MEMORIAS DE CALCULO Y DISEÑO

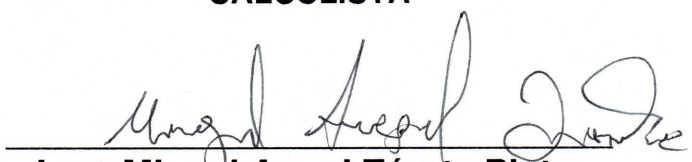
DISEÑO ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

"CONSTRUCCIÓN DE LA SALA DE OPERACIONES DE APOYO AÉREO EN LAS INSTALACIONES DEL CANTÓN MILITAR PALONEGRO DIV02 DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

PROPIETARIO
:

BUCARAMANGA – SANTANDER

CALCULISTA



Ing. Miguel Angel Zárate Plata.
Mat. 68202-377392 STD
Ingeniero Civil Especialista en Estructuras

Realizado en:
Bucaramanga, mayo de 2025

CONTENIDO

1. NOMENCLATURA 2
2. JUSTIFICACIÓN 2
3. LOCALIZACIÓN 2
   3.1 NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA 2
   3.2 VALORES DE Aa Y Av 3
4. ESPECTRO SÍSMICO DE DISEÑO 3
5. MATERIALES 4
   5.1 MATERIALES EMPLEADOS EN EL DISEÑO. 4
   Concretos 4
   Aceros 4
   Mampostería 4
   5.2 CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA 5
6. DESEMPEÑO DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES 5
7. CRITERIO DE DISEÑO 5
8. CALCULO DE COEFICIENTES 6
   8.1 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA 6
   8.2 Ap 6
   8.3 Rp 7
   8.4 CÁLCULO DE LAS ALTURAS 7
   8.5 CÁLCULO DE ACELERACIONES DE PISO ax 7
   8.6 FACHADAS 8
   8.7 MUROS DIVISORIOS DE ALTURA TOTAL 10

1. NOMENCLATURA

A_a= coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño, calculado en la sección 2.2 del presente documento.
A_s= aceleración máxima en la superficie del suelo estimada como la aceleración espectral correspondiente a un período de vibración igual a cero
a_p=coeficiente de amplificación dinámica del elemento no estructural.
a_x= aceleración horizontal, expresada como un porcentaje de la aceleración de la gravedad, sobre el elemento no estructural, localizado en el piso x
F_p=fuerza sísmica horizontal sobre el elemento no estructural, aplicada en su centro de masa.
h_{eq}=altura equivalente del sistema de un grado de libertad que simula la edificación,
h_x= altura en metros, medida desde la base, del nivel de apoyo del elemento no estructural
h_n= altura en metros, medida desde la base, del piso más alto de la edificación
I= coeficiente de importancia
M_p= Masa del elemento no estructural
R_p= coeficiente de capacidad de disipación de energía del elemento no estructural y sus sistema de soporte
S_a= valor del espectro de aceleraciones de diseño para un período de vibración dado

2. JUSTIFICACIÓN

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

La norma sismo resistente colombiana define en el capítulo A.9 la metodología de diseño de estos elementos. Los elementos no estructurales por diseñar serán muros de fachada en mampostería y muros divisorios.

3. LOCALIZACIÓN

La estructura se encuentra ubicada en la ciudad de Bucaramanga, departamento de Santander.

3.1 NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA

El proyecto se encuentra ubicado en un nivel de amenaza sísmico ALTA de acuerdo con la zonificación hecha en A.2.3 de la norma sismo resistente.

3.2 VALORES DE Aa Y Av

A la ciudad de Bucaramanga se le asignaron los valores de $A_a = 0.25$ y $A_v = 0.25$, dichos valores corresponden a los coeficientes que representan la aceleración y velocidad horizontal pico efectiva para diseño dado en A.2.2.

4. ESPECTRO SÍSMICO DE DISEÑO

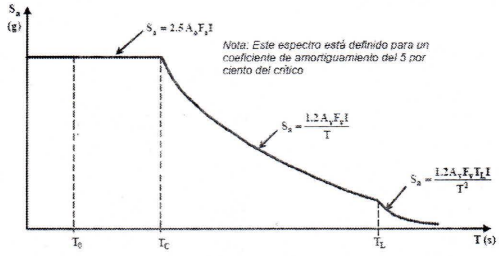
Según a los registros sísmicos en Colombia, se adopta el espectro de diseño como una manera de representar adecuadamente la aceleración que soporta una estructura expresada como fracción de la gravedad de acuerdo con el periodo de la estructura.

Dicho espectro de diseño debe calcularse de acuerdo con las ecuaciones dadas en la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en el numeral A.2.6.

$$T0 = 0.1 * \frac{A_v * F_v}{A_a * F_a}$$

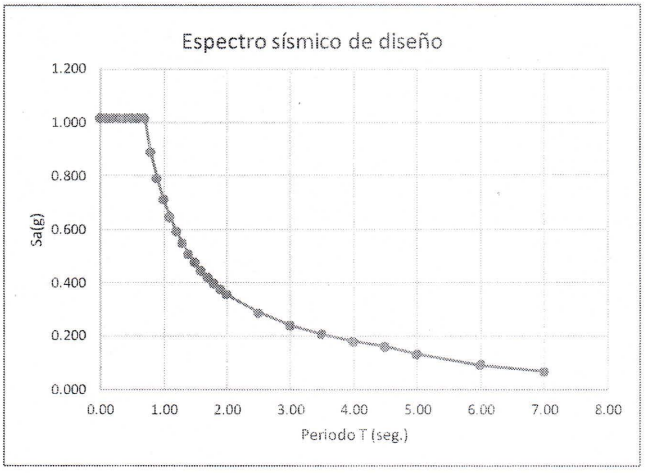
$$TC = 0.48 * \frac{A_v * F_v}{A_a * F_a}$$

$$TL = 2.4 * F_v$$



Departamento	SANTANDER	
Municipio	BUCARAMANGA	
Aa	0.25	BUCARAMANGA
Av	0.25	BUCARAMANGA
Grupo de uso	III	
I	1.25	
Tipo de suelo	D	
Fa	1.30	
Fv	1.90	

TC	0.702
TL	4.560



Periodo T(seg.)	Sa (g)
0.00	1.016
0.10	1.016
0.20	1.016
0.30	1.016
0.40	1.016
0.50	1.016
0.60	1.016
0.70	1.016
0.80	0.891
0.90	0.792
1.00	0.713
1.10	0.648
1.20	0.594
1.30	0.548
1.40	0.509
1.50	0.475
1.60	0.445
1.70	0.419
1.80	0.396
1.90	0.375
2.00	0.356
2.50	0.285
3.00	0.238
3.50	0.204
4.00	0.178
4.50	0.158
5.00	0.130
6.00	0.090
7.00	0.066

5. MATERIALES

5.1 MATERIALES EMPLEADOS EN EL DISEÑO.

Concretos

Elementos	Resistencia a la compresión f'c	Módulo de elasticidad E
Columnetas	21 MPa	$4700 \cdot \sqrt{f'c} = 21538\ MPa$
Vigas de confinamiento	21 MPa	$4700 \cdot \sqrt{f'c} = 21538\ MPa$

Aceros

Diámetro Ø del acero de refuerzo	Resistencia a la fluencia f_y
<=3/8"	420 MPa
>=1/2"	420 MPa

Nota: fy = 420 MPa para varillas en mm.

Mampostería

El espesor mínimo del muro en ningún caso puede tener una relación entre la altura libre del muro y su espesor mayor a 25. Pero nunca menor a 11cm., según D.10.3.3.

$$\frac{315cm.}{15cm.} = 21 < 25, ok.$$

Por lo que el espesor del muro será de 15cm.

Para este diseño se utilizarán unidades de perforación horizontal (bloque).

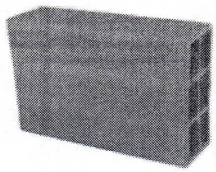


Ilustración 1: Bloque de mampostería horizontal.

$$f'_{cu}\ \min = 3.0\ Mpa$$

5.2 CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA

La capacidad de disipación de energía que debe cumplir esta estructura es DES (disipación especial de energía), ya que se encuentra en una zona de amenaza sísmica ALTA.

6. DESEMPEÑO DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Se denomina desempeño el comportamiento de los elementos no estructurales de la edificación ante la ocurrencia del sismo de diseño que la afecte. El desempeño se clasifica en los siguientes grados:

- **Superior**: Es aquel en el cual el daño que se presenta en los elementos no estructurales es mínimo y no interfiere con la operación de la edificación debido a la ocurrencia del sismo de diseño.
- **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.
- **Bajo:** Es aquel en el 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.

La clasificación del desempeño de los elementos no estructurales se da en A.9.2.3 y está en función del grupo de uso en el que se encuentra la estructura.

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

Dado que la estructura, es de uso III, el grado de desempeño mínimo que deben cumplir los elementos no estructurales es **SUPERIOR.**

7. CRITERIO DE DISEÑO

Los elementos no estructurales se separarán de la estructura, en este tipo de diseño los elementos no estructurales se aíslan lateralmente de la estructura dejando una separación suficiente para que la estructura al deformarse como consecuencia del sismo no los afecte adversamente. Los elementos no estructurales se apoyan en su parte inferior sobre la estructura, o se cuelgan de ella; por lo tanto deben ser capaces de resistir por sí mismos las fuerzas inerciales que les

impone el sismo, y sus anclajes a la estructura deben ser capaces de resistir y transferir a la estructura estas fuerzas inducidas por el sismo. Además la separación a la estructura de la edificación debe ser lo suficientemente amplia para garantizar que no entren en contacto.

De este modo el diseño se centra en respetar las separaciones y diseñar lo conectores superiores e inferiores de la estructura.

8. CALCULO DE COEFICIENTES

8.1 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

Por el grupo de uso: III, el coeficiente de importancia es de 1.25.

8.2 Ap

El coeficiente de amplificación dinámica Ap se define en la tabla A.9.5-1 y depende del tipo de elementos no estructurales que se quiera evaluar. En nuestro diseño tenemos dos tipos:

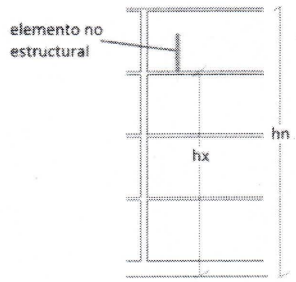
- Fachadas: mampostería no reforzada, separada lateralmente de la estructura y apoyada solo abajo.
- Muros divisorios y particiones: muros divisorios de altura total.
- Muros divisorios y particiones: muros divisorios de altura parcial.

Elemento no estructural	a_p	Tipo de anclajes o amarres para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R_p, mínimo requerido en A.9.4.9		
		Grado de desempeño		
		Superior	Bueno	Bajo
Fachadas				
• paneles prefabricados apoyados arriba y abajo	1.0	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
• en vidrio apoyadas arriba y abajo	1.0	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
• lámina en yeso, con costillas de acero	1.0	No dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
• mampostería reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas arriba y abajo	1.0	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
• mampostería reforzada, separada lateralmente de la estructura ,apoyadas solo abajo	2.5	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
• mampostería no reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas arriba y abajo	1.0	No se permite este tipo de elemento no estructural		No dúctiles[1]
• mampostería no reforzada, separada lateralmente de la estructura ,apoyadas solo abajo	2.5	No se permite este tipo de elemento no estructural		No dúctiles[1]
• mampostería no reforzada, confinada por la estructura	1.0	No se permite este tipo de elemento no estructural		No dúctiles[1,2]
Muros que encierran puntos fijos y ductos de escaleras, ascensores, y otros	1.0	Dúctiles	No dúctiles	Húmedos[1]
Muros divisorios y particiones				
• corredores en áreas públicas	1.0	Dúctiles	No dúctiles	Húmedos[1]
• muros divisorios de altura total	1.0	No dúctiles	No dúctiles	Húmedos[1]
• muros divisorios de altura parcial	2.5	No dúctiles	No dúctiles	Húmedos[1]
Elementos en voladizo vertical				
• áticos, parapetos y chimeneas	2.5	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
Anclaje de enchapes de fachada	1.0	Dúctiles	No dúctiles	Húmedos
Altillos	1.5	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
Cielos rasos	1.0	No dúctiles	No dúctiles	No requerido[3]
Anaqueles, estanterías y bibliotecas de más de 2.50 m de altura, incluyendo el contenido				
• Diseñadas de acuerdo al Título F	2.5	Especiales	Dúctiles	No requerido[3]
• Otras	2.5	Dúctiles	No dúctiles	No requerido[3]
Tejas	1.0	No dúctiles	No dúctiles	No requerido[3]

8.3 Rp

El sistema de soporte de los elementos no estructurales se realizará a través de dovelas no dúctiles por lo que Rp=1.50

8.4 CÁLCULO DE LAS ALTURAS



La altura total del edificio es $h_n = 3.50\ m$. La altura a la cual se encuentran ubicados los muros evaluados es de $h_x = 2.625\ m$ y la altura equivalente corresponde a:

$$h_{eq} = 0.75 * h_n = 0.75 * 3.50 = 2.625\ m$$

8.5 CÁLCULO DE ACELERACIONES DE PISO a_x

DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Resumen analisis estructura completa	
Niveles	1
hn (m)	3.50
Sistema estructural	Port. concreto
ct	0.047
α	0.90
Ta1	0.15 seg.
Ta2	0.10 seg.
T (fund.)	0.15 seg.
Tx ajus.	0.10 seg.
Ty ajus.	0.10 seg.
K	1.000

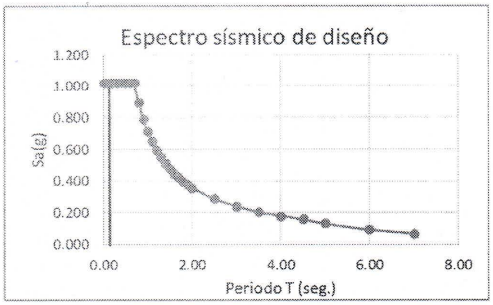
altura max

no aplica

Grupo de uso	III
Coef. Importancia	1.25
Amenaza sismica	Alta
Requiere analisis	SI
Desemp. de elementos	superior
Aa	0.25
As	1.016

Tx ajustado	Sax
0.10 seg.	1.016
Ty ajustado	Say
0.10 seg.	1.016

Sa	1.016



Aceleración por piso		
Placa	hx(m)	ax
1	N+3.50	1.354
0	N+0.00	1.016

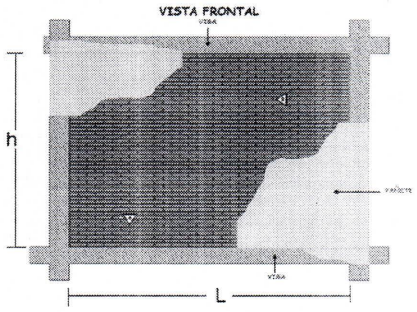
$$a_x = A_a + \frac{(S_a - A_a)h_x}{h_{eq}} \qquad h_x \le h_{eq}$$

$$a_x = S_a \frac{h_x}{h_{eq}} \qquad h_x \ge h_{eq}$$

La aceleración más crítica se presenta en la placa 1, N+3.50, donde tenemos un a_x de 1.354.

8.6 FACHADAS

Diseño elemento no estructural				
Estructura apoyada sobre placa	**Nivel**	**ax**	**Aa**	**I**
1	N+3.50	1.354	0.25	1.25
Descripción del elemento no estructural según tabla A.9.5-1	**Desempeño**	**ap**	**Anclaje**	**Rp**
fachada mampostería reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyada arriba y abajo	superior	1	Dúctiles	**mínimo 3.00**
				utilizado 1.50
material del elemento no estructural	**Dendidad**	**L elemento**	**H elemento**	**e elemento**
Mamposteria de concreto	2150 Kg/m3	3.45 m	2.90 m	0.15 m

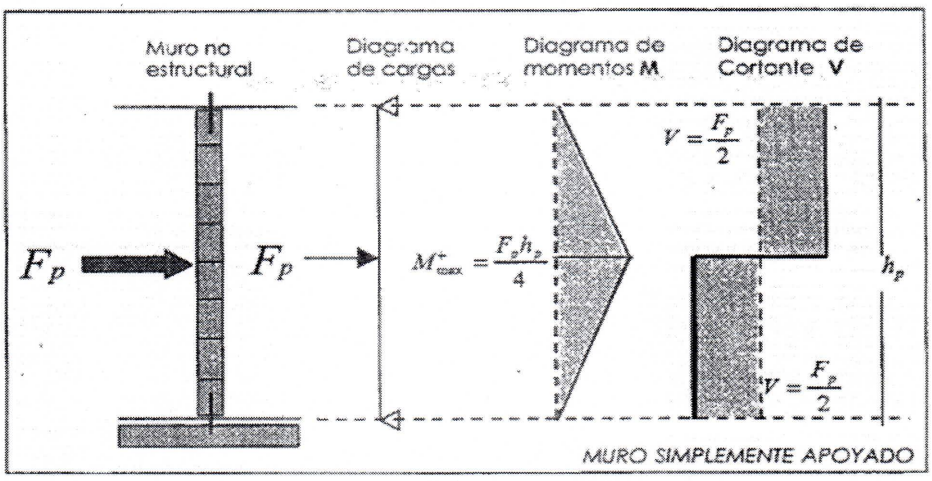


Mp	328.91 Kg

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

Fp	2912.91 Kgf
	28.6 KN

la fuerza Fp se aplica en el centroide del muro



M req.	20.72 KN-m
V req.	14.29 KN

debido a que no se puede establecer un valor de la capacidad de la mamposteria para soportar esfuerzoz a tracción, los elementos que soportaran los esfuerzos tanto de momento, como de cortante seran columnetas de concreto.

la capacidad de una columneta de concreto para soportar momentos es:

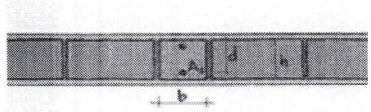
$$M_n = \rho f_y b d^2 \left(1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f_c}\right)$$

la capacidad de una columneta de concreto para soportar esfuerzos de cortante es:

$$V_n = 0.6 A_{vf} f_y$$

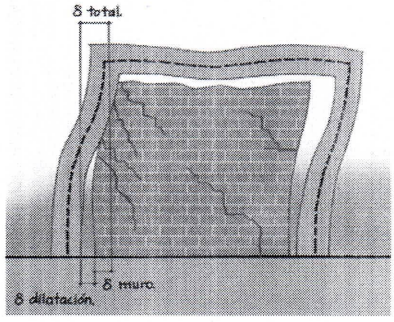
h (m)	**0.15**
r (m)	0.03
b (m)	**0.15**
d (m)	0.12
fy (Mpa)	420.0
f´c (Mpa)	21.0

Ast 4 ø 1/2 " 5.07 cm2.



Mn total	23.02 KN-m	la cantidad mínima de columnetas requerida
Mn por columneta	11.51 KN-m	es de 2, una a cada lado del muro,
M Max	11509.65 N-m	la cantidad de columnetas puestas en el muro
K	5328542.45 KN-m	es de : **2**
m	23.53	(Una es intermedia)
ρ	0.0155	
Asv cal	2.79 cm2.	ok

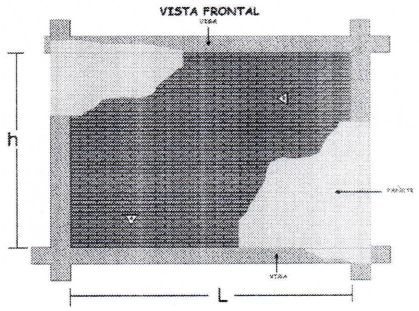
Vn	19.05 KN-m	<	255.38 KN-m	ok



la deformación total maximo del portico sera la deriva, del 1%. La altura del muro es de: 2.90 m luego la dilatación sera de: 2.9cm

8.7 MUROS DIVISORIOS DE ALTURA TOTAL

Diseño elemento no estructural				
Estructura apoyada sobre placa	**Nivel**	**ax**	**Aa**	**I**
1	N+3.50	1.354	0.25	1.25
Descripción del elemento no estructural según tabla A.9.5-1	**Desempeño**	**ap**	**Anclaje**	**Rp**
Muros divisorios y particiones de altura total	superior	1	No dúctiles	**mínimo 1.50**
				utilizado 1.50
material del elemento no estructural	**Dendidad**	**L elemento**	**H elemento**	**e elemento**
Mamposteria de concreto	2150 Kg/m3	3.45 m	3.15 m	0.15 m

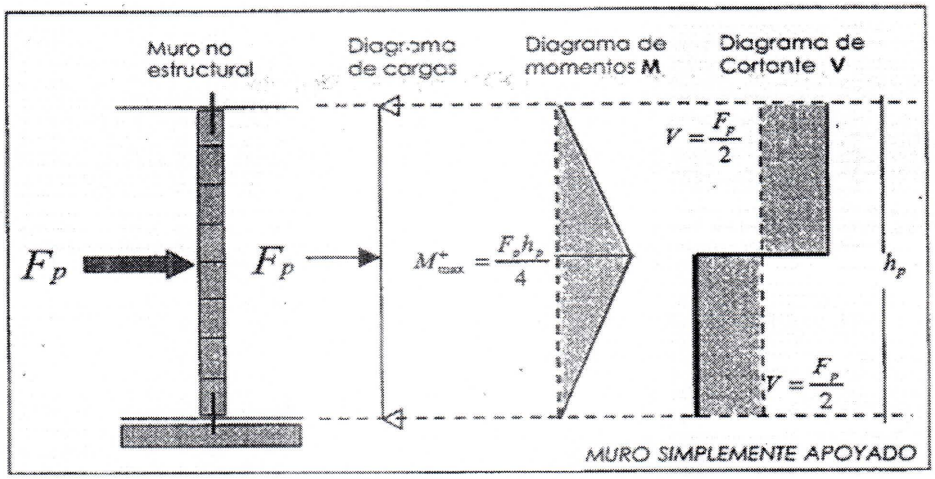


Mp	357.26 Kg

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

Fp	3164.03 Kgf
	31.0 KN

la fuerza Fp se aplica en el centroide del muro



M req.	24.44 KN-m
V req.	15.52 KN

debido a que no se puede establecer un valor de la capacidad de la mamposteria para soportar esfuerzoz a tracción, los elementos que soportaran los esfuerzos tanto de momento, como de cortante seran columnetas de concreto.

la capacidad de una columneta de concreto para soportar momentos es:

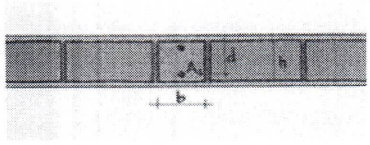
$$M_n = \rho f_y b d^2 \left(1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f_c}\right)$$

la capacidad de una columneta de concreto para soportar esfuerzos de cortante es:

$$V_n = 0.6 A_{st} f_y$$

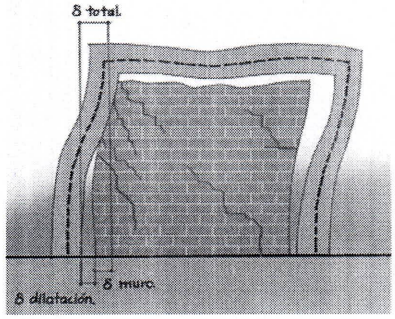
h (m)	**0.15**
r (m)	0.03
b (m)	**0.15**
d (m)	0.12
fy (Mpa)	420.0
f´c (Mpa)	21.0

Ast 4 ø 1/2 " 5.07 cm2.



Mn total	27.16 KN-m	la cantidad mínima de columnetas requerida
Mn por columneta	13.58 KN-m	es de 2, una a cada lado del muro,
M Max	13579.61 N-m	la cantidad de columnetas puestas en el muro
K	6286856.41 KN-m	es de : **2**
m	23.53	(Una es intermedia)
ρ	0.0194	
Asv cal	3.49 cm2.	ok

Vn	20.69 KN-m	<	255.38 KN-m	ok



la deformación total maximo **del portico** sera la deriva, del 1%. La altura **del muro** es de: 3.15 m **luego la dilatación** sera de: 3.15cm