

## BAHAREQUE ENCEMENTADO

DISTRIBUCION SIMETRICA DE MUROS

$$((\sum(L_{mi}b)/\sum(L_{mi}))-B/2)/B < 0.15$$

SENT. X	Lmi	b
A	2.48	0
B	2.15	3.2
C	2.20	3.2
D	1.72	6.97
E	2.48	6.97

$$(\sum(L_{mi}b)) = 43.19$$

$$B = 6.97$$

$$((\sum(L_{mi}b)/\sum(L_{mi}))-B/2)/B = 0.06$$

SI ES <0.15 ok **OK**

SENT. Y	Lmi	b
1	3.38	5
2	3.83	5
3	3.38	0
4	3.83	0

$$(\sum(L_{mi}b)) = 36.05$$

$$B = 5$$

$$((\sum(L_{mi}b)/\sum(L_{mi}))-B/2)/B = 0.00$$

SI ES <0.15 ok **OK**

## COMENTARIOS

En los chequeos realizados a la vivienda siguiendo los requisitos y las indicaciones del TITULO E- CASAS DE UNO Y DOS PISOS de las NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE , CAPITULOS E.2 a E.6 para la vivienda construida con ladrillo farol y CAPITULO E.7 para la vivienda en Bahareque encementado, se puede observar que para el caso de la mampostería confinada, la longitud mínima de muros en cada sentido X y Y esta en función del espesor del muro, así: para 11 cm de espesor de muro la longitud mínima calculada en cada sentido es 4.60 m, para 15 cm de espesor de muro la longitud mínima reduce a 3.40 m. Lo anterior no ocurre en el caso de los muros en bahareque puesto que la formula para calcular la longitud mínima no es en función del espesor del muro, no se tiene en cuenta el diámetro de la guadua o la sección de la madera (pie derechos).

La comparación se puede hacer entre muros de espesor 11 cm para los dos sistemas constructivos, en este caso se necesitarían la misma cantidad de muros en cada dirección, esto quiere decir que la distribución arquitectónica para estos espesores de muros podría ser la misma sin importar que tipo de materiales se quiere utilizar ( bahareque encementado o mampostería).

En la medida que se aumente el espesor de la unidad de mampostería con la cual se plantea construir la vivienda, se necesitará menos longitud de muro en cada sentido para cumplir con las normas y para el caso de bahareque encementado no sería importante definir la sección de los pie derechos o de las guaduas y por consiguiente el espesor de los paneles, para determinar la longitud de los muros.

## MAMPOSTERÍA CONFINADA APÉNDICE D-1

A continuación se presenta el análisis estructural de la misma vivienda mostrada anteriormente, utilizando los requisitos indicados para el método de esfuerzos de trabajo. Se calculan las fuerzas, momentos y esfuerzos actuantes en los muros debidas a las Cargas Muertas, Vivas y de Sismo. Se chequean los esfuerzos máximos calculados bajo cargas de servicio para que no excedan los valores de esfuerzos admisibles indicados en el apéndice D-1, en caso de no cumplirse alguno de estos valores se debe aumentar la longitud o el espesor del muro.

Para el calculo de las fuerzas sísmicas se utiliza el Método de la Fuerza Horizontal Equivalente y un coeficiente de disipación de energía  $R=1.5$ , se incrementan los esfuerzos admisibles en un 33% de acuerdo a D-1.3.4.

Para el calculo se utiliza una hoja de calculo en excel que contiene todas las formulas necesarias para obtener las rigideces, centros de masa, fuerzas sísmicas de cada muro y del conjunto, igualmente realiza los chequeos de esfuerzos admisibles y actuantes.

# MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

PROYECTO URBANIZACION PUEBLO SOL

APENDICE D-1 NSR-98

CARGAS						
	esp	h	b	peso	C.M.	C.V.
	m	m	m	Ton/m3	T/m2	T/m2
<b>Cubierta:</b>						
Teja a.c =					0.02	
cielo raso=					0.03	
entramado=					0.01	
<b>total carga muerta cubierta</b>					<b>0.06</b>	<b>0.035</b>
<b>Losa tanque alto:</b>	0.00	0	0	0	0.00	
peso agua=	0.00	0	0	1.00	0.00	
<b>total carga muerta losa tanque</b>					<b>0.00</b>	<b>0.035</b>
<b>piso tipo:</b>						
Losa =	0.00	0	0	2.4	0.00	
Mort. y pañ. =	0.00	0	0	2.2	0.00	
Acabados =	0.00	0	0	2.2	0.00	
<b>total carga muerta piso tipo</b>					<b>0.00</b>	<b>0.180</b>
Vigas cubier.	0.12		0.2	2.4		
Culatas	0.12		0.8	2.2		

VIVIENDA DE UN PISO, SE  
CHEQUEA PARA  
MAMPOSTERIA CONFINADA:  
COLUMAS Y VIGAS DE  
AMARRE

en rojo datos de entrada

DATOS DEL DISEÑO DE LOS MUROS					
<b>F'cu</b>	20.00	kg/cm2	<b>BLOQUE PERF. HZTAL ARCILLA</b>		
fm=	16	kg/cm2	0,75*Rm	30.8	<0,8f'cu
Em=	12000	kg/cm2	Ok	mamp en concreto 900fm	
fy=	4200	kg/cm2	mamp en arcilla 750fm		
fs=	2100	kg/cm2			
HIERRO HORIZONTAL					
<b>FY=4200 Kg/cm2</b>	<b>Ash(cm2)</b>	<b>FY=2400 Kg/cm2</b>	<b>Ash(cm2)</b>		
fyhor.=	4200	2800	kg/cm2		
fshor.=	2100	0.71	1120	kg/cm2	0.32
<b>Fa=</b>	<b>3.20</b>	<b>kg/cm2</b>	<b>Fa=0.2f'mRe Re=(1-h'/4 D-1.5.2</b>		
<b>Fb=</b>	<b>5.28</b>	<b>kg/cm2</b>	<b>Fb=0.33f'm&lt;140 Kg/m2</b>		
<b>Fv=</b>	<b>1.04</b>	<b>menor 3,5 kg/cm2</b>	<b>vigas de confinamiento</b>		

TIPO DE UNIDAD D.10-1	F'cu(kg/cm2)		
TOLETTE DE ARCILLA	150		
BLOQUE PERF. HZTAL ARCILLA	30	f'cp	175
BLOQUE PERF. VCAL. CONCR. O ARCILLA	50	h	20

FACTOR CORRELACION HUMEDAD	
KP	
UN. CONCRETO	1.4
UN. ARCILLA	1.8

Ft=1,5 ó 3,0 Kg/cm2 según direccion esf. Traccion perpend a junta hztl o vertical

**NOTA SI ES PERFORACION VCAL: PARA EL PRIMER PISO CELDAS LLENAS EN LOS DOS SENTIDOS**

SEGUNDO PISO CELDAS LLENAS EN SENTIDO SENTIDO LITERAI SE LLENAN LOS MUROS SOBRE EL QUE SE APOYAN ESCALERAS

ESPESOR Y PORCENTAJE CELDAS LLENAS						
PISO	espesor muro		% llenas letras	% llenas numeros	altura m	peso ton/m3
	x (m)	y (m)				
segundo piso	0.11	0.11	0	0	0	1.80
primer piso	0.11	0.11	0	0	2.15	1.80

CUADRO DE AREAS		
PISO	valor	un
cubierta	33.20	m2
primer losa	0.00	m2

# MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

PROYECTO URBANIZACION PUEBLO SOL

APENDICE D-1 NSR-98

## CUADRO DE COORDENADAS Y PESOS DE MUROS

CUBIERTA			
Muro No.	h prom culata	L muro culata	Peso culata
A	0.40	2.48	0.26
B	0.60	2.15	0.34
C	0.60	2.20	0.35
D	0.40	1.72	0.18
E	0.40	2.48	0.26
Muro No.	h prom culata	L muro culata	Peso culata
1	0.60	3.38	0.54
2	0.60	3.83	0.61
3	0.60	3.38	0.54
4	0.60	3.83	0.61
SUMA		25.45	3.68

MUROS						
No.	Coordenadas		Long. m	Peso Ton	Centroides	
	Xi	Xj			Xo	Yo
A	2.52	5.00	2.48	1.06	3.76	0.06
B	0	2.15	2.15	0.92	1.08	3.32
C	2.8	5.00	2.20	0.94	3.90	3.32
D	0	1.72	1.72	0.73	0.86	6.63
E	2.52	5.00	2.48	1.06	3.76	6.63
No.	Coordenadas		Long. m	Peso Ton	Centroides	
	Yi	Yj			Xo	Yo
1	0	3.38	3.38	1.44	0.06	1.69
2	3.38	7.21	3.83	1.63	0.06	5.30
3	0	3.38	3.38	1.44	4.88	1.69
4	3.38	7.21	3.83	1.63	4.88	5.30
SUMA			25.45	10.83		

## DETERMINACION DE LAS FUERZAS HORIZONTALES DE SISMO

Sistem estructural = Mamp. Reforzada, zona de riesgo sismico alto

R= 1.50	Aa = 0.25	
Fa= 1.76	l = 1.00	S = 2
DIRECCION X		DIRECCION Y
H= 4.50 m		4.50 m
L= 5.00 m		6.70 m
emin.= 0.25		0.34 m
To= 0.08		
Tc= 0.80		Tc=0.48S ( sin microzonifica)
Tc= 0.96		TL=2.4S ( sin microzonifica)
TL= 4.80		
Ta A,4,2,2= 0.15 seg		0.15 seg
Sa=AaFal(1+1.5*T/To) para T<To		no
Sa=2.5*Aa*Fa*l para To<T<Tc		2.20
Sa= 1.10		
V *base= 12.57 ton		

PESOS			
CUBIERTA		PISO TIPO	
elemento	Peso ton	elemento	Peso ton
CUBIERTA	1.99	LOSA	0.00
LOSA TANQUE	0.00	MUROS	10.83
VIGAS DE CUB.	2.93		0.59
CULATA	3.68		
<b>SUMA=</b>	<b>8.60</b>	<b>SUMA=</b>	<b>11.43</b>
CENTRO DE MASA PISO TIPO		Xi	Yi
<i>Centroide ( mt)</i>		2.618	3.710

# MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

APENDICE D-1 NSR-98

## PROYECTO URBANIZACION PUEBLO SOL

NIVEL	FUERZAS DE SISMO						
	Hi m	Wi ton	k	Wi*hi^k	*Cvx	F ton	Vpiso*0.7/R ton
segun.	0.00	0.0	1.00	0.0	0.000	0.00	0.00
primero	2.35	11.4	1.00	26.9	1.000	12.57	5.87
Suma =		11.43		26.86		12.57	

D-1.3.4

NIVEL	MOM. DE VOLCAM.			CEN. MASA		CEN. RIGIDEZ		EXCENTRICIDAD				MOM. TORSION	
	hi m	V <sup>h</sup> Ton.m	ΣVi*hi Ton.m	Xo m	Yo m	Xo m	Yo m	calculada		minima permisib.		Mx Ton.m	My Ton.m
								ex	ey	ex'	ey'		
Cubierta													
segun.	0.00	0.00	0.00	2.62	3.71	2.47	3.74	0.148	0.033	0.250	0.335	0.00	0.00
primero	2.35	13.79	13.79	2.62	3.71	2.47	3.74	0.148	0.033	0.250	0.335	1.97	1.47
Suma =	2.35			controla la max. excent. entre la calculada y el 5% de la longitud en el sentido del analisis									

## RIGIDECES

SENTIDO X-X		PISO TIPO					
MURO	Xo m	Yo m	LONG. (m)	dy m	Rix E*cm	Rixdy E*cm*m	Rix(dy)^2 E*cm*m <sup>2</sup>
A	3.76	0.06	2.48	3.68	0.28	1.04	3.82
B	1.08	3.32	2.15	0.42	0.22	0.09	0.04
C	3.90	3.32	2.20	0.42	0.23	0.10	0.04
D	0.86	6.63	1.72	-2.89	0.14	-0.41	1.20
E	3.76	6.63	2.48	-2.89	0.28	-0.81	2.35
<b>SUMATORIAS</b>					1.16	0.00	7.45

SENTIDO Y-Y			PISO TIPO				
MURO	Xo m	Yo m	LONG. (m)	dx m	Riy E*cm	Riydx E*cm*m	Riy(d) E*cm
1	0.06	1.69	3.38	-2.41	0.45	-1.09	2.6
2	0.06	5.30	3.83	-2.41	0.54	-1.30	3.1
3	4.88	1.69	3.38	2.41	0.45	1.09	2.6
4	4.88	5.30	3.83	2.41	0.54	1.30	3.1
<b>SUMATORIAS</b>					1.99	0.00	11.

# MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

APENDICE D-1 NSR-98

PROYECTO URBANIZACION PUEBLO SOL

## FUERZAS, CORTANTES ,MOMENTOS DE MUROS SEGUNDO PISO

MURO	LONG. m	CM ton/m	CV ton/m	peso ton/m	AXIAL	CORTANTES(ton)			Mvoic	ESFUERZOS(Kg/cm2)			fa admi	CHEQUEO		
					P(ton)	Vo	Vtor	Vt	ton.m	v=V/bjd	fb	fa	3.2ton/m2	fa/Fa+fb/Fb<1.33	fv per.<1	
A	2.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ok	0.00	O.K.	0.00
B	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ok	0.00	O.K.	0.00
C	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ok	0.00	O.K.	0.00
D	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ok	0.00	O.K.	0.00
E	2.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ok	0.00	O.K.	0.00
1	3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ok	0.00	O.K.	0.00
2	3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ok	0.00	O.K.	0.00
3	3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ok	0.00	O.K.	0.00
4	3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ok	0.00	O.K.	0.00

## AREAS REQUERIDAS SEGUNDO PISO

MURO	Mdis Ton.m	DISEÑO FLEXION				DISEÑO
		As calc. cm2	As diseño cm2	Rho	#3 cant./c/lado	
A	0.00	0.00	0.74	0.00027	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
B	0.00	0.00	0.64	0.00027	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
C	0.00	0.00	0.65	0.00027	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
D	0.00	0.00	0.51	0.00027	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
E	0.00	0.00	0.74	0.00027	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
1	0.00	0.00	1.00	0.00027	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
2	0.00	0.00	1.14	0.00027	2	se colocaran 4 a cada lado=> ok

# MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

APENDICE D-1 NSR-98

PROYECTO URBANIZACION PUEBLO SOL

## FUERZAS, CORTANTES, MOMENTOS DEL PRIMER PISO

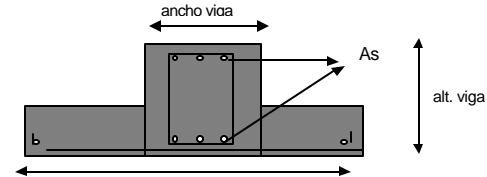
MURO	LONG. m	CM ton/m	CV ton/m	peso ton/m	CORTANTES(ton)			Mvolc ton.m	ESFUERZOS(Kg/cm2)			fa admi 3.2ton/m2	CHEQUEO			
					AXIAL P(ton)	Vo	Vtor		Vt	v	fb		fa	fa/Fa+fb/Fb<1.33	fv per.<1	
A	2.48	0.10	0.04	0.43	1.40	1.43	0.11	1.54	3.36	0.56	0.99	0.51	ok	0.35	O.K.	0.54
B	2.15	0.12	0.04	0.43	1.26	1.12	0.01	1.13	2.62	0.48	3.09	0.53	ok	0.75	O.K.	0.46
C	2.20	0.12	0.04	0.43	1.29	1.16	0.01	1.17	2.73	0.48	3.08	0.53	ok	0.75	O.K.	0.47
D	1.72	0.10	0.04	0.43	0.97	0.73	0.04	0.77	1.71	0.41	3.16	0.51	ok	0.76	O.K.	0.39
E	2.48	0.10	0.04	0.43	1.40	1.43	0.08	1.51	3.36	0.55	2.98	0.51	ok	0.72	O.K.	0.53
1	3.38	0.35	0.09	0.43	2.93	1.34	0.08	1.42	3.15	0.38	1.50	0.79	ok	0.53	O.K.	0.37
2	3.83	0.35	0.09	0.43	3.32	1.59	0.10	1.69	3.74	0.40	1.39	0.79	ok	0.51	O.K.	0.39
3	3.38	0.35	0.09	0.43	2.93	1.34	0.08	1.42	3.15	0.38	1.50	0.79	ok	0.53	O.K.	0.37
4	3.83	0.35	0.09	0.43	3.32	1.59	0.10	1.69	3.74	0.40	1.39	0.79	ok	0.51	O.K.	0.39

## AREAS REQUERIDAS PRIMER PISO

MURO	DISEÑO FLEXION				#3 cant/cada/lado	DISEÑO
	Mdis Ton.m	As calc. cm2	As min cm2	Rho		
A	3.36	0.88	0.88	0.00032	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
B	2.62	0.80	0.80	0.00034	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
C	2.73	0.75	0.75	0.00031	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
D	1.71	0.67	0.67	0.00035	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
E	3.36	0.88	0.88	0.00032	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
1	3.15	-2.77	1.00	0.00027	1	se colocaran 4 a cada lado=> ok
2	3.74	0.61	1.14	0.00027	2	se colocaran 4 a cada lado=> ok

## DISEÑO DE CIMENTACIONES - DISEÑO DE LA ZAPATA Y AREA REQUERIDA

ESFUERZO PERMISIBLE DEL SUELO=						10 ton/m2	capacidad del suelo		9.28		
MURO	LONG. m	P ton	Mvolc ton.m	W=P/L ton/m	f=6M/L^2 ton/m	ancho zapata cm	ancho viga cm	altura viga cm	As calc cm2	As min cm2	
A	2.48	1.40	3.36	-0.56	3.28	30.0	30	30	0.41	2.28	
B	2.15	1.26	2.62	-0.59	3.40	30.0	30	30	0.37	2.28	
C	2.20	1.29	2.73	-0.59	3.39	30.0	30	30	0.37	2.28	
D	1.72	0.97	1.71	-0.56	3.47	30.0	30	30	0.28	2.28	
E	2.48	1.40	3.36	-0.56	3.28	30.0	30	30	0.41	2.28	
1	3.38	2.93	3.15	-0.87	1.65	30.0	30	30	0.86	2.28	
2	3.83	3.32	3.74	-0.87	1.53	30.0	30	30	0.97	2.28	



NOTA  
se mejora el suelo de la zona de llenos con restitucion de material sucio de rio mezclado con mat. De cambia proporcion 1: 2, en un ancho de **0,7 m para los muros de LETRAS**



# MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

PROYECTO URBANIZACION PUEBLO SOL

APENDICE D-1 NSR-98

## FORMULAS UTILIZADAS

se utiliza el Capitulo D.5, D-10 y el Apendice D-1 de la NSR-98  
Esta hoja de calculo sirve para edificaciones de uno y dos pisos

### FUERZAS SISMICAS

$S_a = 2,5 \cdot A_a \cdot F_a \cdot S$  para  $T_o < T < T_c$   
 $S_a = A_a \cdot F_a \cdot (1 + 1,5 \cdot T / T_o)$  para  $T < T_o$   
 $F = C_{vx} \cdot V_{base}$   $V_{piso} = V_{sup} + F_{piso}$   
 $T_a = 0,05 \cdot h^{(3/4)}$

### CENTROS DE RIG. Y $e_{min}$

Centro de Rig.  $X = S(X_o \cdot R_{yi}) / S(R_y)$   
Centro de Rig.  $Y = S(Y_o \cdot R_{xi}) / S(R_x)$   
Excent.de cálc.  $ABS(X = CM_x - CR_x)$   
Excent. de cálc  $ABS(Y = CRY - CM_x)$   
Momento de Torsión  $X = V \cdot e_y'$   
Momento de Torsión  $Y = V \cdot e_x'$

### DISEÑO

$M_{dis} = M_{volc} - 0,4P(0,7 \cdot L)$   
 $A_s \text{ Calc.} = M_{dis} / (f_s \cdot 0,8 \cdot (L \cdot 0,7))$   
 $A_s \text{ min} = SI(As_{calc} / ((L \cdot 0,7) \cdot 10000 \cdot b) > 0,0007, As_{calc}, 0,0007 \cdot L \cdot 10000 \cdot b)$   
 $M/V_d > 1$  v perm. =  $0,26 \text{raiz}(f'm) < 2,5 \text{ Kg/cm}$  } se interpola en valores interm.  
 $M/V_d < 1$  v perm. =  $(4 - M/V_d) \cdot 0,08 \cdot \text{raiz}(f'm)$   
 $v_u = V_t / (b \cdot j \cdot (L \cdot 0,7) \cdot 10)$   
si  $v_u < v_{perm}$  Rho por cort. = si  $0,002 - Rho \text{ flex.} < 0,0007$  ,  $0,002 - Rho \text{ flex.}$   
si  $v_u > v_{perm}$  Rho req. por cort. =  $V_t \cdot s / (0,5 \cdot 2400 \cdot 0,8 \cdot \text{beq} \cdot (0,8 \cdot L)^2 \cdot 1000)$   
separ.flejes (s) =  $SI(v_{perm} < v_u, ENTERO(0,64 \cdot 0,5 \cdot (2400) \cdot 0,8 \cdot (0,8L) / (V_t \cdot 1000)), 60)$

### CIMENTACION

$W = P/L$   $f = 6M_{volc} / L^2$   $w_1 = P/L'$   $L' = L + 1,0 \text{ mt.}$

**MOM ULTIM.**  $W \cdot (L/2)^2 / 2 + (f \cdot (L/2)^2) / 3 + w_1 \cdot (L/2 + 0,5)^2 / 2 + (f_1 \cdot (L/2 + 0,5)^2) / 3$

**CAPAC. SUELO** esf. adminisbleTon/m2 - peso viga - peso suelo

**ancho zapata** SI  $(W / \text{CAPAC.} < 0,8; 0,8 \cdot 100; W / \text{CAPAC.} \cdot 100)$

**As calc**  $(0,85 \cdot 210 / f_y \cdot (1 - (1 - 2,62 \cdot \text{ABS}(\text{Mult.}) \cdot 100000 / (210 \cdot \text{ancho} \cdot (\text{alto} - 7)^2))^{(1/2)})) \cdot \text{ancho} \cdot (\text{alto} - 7)$

**As min**  $0,0033 \cdot \text{ancho} \cdot (\text{alto} - 7)$

### RIGIDECES

$R_{cor} = B \cdot E / (0,3(H/L))$  Desplaz. por cort.  
 $R_{flex} = B \cdot E / (0,2(H/L)^3)$  Desplaz. por flexión  
 $R_x = 1 / (0,2 \cdot (H/L)^3 + 0,3(H/L)) \cdot b \cdot E$

### CORTANTES Y MOMENTOS

$V_{ox} = R_{ix} \cdot V / \text{SUMA}(R_{ix})$  cortante por traslacion pura  
 $V_{oy} = R_{iy} \cdot V / \text{SUMA}(R_{iy})$   
 $V_{torX} = M_{torsionX} \cdot R_{ixdy} / (S(R_{ix}(dy)^2) + S(R_{iy}(dx)^2))$   
 $V_{torY} = M_{torsionY} \cdot R_{iydx} / (S(R_{ix}(dy)^2) + S(R_{iy}(dx)^2))$   
 $V_t(\text{cortante total}) = SI(F_{tor} > 0, F_o + F_{tor}, F_o)$   
 $M_{volcamiento X} = M_{piso} \cdot R_x / \text{suma}R_x$   $M_{volcamiento Y} = M_{piso} \cdot R_y / \text{suma}R_y$

### ESFUERZOS

$v = V_t / (L \cdot \text{Beq.})$  Esf.Unitario por cortante  
 $f_{bx} = MC / I = 6 \cdot M_x / (L^2 \cdot b)$   
 $f_a = P / (L \cdot \text{beq.})$  chequeo =  $f_a / F_a + f_b / F_b < 1,00$

## **BAHAREQUE ENCEMENTADO APÉNDICE E-1**

Igual que para el caso de mampostería confinada se presenta un procedimiento alternativo y/o complementario al mostrado en el Capítulo E.7 para el Bahareque Encementado; con el procedimiento del Apéndice E-1 se podrá verificar la resistencia de los muros comparando las fuerzas, momentos y esfuerzos actuantes con los valores admisibles indicados en la Tabla E.1-1 de este apéndice. Toda esta verificación se basa en el Método de los esfuerzos de trabajo.

El modelo matemático es muros en voladizo empotrados en la base y arriostrados lateralmente por los diafragmas de entrepiso y/o cubierta

Para el cálculo de las fuerzas sísmicas se utiliza el Método de la Fuerza Horizontal Equivalente y un coeficiente de disipación de energía  $R=1.5$ . La repartición de las fuerzas se debe hacer proporcionalmente a la longitud de cada muro, en este caso y para utilizar la misma hoja de cálculo y hacer comparables los dos sistemas constructivos se hace de acuerdo a las rigideces de cada muro; se realizó aparte la repartición de acuerdo a las longitudes y los cortantes resultantes varían muy poco de los calculados con las rigideces, esto es porque el material y el espesor no varía en ningún muro.

Si los valores obtenidos de las solicitaciones no son menores o iguales a los valores admisibles de trabajo establecidos en la tabla E-1.1 se deberá incrementar la longitud de muros.

# BAHAREQUE ENCEMENTADO

PROYECTO URBANIZACION PUEBLO SOL

APENDICE E-1 NSR-98

CARGAS						
	esp	h	b	peso	C.M.	C.V.
	m	m	m	Ton/m3	T/m2	T/m2
<b>Cubierta:</b>						
Teja a.c =					0.02	
cielo raso=					0.03	
entramado=					0.01	
<b>total carga muerta cubierta</b>					<b>0.06</b>	<b>0.035</b>
<b>piso tipo:</b>						
Losa =	0.10	0	0	0	0.00	
Mort. y pañ. =	0.02	0	0	0	0.00	
Acabados =	0.04	0	0	0	0.00	
<b>total carga muerta piso tipo</b>					<b>0.00</b>	<b>0.000</b>
Vigas cubier.	0.12		0.2	0		
Culatas	0.12		0.8	0.9		

VIVIENDA DE UN PISO, SE CHEQUEA PARA BAHAREQUE ENCEMENTADO

en rojo datos de entrada

ESPESOR MUROS				
PISO	espesor muro		altura m	peso * ton/m3
	x (m)	y(m)		
segundo piso	0	0	0	
primer piso	0.11	0.11	2.15	1.00

CUADRO DE AREAS		
PISO	valor	un
cubierta	33.20	m2
losa	0.00	m2

\*Este peso incluye: pie derechos y solera quadua 13 Kg/m2+esterilla ambas caras 4 Kg/m2+revoque ambas caras 84 kg/ml

SECCION PIE DERECHO	tipo de madera	seccion	area cm2	peso kg/m2
	B	7.5*7.5	42.3cm2	8.9

NSR-98 TITULO G

## CUADRO DE COORDENADAS Y PESOS DE MUROS

CUBIERTA			
Muro No.	h prom culata	L muro culata	Peso culata
A	0.40	2.48	0.11
B	0.60	2.15	0.14
C	0.60	2.20	0.14
D	0.40	1.72	0.07
E	0.40	2.48	0.11
Muro No.	h prom culata	L muro culata	Peso culata
1	0.60	3.38	0.22
2	0.60	3.83	0.25
3	0.60	3.38	0.22
4	0.60	3.83	0.25
SUMA		25.45	1.50

MUROS						
No.	Coordenadas		Long. m	Peso Ton	Centroides	
	Xi	Xj			Xo	Yo
A	2.52	5.00	2.48	0.59	3.76	0.06
B	0	2.15	2.15	0.51	1.08	3.32
C	2.8	5.00	2.20	0.52	3.90	3.32
D	0	1.72	1.72	0.41	0.86	6.63
E	2.52	5.00	2.48	0.59	3.76	6.63
No.	Coordenadas		Long. m	Peso Ton	Centroides	
	Yi	Yj			Xo	Yo
1	0	3.38	3.38	0.80	0.06	1.69
2	3.38	7.21	3.83	0.90	0.06	5.30
3	0	3.38	3.38	0.80	4.88	1.69
4	3.38	7.21	3.83	0.90	4.88	5.30
SUMA			25.45	6.01		

# BAHAREQUE ENCEMENTADO

PROYECTO URBANIZACION PUEBLO SOL

APENDICE E-1 NSR-98

## DETERMINACION DE LAS FUERZAS HORIZONTALES DE SISMO

Sistem estructural =Bahareque encementado, zona de riesgo sismico alto

R= 1.50	Aa = 0.25	S = 2.00
Fa= 1.76	I = 1.00	
<b>DIRECCION X</b>		<b>DIRECCION Y</b>
H = 4.50 m		4.50 m
L = 5.00 m		6.70 m
emin.= 0.25		0.34 m
To= 0.08		
Tc= 0.80		Tc=0,48S ( sin microzonifica)
Tc= 0.96		TL=2,4S ( sin microzonifica)
TL= 4.80		
Ta A,4,2,2= 0.15 seg		0.15 seg
Sa=AaFaI(1+1,5*T/To) para T<To		no
Sa=2,5*Aa*Fa*I para To<T<Tc		2.20
Sa= 1.10		
V *base= 10.79 ton		

PESOS			
CUBIERTA		PISO TIPO	
elemento	Peso ton	elemento	Peso ton
CUBIERTA	1.99	LOSA	0.00
VIGAS DE CUB.	0.00	MUROS	6.01
CULATA	1.50	muros no est.	0.30
<b>SUMA=</b>	<b>3.50</b>	<b>SUMA=</b>	<b>6.31</b>

CENTRO DE MASA PISO TIPO	Xi	Yi
<i>Centroide ( mt)</i>	2.618	3.710

NIVEL	FUERZAS DE SISMO						
	Hi m	Wi ton	k	Wi*hi*k	*Cvx	F ton	Vpiso*0.7/R ton
segundo	0.00	3.5	1.00	0.0	0.000	0.00	0.00
primero	2.35	6.3	1.00	14.8	1.000	10.79	5.04
Suma =		9.81		14.83		10.79	

B.2.3.1

NIVEL	MOM. DE VOLCAM.			CEN. MASA		CEN. RIGIDEZ		EXCENTRICIDAD				MOM. TORSION	
	hi m	V <sup>h</sup> Ton.m	ΣVi*hi Ton.m	Xo m	Yo m	Xo m	Yo m	calculada		minima permisib.		Mx Ton.m	My Ton.m
								ex	ey	ex'	ey'		
Cubierta													
segun.	0.00	0.00	0.00	2.62	3.71	2.47	3.74	0.148	0.033	0.250	0.335	0.00	0.00
primero	2.35	11.83	11.83	2.62	3.71	2.47	3.74	0.148	0.033	0.250	0.335	1.69	1.26
Suma =	2.35			controla la max. excent. entre la calculada y el 5% de la longitud en el sentido del analisis									

## RIGIDECES

SENTIDO X-X		PISO TIPO					
MURO	Xo m	Yo m	LONG. (m)	dy m	Rix E*cm	Rixdy E*cm*m	Rix(dy)^2 E*cm*m2
A	3.76	0.06	2.48	3.68	0.28	1.04	3.82
B	1.08	3.32	2.15	0.42	0.22	0.09	0.04
C	3.90	3.32	2.20	0.42	0.23	0.10	0.04
D	0.86	6.63	1.72	-2.89	0.14	-0.41	1.20
E	3.76	6.63	2.48	-2.89	0.28	-0.81	2.35
<b>SUMATORIAS</b>					1.16	0.00	7.45

SENTIDO Y-Y			PISO TIPO				
MURO	Xo m	Yo m	LONG. (m)	dx m	Riy E*cm	Riydx E*cm*m	Riy(dx)^2 E*cm*m2
1	0.06	1.69	3.38	-2.41	0.45	-1.09	2.64
2	0.06	5.30	3.83	-2.41	0.54	-1.30	3.14
3	4.88	1.69	3.38	2.41	0.45	1.09	2.64
4	4.88	5.30	3.83	2.41	0.54	1.30	3.14
<b>SUMATORIAS</b>					1.99	0.00	11.54

# BAHAREQUE ENCEMENTADO

APENDICE E-1 NSR-98

PROYECTO URBANIZACION PUEBLO SOL

FUERZAS, CORTANTES, MOMENTOS DE MUROS SEGUNDO PISO										CHEQUEO CON TABLA E1.1			
MURO	LONG. m	CM ton/m	CV ton/m	peso ton/m	AXIAL	CORTANTES(ton)			Mvolc	v=V/b kN/m max 12 kN/m	carga vcal max 33 kN/m	Esfuerzo compresion max 4 Mpa seccion pie derecho	Esfuerzo Tracción por flexión
					P(ton)	Vo	Vtor	Vt	ton.m				
A	2.48	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	2.15	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	2.20	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	1.72	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	2.48	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	3.38	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3.83	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	3.38	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	3.83	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

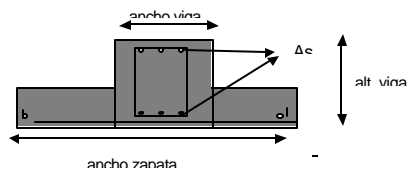
FUERZAS, CORTANTES, MOMENTOS DEL PRIMER PISO										CHEQUEO CON TABLA E1.1			
MURO	LONG. m	CM ton/m	CV ton/m	peso ton/m	AXIAL	CORTANTES(ton)			Mvolc	v=V/b kN/m max 12 kN/m	carga vcal max 36 kN/m	Esfuerzo compresion max 5.5 Mpa seccion pie derecho	Esfuerzo Tracción por flexión
					P(ton)	Vo	Vtor	Vt	ton.m				
A	2.48	0.10	0.04	0.24	0.94	1.23	0.09	1.32	2.88	5.32	3.79	2.23	0.26
B	2.15	0.12	0.04	0.24	0.86	0.96	0.01	0.97	2.25	4.49	4.01	2.04	0.27
C	2.20	0.12	0.04	0.24	0.88	1.00	0.01	1.01	2.35	4.58	4.01	2.09	0.26
D	1.72	0.10	0.04	0.24	0.65	0.63	0.04	0.66	1.47	3.85	3.79	1.54	0.27
E	2.48	0.10	0.04	0.24	0.94	1.23	0.07	1.30	2.88	5.24	3.79	2.23	0.26
1	3.38	0.35	0.09	0.24	2.29	1.15	0.07	1.22	2.70	3.62	6.76	5.41	0.13
2	3.83	0.35	0.09	0.24	2.59	1.37	0.09	1.45	3.21	3.80	6.76	6.13	0.12
3	3.38	0.35	0.09	0.24	2.29	1.15	0.07	1.22	2.70	3.62	6.76	5.41	0.13
4	3.83	0.35	0.09	0.24	2.59	1.37	0.09	1.45	3.21	3.80	6.76	6.13	0.12

# BAHAREQUE ENCEMENTADO

PROYECTO URBANIZACION PUEBLO SOL

DISEÑO DE CIMENTACIONES - DISEÑO DE LA ZAPATA Y AREA REQUERIDA										
ESFUERZO PERMISIBLE DEL SUELO=					5 ton/m <sup>2</sup>	capacidad del suelo				
MURO	LONG.	P	Mvolc	W=P/L	f=6M/L <sup>2</sup>	ancho zapata	ancho viga	altura viga	As calc	As min
	m	ton	ton.m	ton/m	ton/m	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>
A	2.48	0.94	2.88	-0.38	2.81	30	30	25	0.35	1.78
B	2.15	0.86	2.25	-0.40	2.92	30	30	25	0.32	1.78
C	2.20	0.88	2.35	-0.40	2.91	30	30	25	0.33	1.78
D	1.72	0.65	1.47	-0.38	2.98	30	30	25	0.24	1.78
E	2.48	0.94	2.88	-0.38	2.81	30	30	25	0.35	1.78
1	3.38	2.29	2.70	-0.68	1.42	30	30	25	0.86	1.78
2	3.83	2.59	3.21	-0.68	1.31	30	30	25	0.97	1.78

APENDICE E-1 NSR-98



NOTA  
se mejora el suelo de la zona de llenos con restitucion de material sucio de rio mezclado con mat. De combia proporcion 1: 2, en un ancho de

## FORMULAS UTILIZADAS

se utiliza el Capitulo E.7 y el Apendice E-1 del DECRETO 52 DEL 18 DE ENERO DE 2002 de la NSR-98

Esta hoja de calculo sirve para edificaciones de uno y dos pisos

### FUERZAS SISMICAS

$$S_a = 2,5 * A_a * F_a * S \text{ para } T_o < T < T_c \quad T_a = 0,05 * h^{(3/4)}$$

$$S_a = A_a F_a (1 + 1,5 * T / T_o) \text{ para } T < T_o$$

$$F = C_v x * V_{base} \quad V_{piso} = V_{sup} + F_{piso}$$

### RIGIDECES

$$R_{cor} = B * E / (0.3 * (H/L)) \text{ Desplaz. por cort.}$$

$$R_{flex} = B * E / (0.2 * (H/L)^3) \text{ Desplaz. por flexión}$$

$$R_x = 1 / (0.2 * (H/L)^3 + 0.3 * (H/L)) * B * E$$

### CENTROS DE RIG. Y emin

$$\text{Centro de Rig. } X = S(X_o * R_y) / S(R_y)$$

$$\text{Centro de Rig. } Y = S(Y_o * R_x) / S(R_x)$$

$$\text{Excent.de cálc. ABS}(X = CM_x - CR_x)$$

$$\text{Excent. de cálc ABS}(Y = CRY - CM_x)$$

$$\text{Momento de Torsión } X = V * e_y'$$

$$\text{Momento de Torsión } Y = V * e_x'$$

### CORTANTES Y MOMENTOS

$$V_{ox} = R_{ix} * V / \text{SUMA}(R_{ix}) \text{ cortante por traslacion pura}$$

$$V_{oy} = R_{iy} * V / \text{SUMA}(R_{iy})$$

$$V_{torX} = M_{torsionX} * R_{ix} dy / (S(R_{ix}(dy)^2) + S(R_{iy}(dx)^2))$$

$$V_{torY} = M_{torsionY} * R_{iy} dx / (S(R_{ix}(dy)^2) + S(R_{iy}(dx)^2))$$

$$V_t(\text{cortante total}) = S(I_{for} > 0, F_o + F_{tor}, F_o)$$

$$M_{volcamiento X} = M_{piso} * R_x / \text{suma} R_x \quad M_{volcamiento Y} = M_{piso} * R_y / \text{suma} R_y$$

### CHEQUEOS

$$v = V_t / L_{muro} \text{ Cortante admisible}$$

$$\text{carga vertical maxima} = P(\text{Axial}) / L_{muro}$$

$$f_{compresion} = P / (\text{area pie derecho})$$

### CIMENTACION

$$W = P / L \quad f = 6M_{volc} / L^2 \quad w_1 = P / L' \quad L' = L + 1.0 \quad f_1 = 6M_{volc} / L'^2$$

$$\text{MOM ULTIM. } W * (L/2)^2 / 2 + (f * (L/2)^2) / 3 + w_1 * (L/2 + 0.5)^2 / 2 + (f_1 * (L/2 + 0.5)^2) / 3$$

CAPAC. SUELO esf. adminisibleTon/m<sup>2</sup> - peso viga - peso suelo

$$\text{ancho zapata SI } (W / \text{CAPAC.} < 0.8; 0.8 * 100; W / \text{CAPAC.} * 100)$$

$$\text{As calc } (0.85 * 210 / f_y * (1 - (1 - 2.62 * \text{ABS}(\text{Mult.}) * 100000 / (210 * \text{ancho} * (\text{alto} - 7)^2))^{(1/2)})) * \text{ancho} * (\text{alto} - 7)$$

$$\text{As min } 0.0033 * \text{ancho} * (\text{alto} - 7)$$

## COMENTARIOS

En los cálculos realizados siguiendo los requisitos de los APENDICES D-1 y E-1 para mampostería confinada y para Bahareque encementado respectivamente, se puede observar que son más livianos los muros en bahareque encementado y por lo tanto las fuerzas sísmicas (cortante en la base es menor que para el caso de la mampostería confinada).

Las rigideces son iguales en ambos sistemas constructivos puesto que para el caso de la mampostería confinada se multiplica y divide por el modulo de elasticidad al momento de calcular los cortantes por el sismo, los espesores de los muros son iguales, por lo tanto la longitud es la que define la distribución de las fuerzas.

Los chequeos son diferentes para cada sistema, sin embargo por ambos la vivienda cumple, sin embargo para que no se excedan los esfuerzos de compresión en el caso de bahareque encementado es necesario controlar la sección de los pie derechos.

Si se aumenta el espesor de la unidad de mampostería, son menores los esfuerzos actuantes y se podría necesitar menor cantidad de muros estructurales.

Igualmente si se aumenta la sección de los pie derechos en el caso del bahareque encementado los esfuerzos de compresión son menores, permitiendo posiblemente también reducir la longitud de paneles.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con las patologías observadas en las diferentes viviendas que se vieron afectadas después del sismo del 25 de enero de 1999, se puede concluir que la mayor causa del daño es la falta de mantenimiento de los elementos que conforman el sistema estructural, los cuales con el deterioro progresivo pierden resistencia y capacidad de trabajar en conjunto ante eventos sísmicos.

Igualmente las remodelaciones arquitectónicas realizadas a las viviendas afecta considerablemente la acción de conjunto, para lo cual el sistema del bahareque se comporta excelente ante fuerzas sísmicas, al estar compuesto por materiales flexibles y livianos, con gran capacidad de recuperación, sin deformaciones permanentes siempre y cuando se garanticen las uniones y conexiones entre los diferentes elementos que conforman la vivienda.

Al no ser estudiados con anterioridad estos materiales y el sistema completo no ha sido posible que las curadurías o las entidades de Planeación encargadas de aprobar la licencias de construcción o reparación de viviendas acepten reparaciones en bahareque; igualmente la falta de conocimiento de los profesionales y la falta de normas o requisitos de diseño como soporte han alejado cada vez más la posibilidad de que las personas se interesen en reparar sus viviendas en este mismo sistema, con el tiempo se han realizado reparaciones con mampostería pero sin independizar totalmente cada sistema estructural, volviéndose con esto vulnerable la edificación, siendo imposible la unión entre estos dos sistemas.

Los problemas de cimentación ha sido una de las causas de más daños en las viviendas de bahareque, sin embargo no son las que ocasionan



colapso total de las edificaciones, en la mayoría de los casos es posible reparar puntualmente.

Otro de los problemas que si ocasionaron colapso total durante o después del sismo es la conformación típica de las cubiertas, la unión de estas a los muros y la repartición de las cargas a los mismos. Eran cubiertas muy pesadas, sin las debidas uniones a los muros o sin la suficiente longitud de traslapo o apoyo para resistir los grandes desplazamientos que tienen los muros durante el sismo. Otro gran problema es la concentración de cargas que al ser transmitidas a los muros y no tener estos las debidas soleras que las resistan ocasionan desplome del muro y consecuentemente el desplome de la cubierta.

Los daños en paneles de ventanas y puertas son muy frecuentes, aparentemente es la falta de elementos de confinamiento en los perímetros de los mismos, se podría comparar el daño con el que ocurre en el caso de la mampostería confinada en las aberturas que no tienen columnetas o viguetas de amarre. Se podría reparar el vano colocando adecuadamente elementos de madera: guadua o madera aserrada, los cuales deberán estar anclados al diafragma superior e inferior.

En el caso de fisuración del reboque de recubrimiento se observo que cuando no se repara inmediatamente, el deterioro es acelerado y afecta la estructura interna del panel.

Es muy importante tener buena distribución arquitectónica de muros en ambas direcciones y que los amarres sean adecuados, cuando se cumplen estas condiciones y si se ha dado el debido mantenimiento o protección a los materiales expuestos a la intemperie; los diferentes tipos de bahareque se han comportado adecuadamente ante eventos sísmicos.

Con los estudios realizados recientemente en los cuales se han conocido las propiedades de los materiales que conforman el sistema y el comportamiento del conjunto ante cargas laterales, se podrá pensar en reparar arquitectónicamente muchas viviendas con los mismos materiales con los que fueron construidas, sin mezclar sistemas estructurales garantizando con esto que sigan teniendo un buen comportamiento en eventos futuros, sobre todo en las zonas rurales y en los pueblos donde existen actualmente muchas viviendas en bahareque.

Muchas de las viviendas que se observaron en el presente trabajo deberán ser demolidas, puesto que no cumplen con las más mínimas normas para garantizar estabilidad futura, fúe muy importante el análisis de estas viviendas no por la posibilidad de reparación sino por entender que cosas no se deben hacer y que sin embargo se repiten frecuentemente en la región.

Las personas que tienen viviendas en bahareque siempre que piensan en reparar buscan otros sistemas constructivos, es muy importante realizar la difusión de las nuevas normas entre los profesionales y capacitar oficiales de construcción para que el sistema sea conocido y compita en precio con la mampostería y/o el concreto, con esto se evitarán muchos de los daños observados en las viviendas.

Se observó además que al ser conformado el sistema estructural del bahareque con materiales que son comunes en la región, se popularizo en los estratos sociales bajos en donde la falta de técnica constructiva ha ocasionado que se realicen construcciones en laderas sin el debido tratamiento, cerca de ríos o quebradas en donde la guadua o madera esta en contacto permanente con el agua, se han utilizado materiales que no