desempeño		
		Superior	Bueno	Bajo
		No dúctiles	No dúctiles	Húmedos[a]
Elementos en voladizo vertical				
• áticos, parapetos y chimeneas	2,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
Anclaje de enchapes de fachada	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	0.5 Húmedos
Altillos	1,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
Cielos rasos	1	No dúctiles	1.5 No dúctiles	No requerido
Anaqueles, estanterías y bibliotecas de más de 2.50 m de altura, incluyendo el contenido				
• Diseñadas de acuerdo al Título F	2,5	6.0 Especiales	3.0 Dúctiles	No requerido
• Otras	2,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	No requerido
Tejas	1	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles	No requerido

Ahora se calculó la fuerza sísmica reducida de diseño sobre el muro por unidad de área

$$F_p = \frac{a_x a_p}{R_p} g M_p = \frac{0.30x2.5x0.45}{3} = 0.1125\ ton/m^2 = 1.125\ kN/m^2$$

Cálculo del momento en la base del muro

$$M_p = 1.125 \frac{1.60^2}{2} = 1.44\ kN - m$$

Es necesario proporcionar refuerzo para este momento y asegurar un detalle que garantice

$R_p = 3,0$

6.2. Muro divisorio soportado en la base y en el extremo superior.

Figura 8. Esquema de ubicación del elemento no estructural

En las mismas condiciones anteriores se tiene un muro de altura 2,30 m cuyo peso es de 3.50 $\frac{kN}{m^2}$ (0,35 $\frac{ton}{m^2}$) y para un grupo de uso II. Como en el caso anterior a_x = 0.30 g. Debe seleccionarse el grado de desempeño del elemento.

Tabla 5 Selección del grado de desempeño mínimo requerido.

Tabla A.9.2-1
Grado de desempeño mínimo requerido

Grupo de Uso	Grado de desempeño
IV	Superior
III	Superior
II	Bueno
I	Bajo

También se seleccionan los parámetros a_p y R_p correspondientes.

Tabla 6 Selección de ap y Rp.

Elemento no estructural	a_p	Tipo de anclajes para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R_p, mínimo requerido		
		Grado de desempeño		
		Superior	Bueno	Bajo
Fachadas				
• paneles prefabricados apoyados arriba y abajo	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• en vidrio apoyadas arriba y abajo	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• lámina en yeso, con costillas de acero	1	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• mampostería reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas arriba y abajo	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• mampostería reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas solo abajo	2,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles

Fuerza sobre el muro (por m²):

$$F_p = \frac{a_x a_p}{R_p} g M_p = \frac{0.30x1.0x0.35}{1.5} = 0.7\ kN/m^2 = 0.07\ ton/m^2$$

Se calcula el momento producido por la fuerza en los extremos del muro por metro de longitud.

$$M_p = \frac{0.7x2.30^2}{8} = 0.46\ kN - m = 0.046\ ton - m$$

Y se obtiene también la fuerza de corte por metro de longitud

$$V_p = \frac{0.7x2.30}{2} = 0.81\ kN = 0.081\ ton$$

SI se dispone de columnetas con separación de 1,5 m.

$$M = 0.46x1.5 = 0.69\ kN - m\ (0.069\ ton - m)$$

Si la columneta es de 15 x 20, espesor del muro 15 cm, (d=7,5 cm)

A_s=0,30 cm² $V = 0.81x1.5 = 1.215\ kN$

Pero el detalle en el apoyo es de sumo cuidado porque si el muro se ha separado en el extremo superior una cantidad del orden de 1 cm, la varilla de refuerzo tiene con esta dimensión una enorme rigidez de manera que el muro es fácilmente arrastrado por la estructura.

Los detalles que se han preparado comprenden la colocación de un elemento aislante para la varilla en el extremo superior, para que ella tenga una longitud libre mayor y permita una deformación lateral pero que continúe soportando el muro.

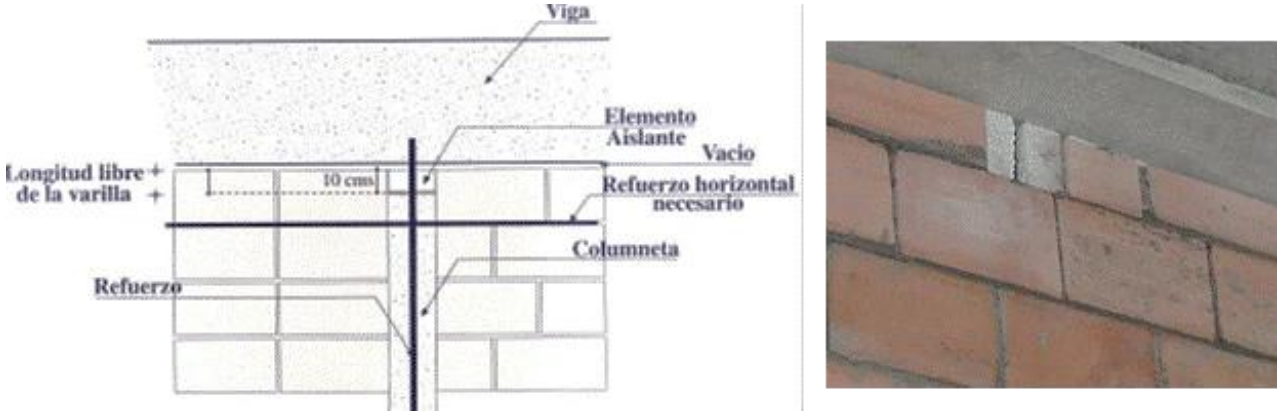


Figura 9. Esquema de ubicación del elemento no estructural

DETALLE DE SOPORTE SUPERIOR

DETALLE 1

Es estas condiciones la situación de la varilla es:

$$2M = Vl$$

$$M = \frac{Vl}{2}$$

Y por otra parte como $\sigma = \frac{Mc}{I}$

Para una varilla $I = \frac{\pi D^4}{64}$: $\quad c = \frac{D}{2}$

$\sigma = \frac{32M}{\pi D^3} = \frac{16\,Vl}{\pi D^3}$: $\quad V = \frac{\pi D^3 \sigma}{16l}$

Para acero de fluencia $\sigma = 420MPa$ $\left(4200\ {}^{kg}/_{cm^2}\right)$

$$V = \frac{82.47\ x\ D^3}{l}$$

Para $l = 100mm\ (10\ cm)$ $\quad v = 0{,}824D^3 \quad (N); \quad D(mm)$

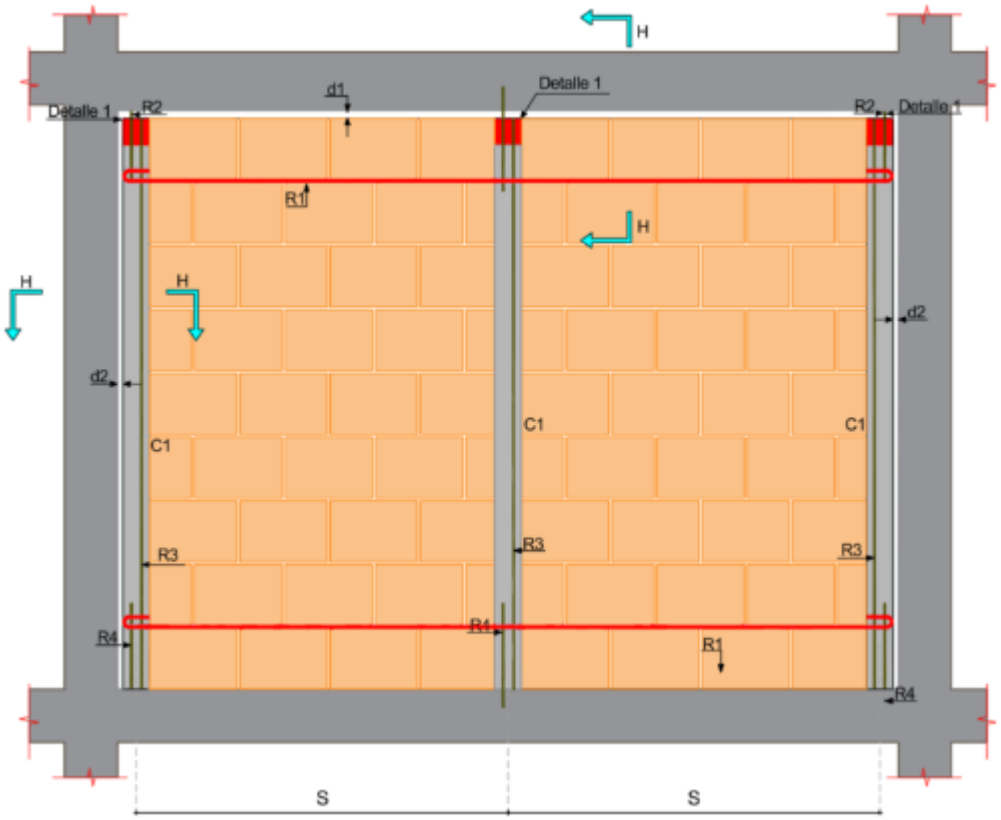
Así para

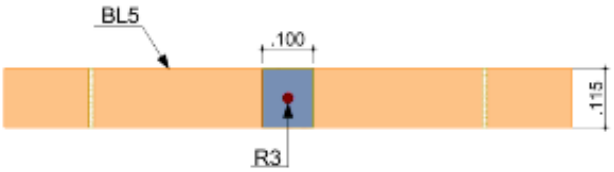
$$\emptyset\ 1/2"\ \ V = 1688\ \ N = 1{,}69kN\ (0{,}169ton)$$
$$\emptyset\ 5/8"\ \ V = 3312\ \ N = 3{,}31kN\ (0{,}331ton)$$
$$\emptyset\ 3/4"\ \ V = 5696\ \ N = 5{,}70kN\ (0{,}570ton)$$

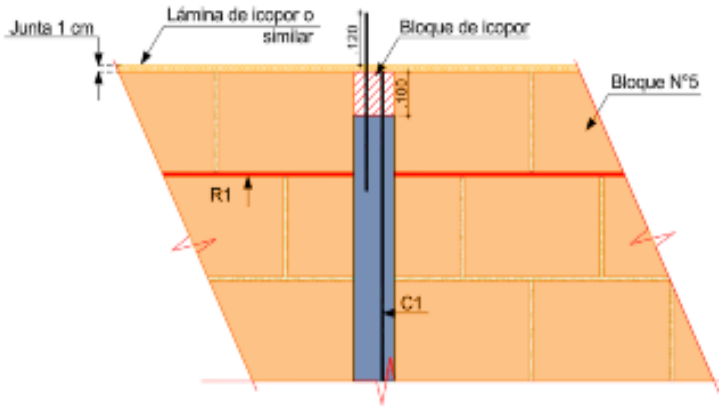
En consecuencia, en nuestro caso necesitamos un elemento de conexión Ø ½" en el extremo superior.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

ELEMENTOS DE FACHADA CON PAÑETE EN BLOQUE No. 5







S 4 m Separación máxima entre columnetas

R1 Son 2Ø 4mm c/4 Hiladas

R2 1 Ø 1/2¨ L=50 cm anclada 12 cm con resina epóxica.

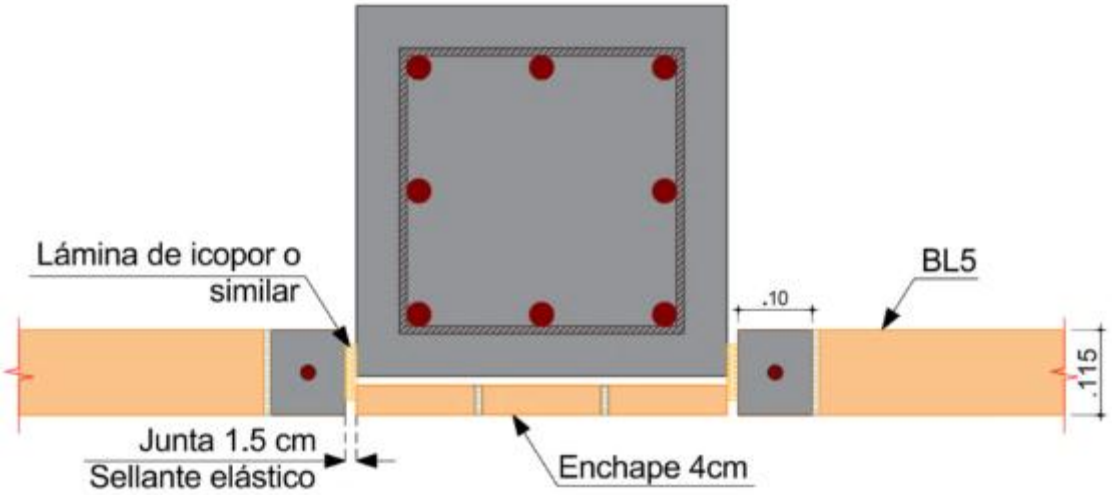
R3 1 Ø 3/8¨ L=Luz libre – 5 cm

R4 1 Ø 3/8¨ L=30 cm anclada 10 cm con resina epóxica.

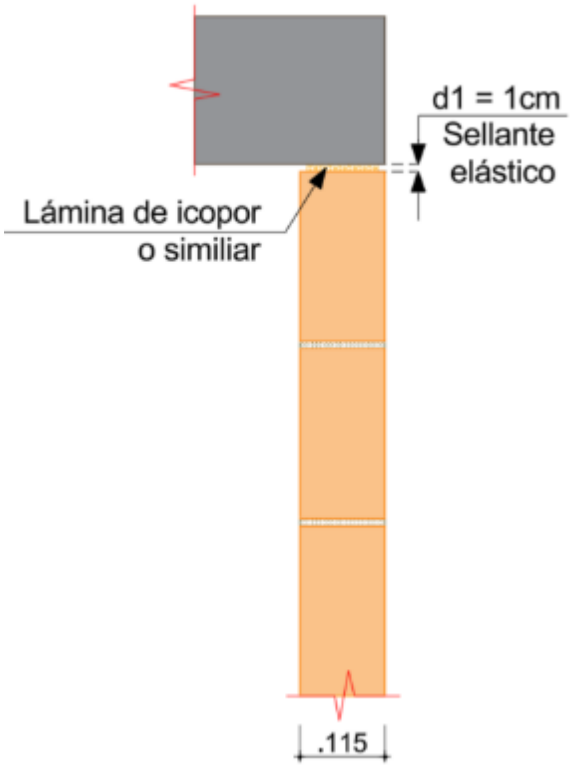
d 1 Dilatación 1 cm (dejar icopor o similar de 1cm)

d 2 Dilatación 1,5 cm (dejar icopor o similar de 1,5cm)

ELEMENTOS DE FACHADA CON PAÑETE EN BLOQUE No. 5

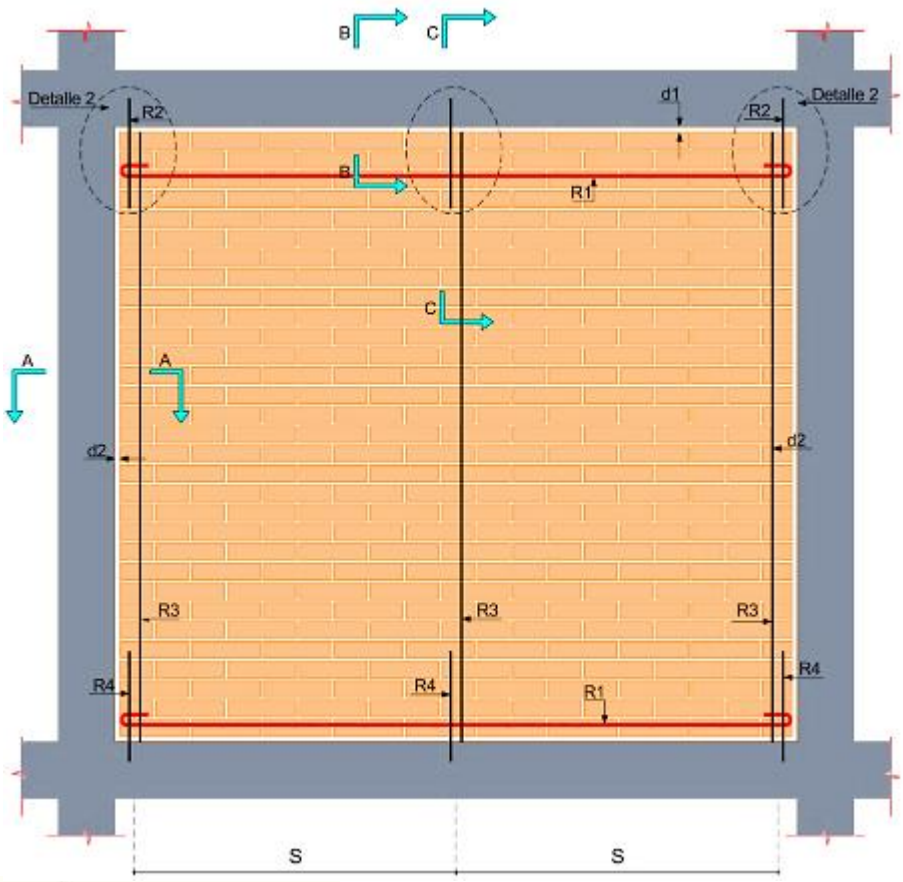


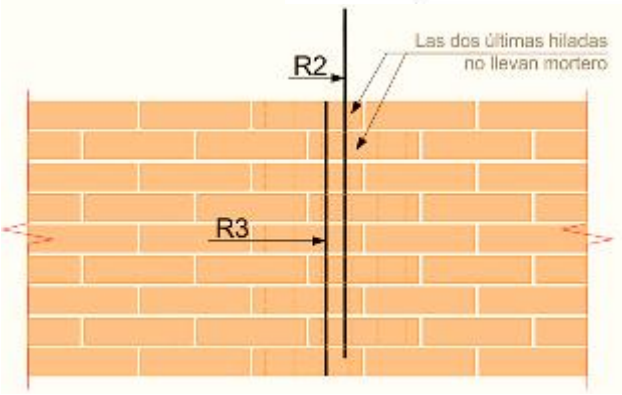
CORTE H – H



CORTE I – I

ELEMENTOS DE FACHADA EN LADRILLO A LA VISTA CON ENCHAPE EN COLUMNAS Y VIGAS



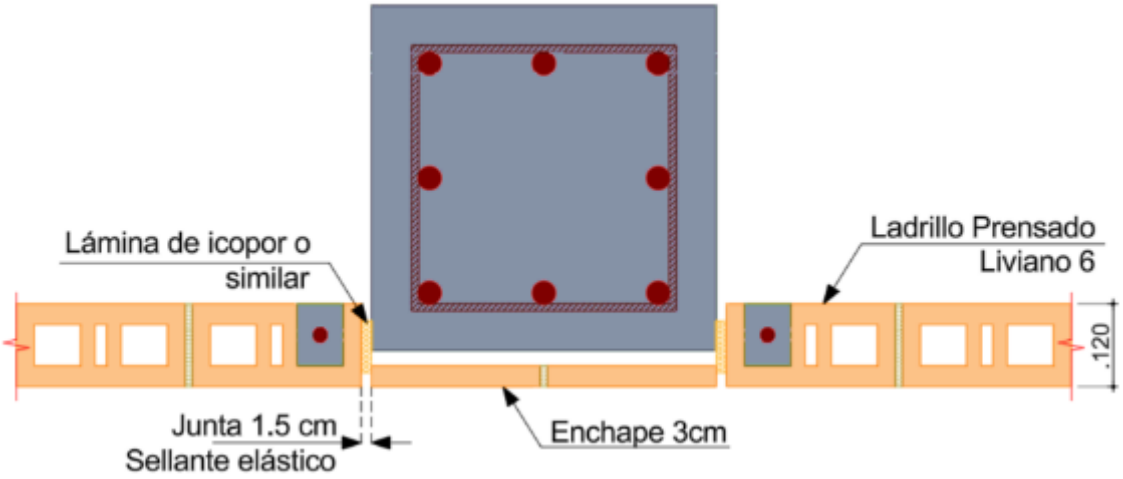


DETALLE 2

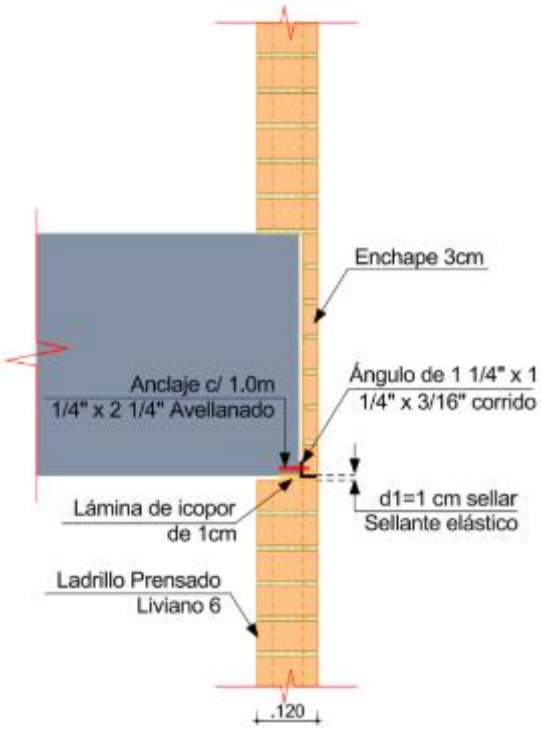
S Separación máxima entre columnatas
R1 Son 2 Ø 4mm c/10 Hiladas
R2 1 Ø 1/2¨ L=50 cm anclada 12 cm con resina epóxica.
R3 1 Ø 3/8¨ L=Luz libre – 5 cm
R4 1 Ø 3/8¨ L=30 cm anclada 10 cm con resina epóxica.
d 1 Dilatación 1 cm (dejar icopor o similar de 1cm)
d 2 Dilatación 1,5 cm (dejar icopor o similar de 1,5cm)

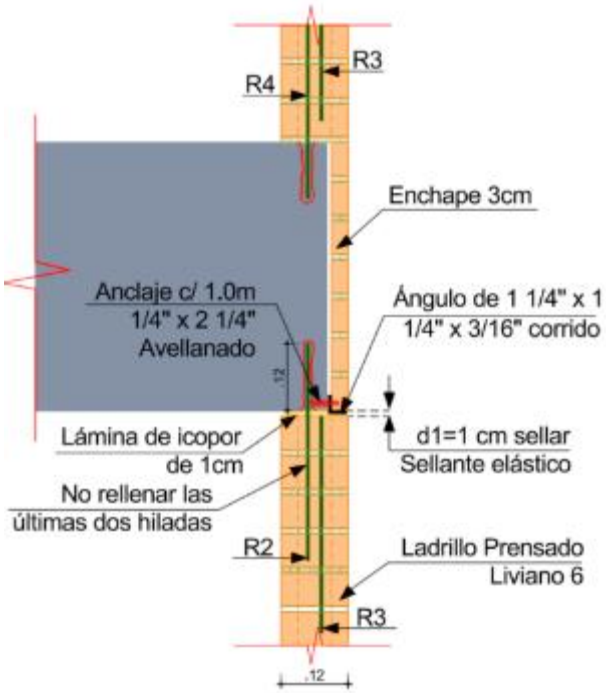
Las armaduras que se indican son una guía que varía según los cálculos que se hagan para el sitio y demás características de la construcción.

ELEMENTOS DE FACHADA EN LADRILLO A LA VISTA CON ENCHAPE EN COLUMNAS Y VIGAS

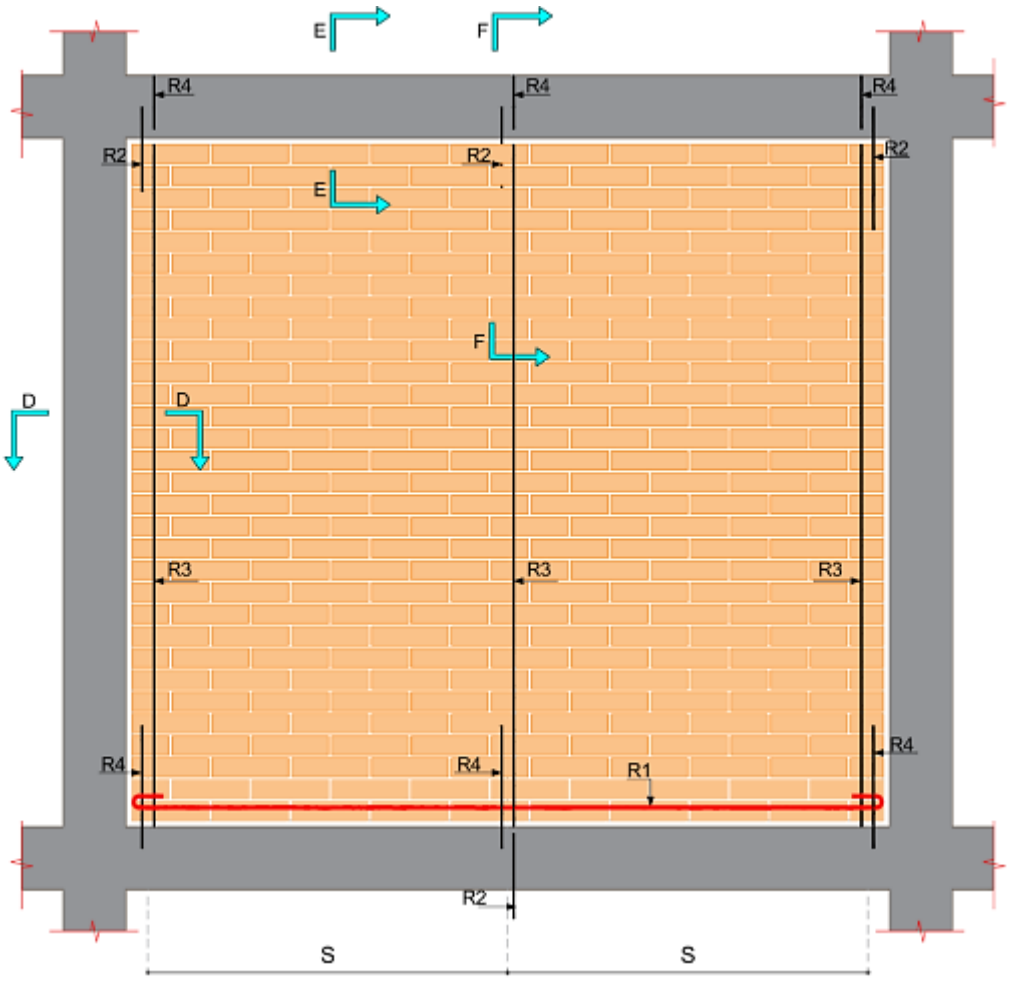


CORTE A – A

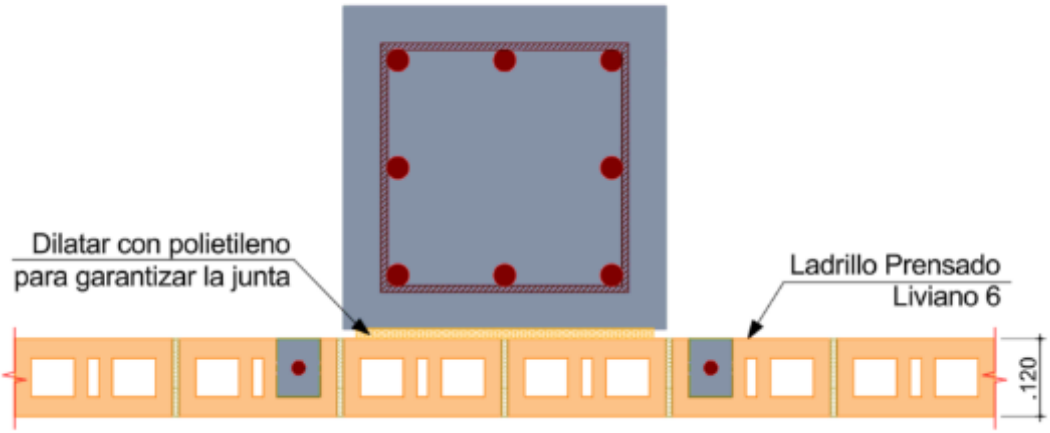


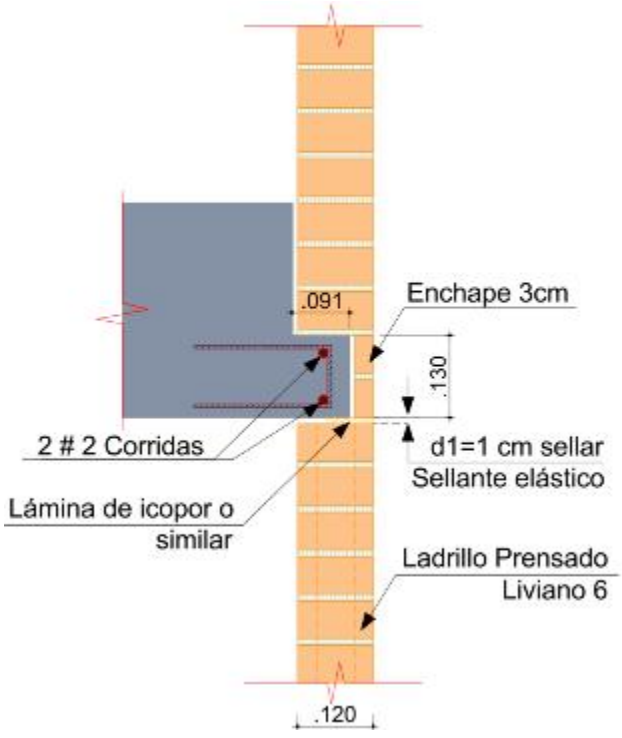


ELEMENTOS DE FACHADA A LA VISTA EN LADRILLO, PERO CON UNIDAD COMPLETA EN PLACA Y COLUMNA

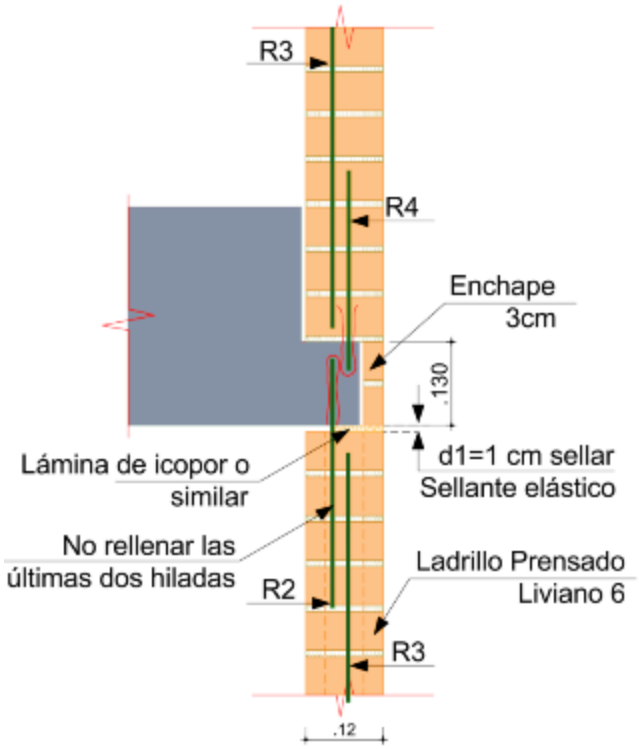


ELEMENTOS DE FACHADA A LA VISTA EN LADRILLO, PERO CON UNIDAD COMPLETA EN PLACA Y COLUMNA



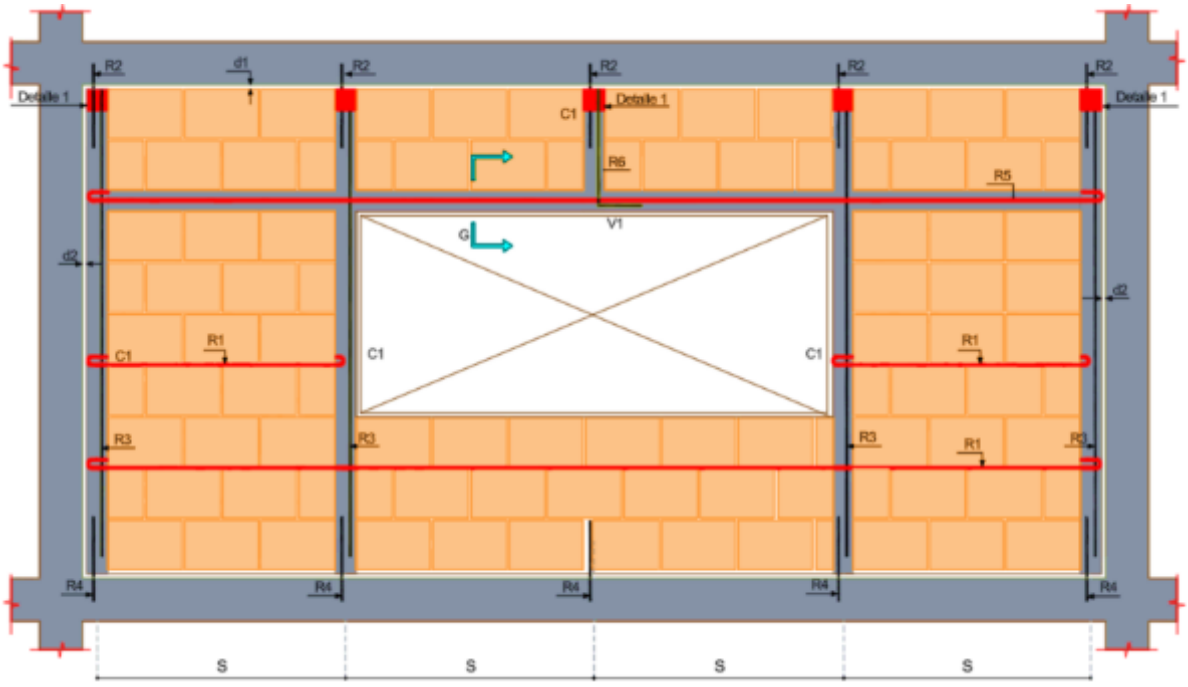


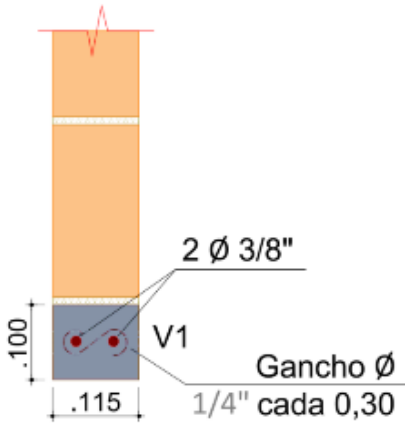
CORTE E - E



CORTE F - F

ELEMENTOS DE FACHADA CON PAÑETE EN BLOQUE No.5 CON VENTANA





CORTE G - G

S 2m Separación máxima entre columnatas

R1 Son 2 Ø 4mm c/4 Hiladas

R2 1 Ø 1/2¨ L=50 cm anclada 12 cm con resina epóxica.

R3 1 Ø 3/8¨ L=Luz libre – 5 cm

R4 1 Ø 3/8¨ L=30 cm anclada 10 cm con resina epóxica.

R5 2 Ø 3/8¨ Corridas

R6 1 Ø 3/8¨ para dividir luz del dintel.

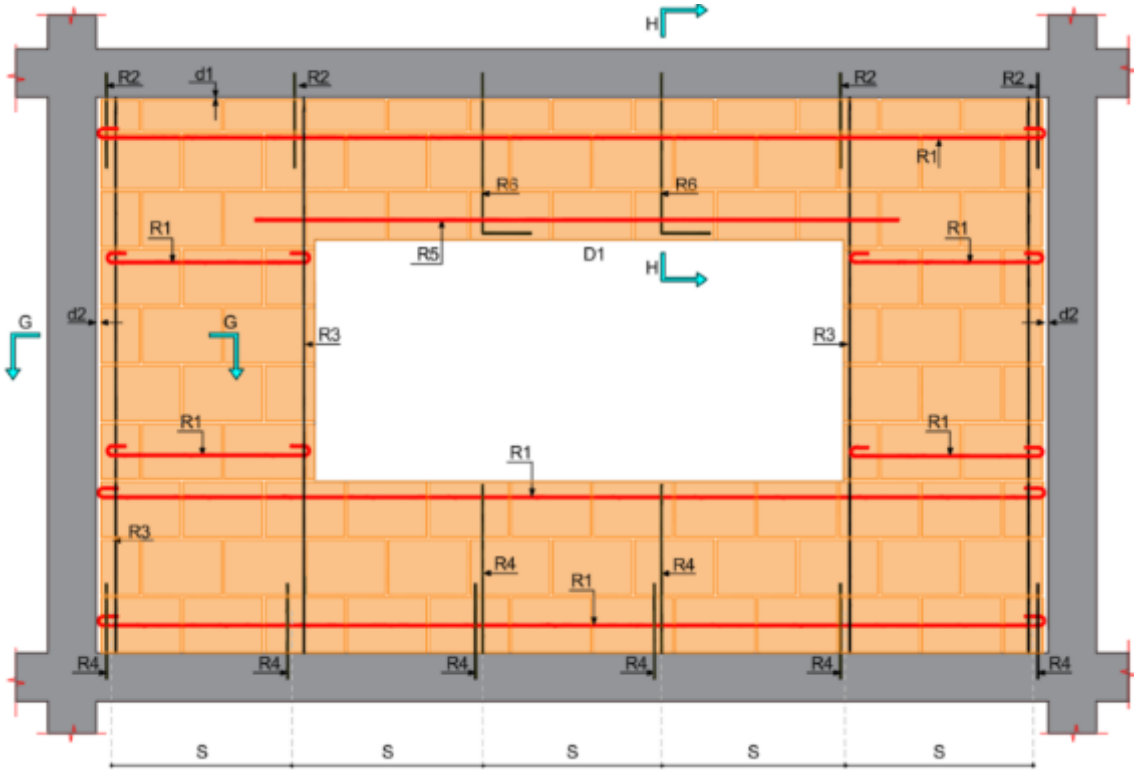
d 1 Dilatación 1 cm (dejar icopor o similar de 1 cm)

d 2 Dilatación 1,5 cm (dejar icopor o similar de 1,5cm)

c1 Columneta de 0,10 x 0,115

Las armaduras que se indican son una guía que varía según los cálculos se hagan para el sitio y demás características de la construcción.

ELEMENTOS DE FACHADA CON PAÑETE EN TOLETE CON VENTANA



S 2m Separación máxima entre columnetas refuerzos verticales

R1 Son 2 Ø 4mm c/4 Hiladas

R2 1 Ø 1/2¨ L=50 cm anclada 12 cm con resina epóxica.

R3 1 Ø 3/8¨ L=Luz libre – 5 cm

R4 1 Ø 3/8¨ L=30 cm anclada 10 cm con resina epóxica.

R5 2 Ø 3/8¨ Corridas

R6 2 Ø 3/8¨ para dividir luz del dintel.

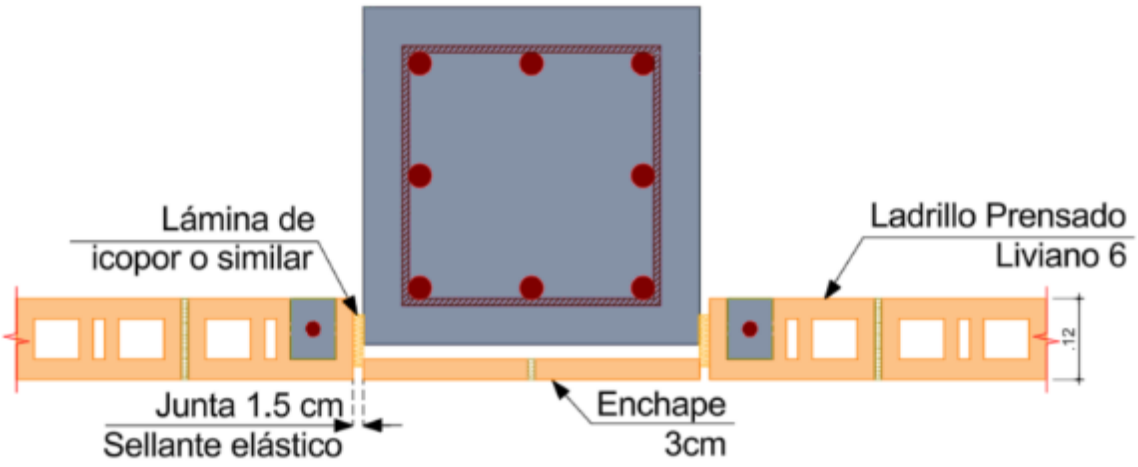
d 1 Dilatación 1 cm (dejar icopor o similar de 1 cm)

d 2 Dilatación 1,5 cm (dejar icopor o similar de 1,5 cm)

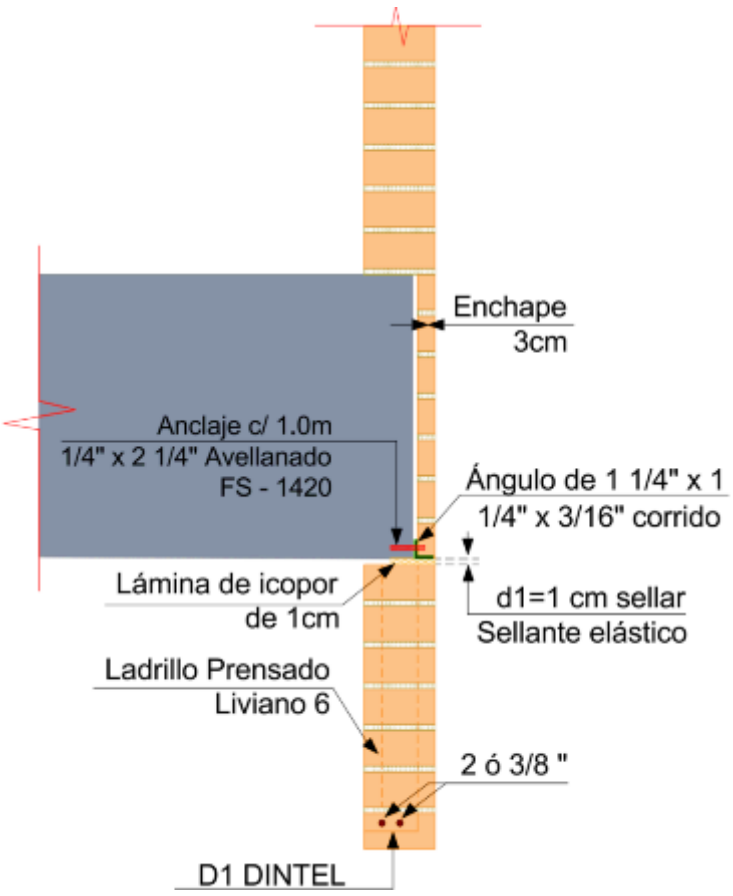
D1 Dintel enchapado

Las armaduras que se indican son una guía que varía según los cálculos que se hagan para el sitio y demás características de la construcción

ELEMENTOS DE FACHADA CON PAÑETE EN TOLETE CON VENTANA

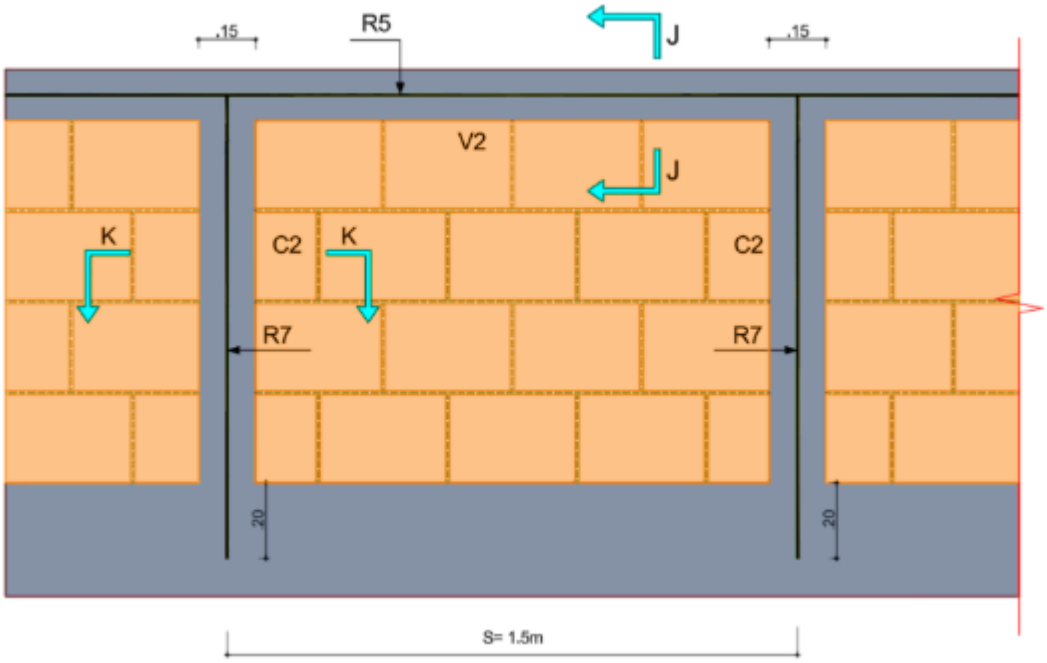


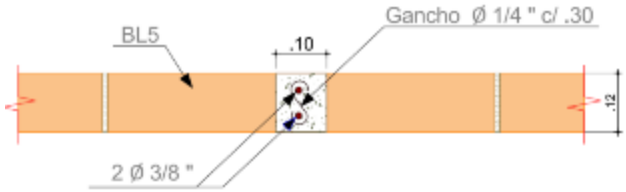
Nota: Si no se quiere mostrar las juntas verticales alrededor de las columnas las juntas pueden hacerse en cremallera



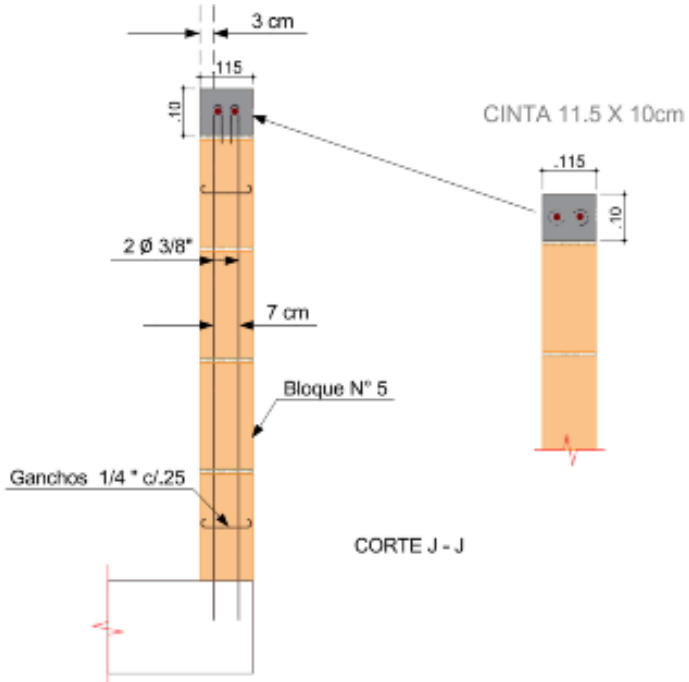
CORTE H - H

ANTEPECHOS Y PARAPETOS EN BLOQUE No. 5 CON PAÑETE





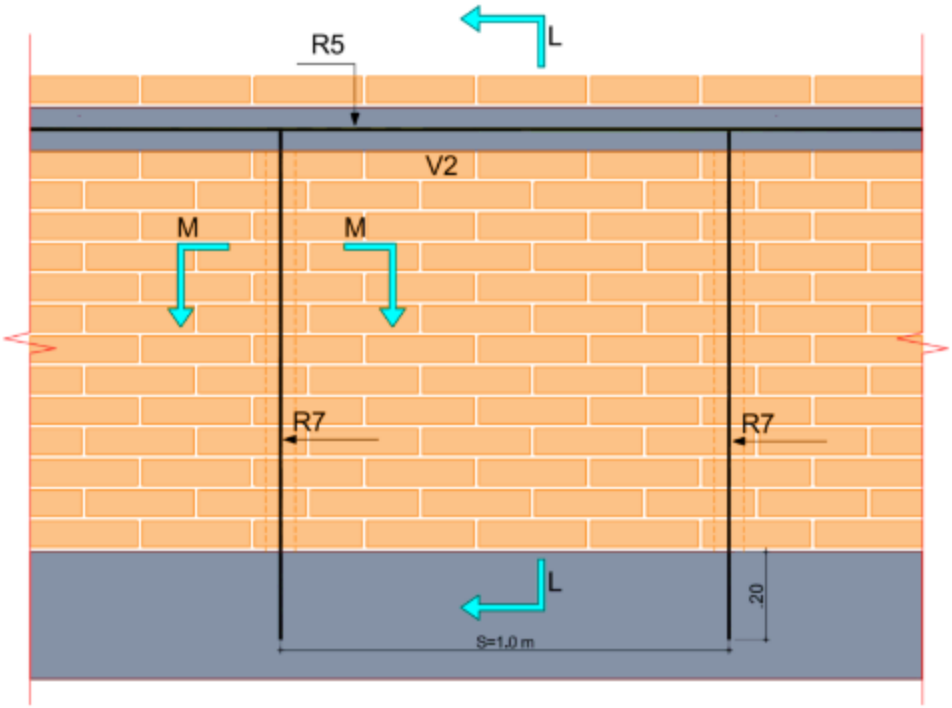
CORTE K - K

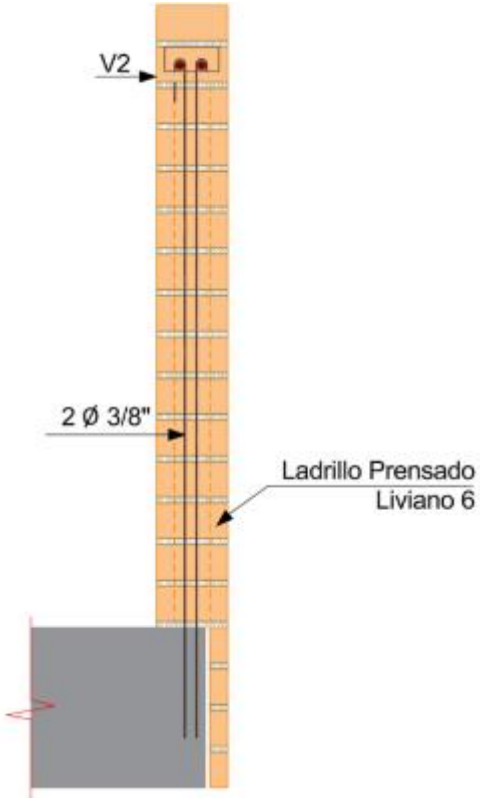


CORTE J – J

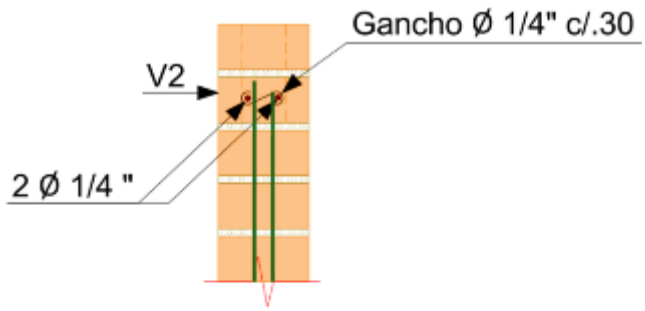
R5	2 Ø 1/4
R7	2 Ø 3/8
C2	Columnetas S=10 x 11.5.
V2	Cinta de 11,5 x 10

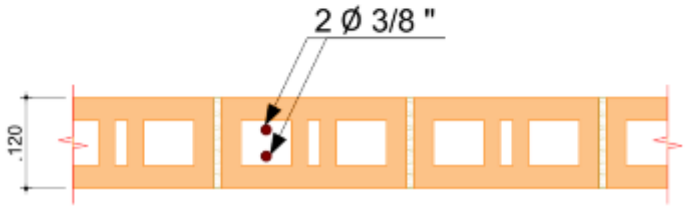
ANTEPECHOS Y PARAPETOS EN TOLETE





CORTE L – L

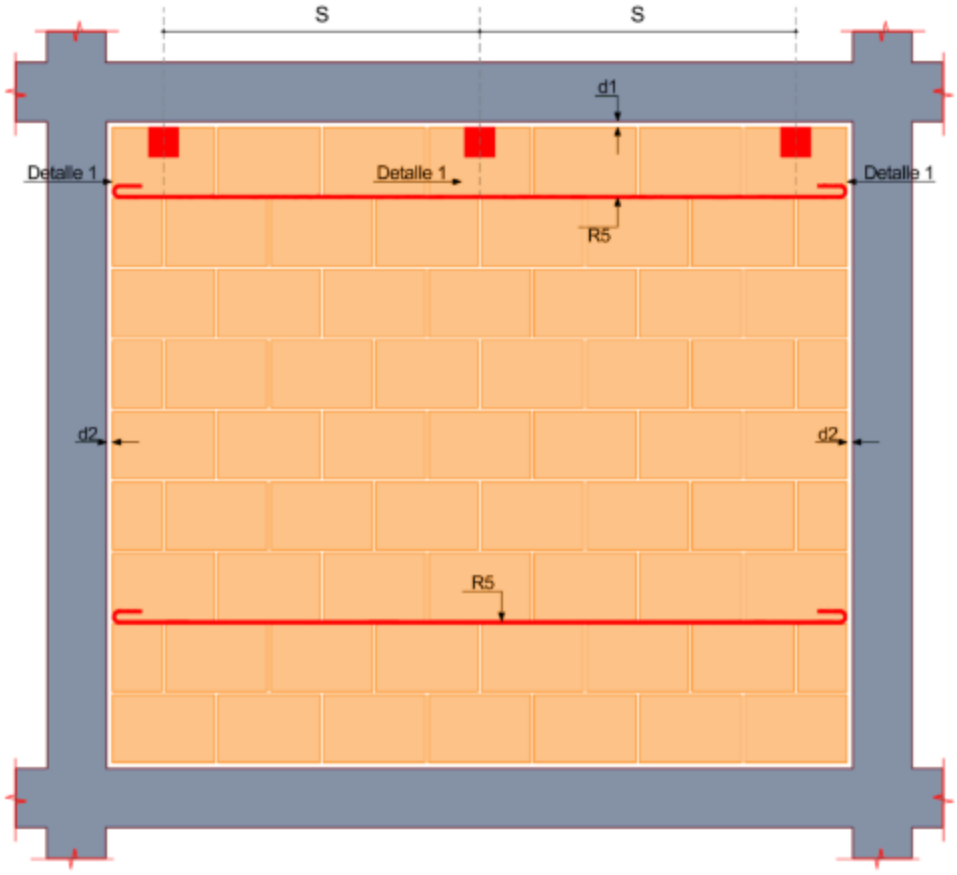


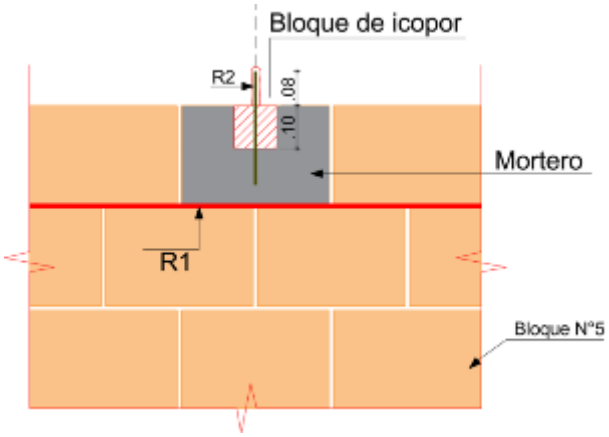


CORTE M – M

ELEMENTOS INTERIORES ENMARCADOS EN PLACA Y COLUMNAS EN BLOQUE

No. 5 GRADO DE DESEMPEÑO BUENO





S	1,5 m Separación máxima entre anclajes.
R1	Son 2 Ø 4mm c/4 Hiladas
R2	1 Ø 1/2¨ L=50 cm anclada 12 cm con resina epóxica.
d 1	Dilatación 1 cm (dejar icopor o similar de 1 cm)
d 2	Dilatación 1,5 cm (dejar icopor o similar de 1,5cm)

Las armaduras que se indican son una guía que varía según los cálculos que se hagan para el sitio y demás características de la construcción.

PRUEBAS DE LABORATORIO

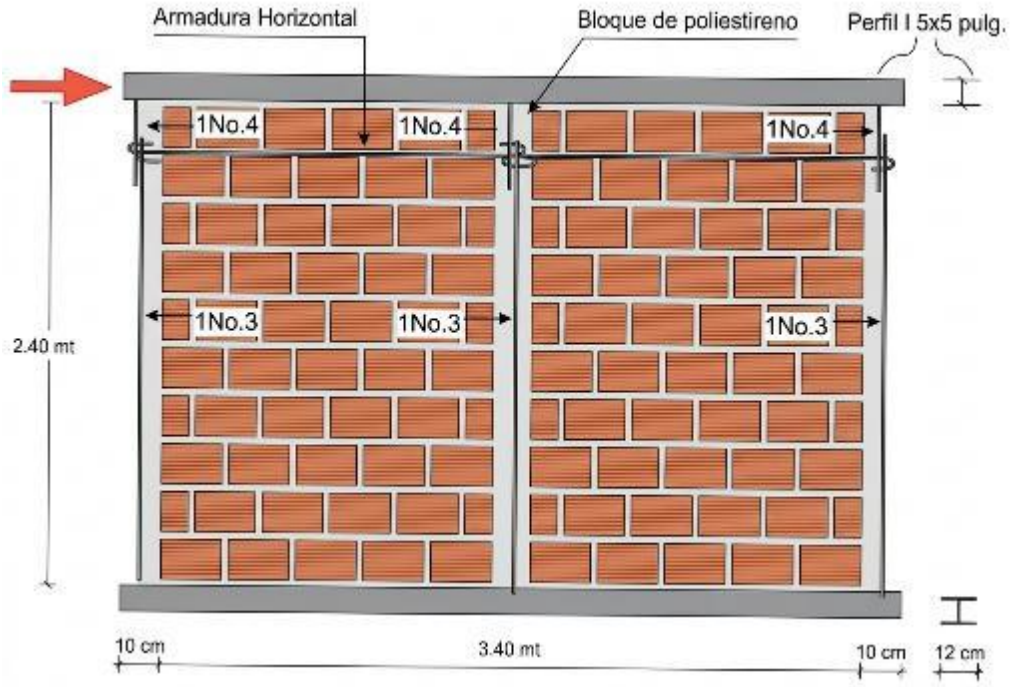
Con el objeto de estudiar la efectividad de la conexión y sobre todo para para comprobar el buen funcionamiento del aislamiento propuesto para dar flexibilidad a la varilla, se llevaron a cabo pruebas a muros construidos con bloque No. 5 y con sus columnetas y conexiones. Todo a escala real.

En el laboratorio se aplicaron desplazamientos a la viga superior, habiendo alcanzado sin daño del muro, desplazamientos de 3 cm, lo cual se considera satisfactorio ya que este desplazamiento implica 0,0125 veces de altura del muro, mucho más que el 1% de la deriva de piso restringido por norma.

Debe llamarse la atención a la importancia del buen vinculo necesario entre el refuerzo horizontal en la hilada superior con las varillas de refuerzo de las columnetas

Adicionalmente, para el estudio del comportamiento de este sistema de vínculos ante efectos normales al plano del muro, los muros se colocaron horizontalmente y se les aplicaron sobrecargas, habiendo resistido cargas adicionales a su peso entre 120 kg/m^2, lo cual se considera igualmente ampliamente satisfactorio.

PRUEBA DEL MURO CON FUERZA HORIZONTAL



ENSAYO DE CARGA NORMAL AL PLANO DEL MURO

AYUDAS DE DISEÑO

Para determinar el valor de α_x, primero se debe establecer la **altura de localización del apoyo del elemento no estructural**, h_x, y la **altura equivalente de la estructura**, definida como:

$$h_{eq} = 0.75 h_n$$

A continuación, se calcula la relación:

$$h_x \,/\, h_{eq}$$

La selección de la tabla para obtener α_x depende de la ubicación del elemento con respecto a h_{eq}:

- Si $h_x > h_{eq}$, se debe emplear el ábaco de la **Tabla A-1** para determinar el valor de α_x, utilizando el valor conocido de S_a.
- Si $h_x < h_{eq}$, se deben emplear los ábacos de las **Tablas A-2 a A-5**, según corresponda, utilizando como parámetros la relación h_x/h_{eq} y el valor de A_s.

De esta manera, la comparación entre h_x y h_{eq} define el procedimiento y la tabla que debe utilizarse para calcular α_x.

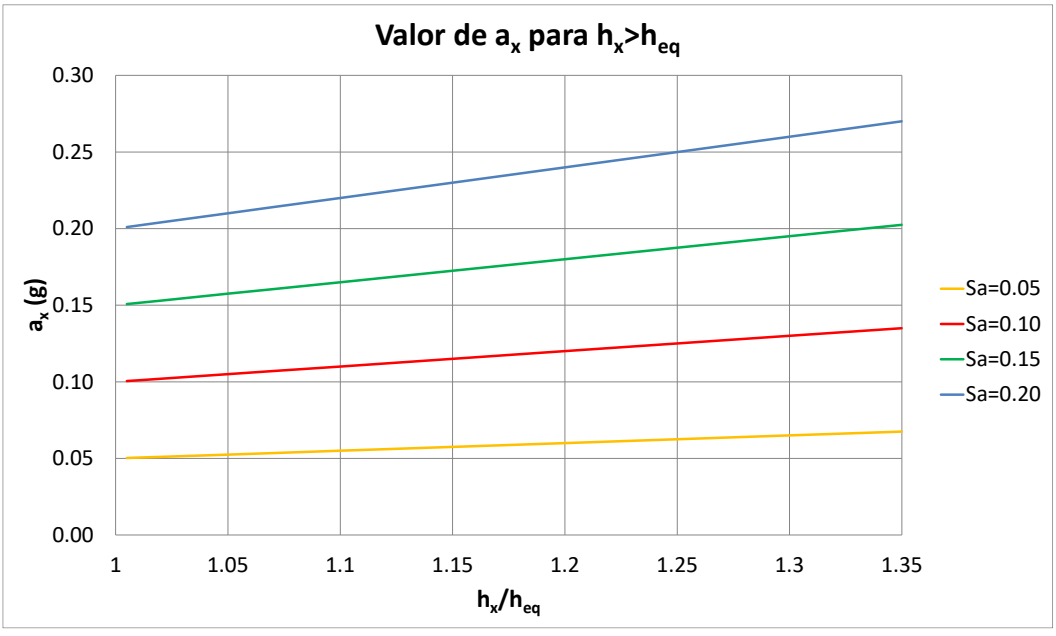


Tabla A-1. Valores de ax para $h_x > h_{eq}$.

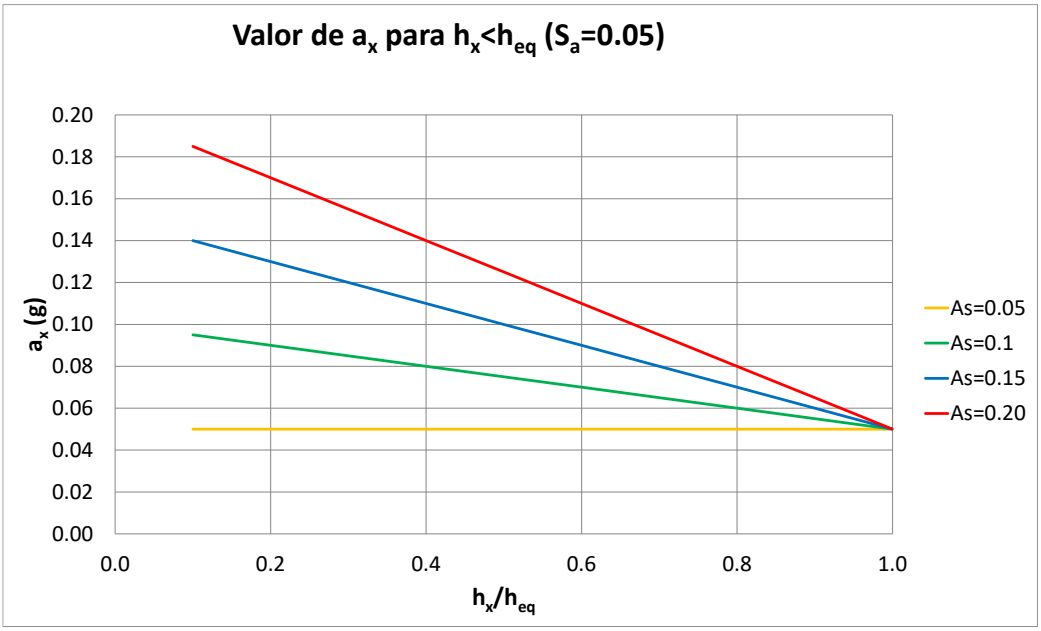


Tabla A-2. Valores de ax para $h_x<h_{eq}$ y S_a=0.05.

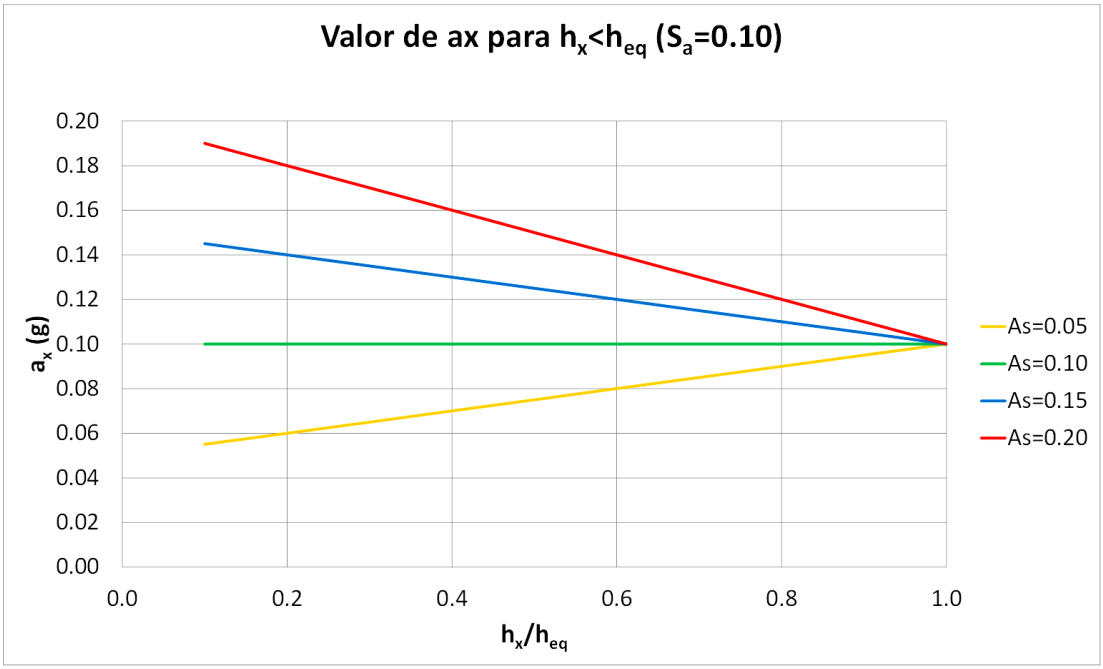


Tabla A-3. Valores de ax para $h_x<h_{eq}$ y S_a=0.10.

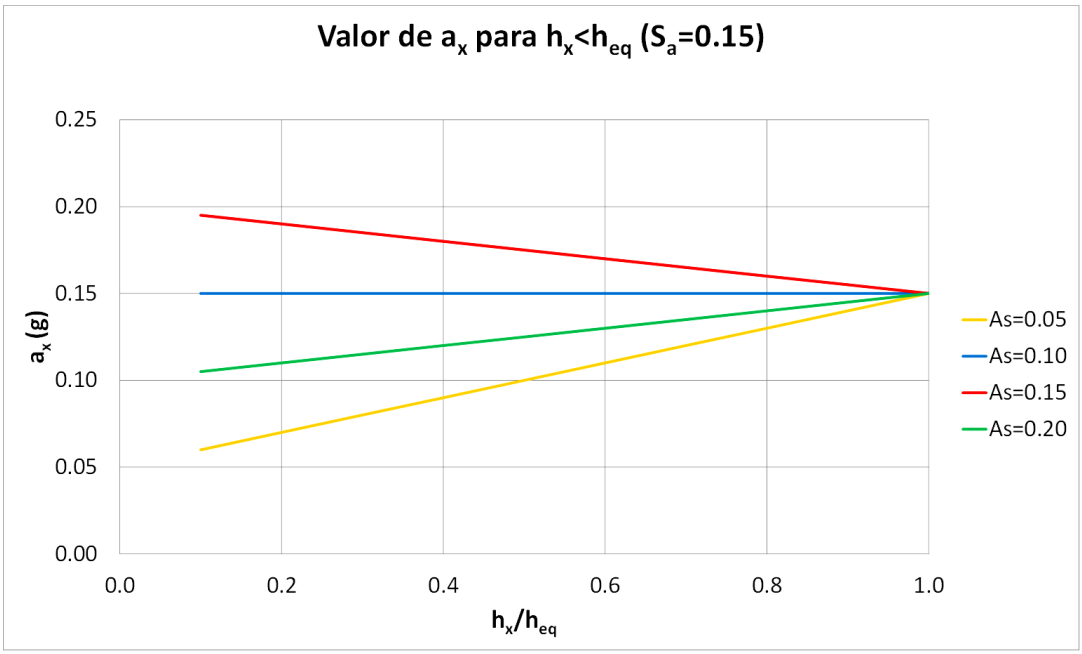


Tabla A-4. Valores de ax para $h_x<h_{eq}$ y S_a=0.15.

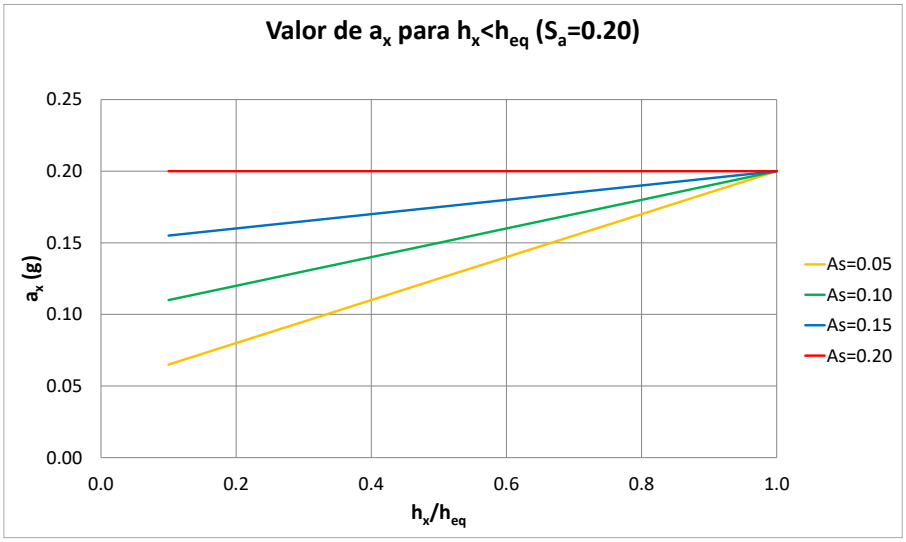


Tabla A-5. Valores de ax para $h_x<h_{eq}$ y S_a=0.20.

Ya obtenido el valor de a_x se escoge la pareja de valores a_p y R_p apropiados para el elemento no estructural según la Tabla A-1.

Elemento no estructural	a_p	Tipo de anclajes para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R_p, mínimo requerido		
		Grado de desempeño		
		Superior	Bueno	Bajo
Fachadas				
• paneles prefabricados apoyados arriba y abajo	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• en vidrio apoyadas arriba y abajo	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• lámina en yeso, con costillas de acero	1	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• mampostería reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas arriba y abajo	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• mampostería reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas solo abajo	2,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
• mampostería no reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas arriba y abajo	1	No se permite este tipo de elemento no estructural	No se permite este tipo de elemento no estructural	1.5 No dúctiles
• mampostería no reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas solo abajo	2,5	No se permite este tipo de elemento no estructural	No se permite este tipo de elemento no estructural	1.5 No dúctiles
• mampostería no reforzada, confinada por la estructura	1	No se permite este tipo de elemento no estructural	No se permite este tipo de elemento no estructural	1.5 No dúctiles
Muros que encierran puntos fijos y ductos de escaleras, ascensores, y otros	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	0.5 Húmedos
Muros divisorios y particiones				
• corredores en áreas públicas	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	0.5 Húmedos[1]
• muros divisorios de altura total	1	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles	0.5 Húmedos[1]
• muros divisorios de altura parcial	2,5	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles	0.5 Húmedos[1]
Elementos en voladizo vertical				
• áticos, parapetos y chimeneas	2,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
Anclaje de enchapes de fachada	1	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	0.5 Húmedos
Altillos	1,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles
Cielos rasos	1	No dúctiles	1.5	No requerido

Elemento no estructural	a_p	Tipo de anclajes para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R_p, mínimo requerido		
		Grado de desempeño		
		Superior	Bueno	Bajo
			No dúctiles	
Anaqueles, estanterías y bibliotecas de más de 2.50 m de altura, incluyendo el contenido				
• Diseñadas de acuerdo al Título F	2,5	6.0 Especiales	3.0 Dúctiles	No requerido
• Otras	2,5	3.0 Dúctiles	1.5 No dúctiles	No requerido
Tejas	1	1.5 No dúctiles	1.5 No dúctiles	No requerido

Tabla A-1. Valores de ap y Rp.

En el siguiente paso se usan los valores anteriormente hallados de ax, ap y Rp para hallar el valor de na variable que se denominará J la cual debe ser multiplicada por el peso del elemento no estructural W para hallar la fuerza sísmica F_p que actúa sobre él.

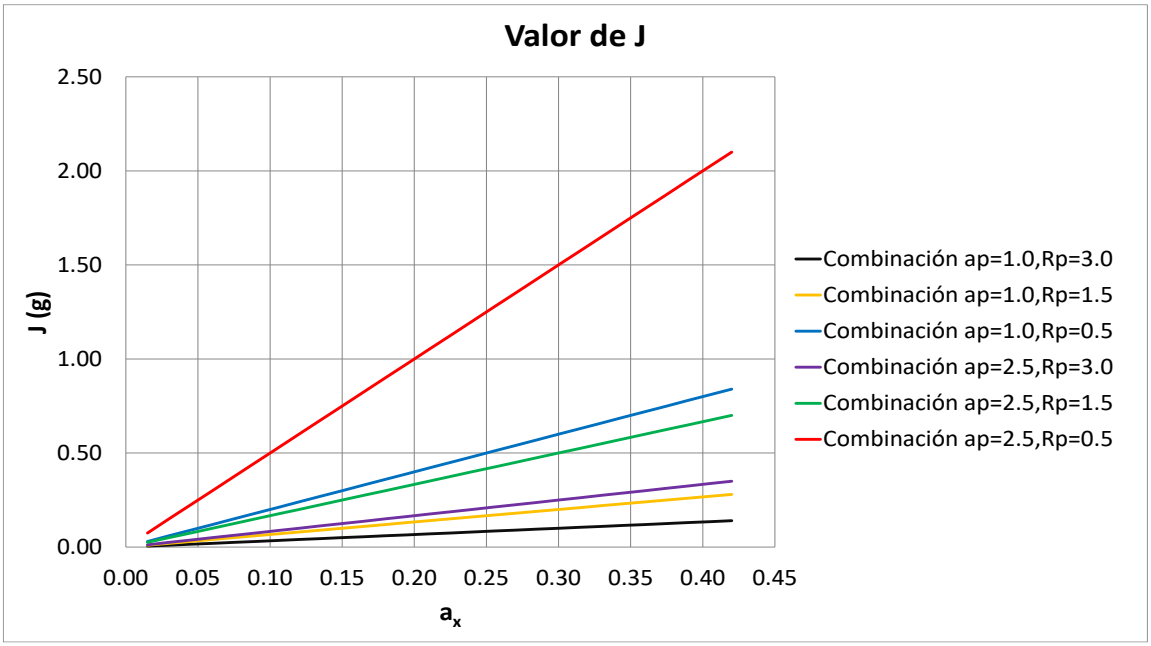


Tabla A-6. Valor de J usado para obtener la fuerza sísmica en el elemento no estructural.

Calculado el valor de J, este se multiplica por el peso del elemento no estructural y se obtiene la fuerza sísmica F_p que actúa sobre él.

$$F_{p=}JW$$

Área Técnica
Gerencia de Ingeniería e I y D.
Fecha: Octubre de 2.026