

CONCEPTUALIZACIÓN GRÁFICA INICIAL DE ROTULAS PLÁSTICAS: ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS DE COLAPSO EN VIGAS, PÓRTICOS, TABIQUES PARA SU POSTERIOR APLICACIÓN EN EL DISEÑO POR CAPACIDAD. PROPUESTA A LA VERIFICACIÓN Y AL PROYECTO DE LAS DEFORMACIONES EN LA CIMA DE LA CONSTRUCCION

Noguera Luis Horacio, Ingeniero Civil, Universidad Nacional de La Rioja-Departamento Aplicadas-Esc Arquitectura, ingluisnoguera@gmail.com

RESUMEN

Reconociendo: primero que en pocas oportunidades durante la enseñanza y en la práctica profesional desde los comienzos no se muestran las deformadas plásticas de los estados de colapso -sobre todo se grafican las deformadas elásticas de los estados de servicio- donde se presentan las rótulas plásticas: caso de vigas simplemente apoyadas o en voladizo o continuas sujetas a distintos casos de cargas, luego no se cuantifican las deformaciones de fluencia en la cima de las construcciones, después no se considera la demanda sísmica de manera simple y práctica que permita obtenerlas y finalmente tener así el período y luego el corte en la base ;se elabora éste trabajo para que sea considerado como una propuesta de verificación y de diseño de los parámetro estructurales mencionados, de manera simple, rápida y coherente en referencia a los tabique y pórticos de hormigón armado.

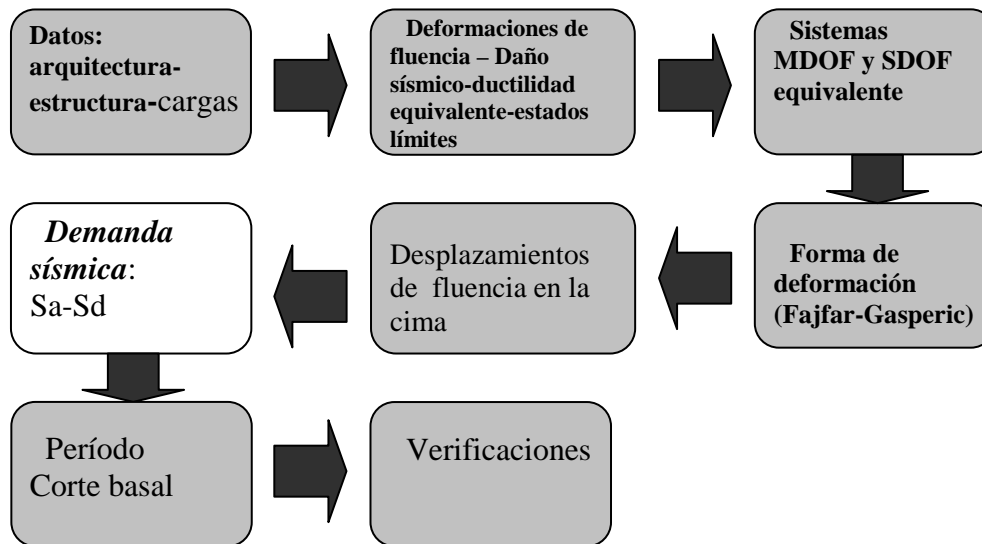
Se estima que también el presente aportará a un mejor entendimiento y aplicación al Diseño por Capacidad ya que con ése objetivo final se lo elabora porque tiene una relación directa con el mismo. Un caso práctico de aplicación es desarrollado

ABSTRACT

Recognizing: first that few opportunities for education and professional practice since the early plastic deformed state of collapse, especially not shown elastic deformed service-states where plastic hinges occur are graphed: for simply supported or cantilevered or continuous subject to different load cases, beams then deformations fluence on top of the constructions are not quantified, then it is not considered the seismic demand simple and practical to obtain them manner and finally have and the period and then the cut at the base; this work is made to be considered as a proposal for verification and design with the structural parameter, a simple, quick and consistent reference to the wall and reinforced concrete frames .

It is estimated that this will contribute also to a better understanding and application to capacity design because with that ultimate goal is it develops because it has a direct relationship with it. A case of application is developedT

1.-Introducción.- La propuesta se expresa según sigue a continuación



2.-Gráfica

La parte gráfica es referida a lo ya presentado oportunamente en [4] de manera conceptual pretendiéndose ahora de cuantificar las deformadas en su aplicación especialmente en relación a los tabiques de hormigón armado y de allí la elección del ejemplo de aplicación dicho anteriormente y que luego se desarrollará.-

3.-Desplazamiento de fluencia (DF) [2]

Priestley (1997, 1998), Paulay (2001,2002) establecieron que cuando una estructura incursiona en el campo inelástico, lo que permanece constante es su (DF).- Como cada componente del sistema tiene un determinado (DF), en general, los planos sismorresistentes no fluirán simultáneamente, sino que lo harán en una secuencia prefijada, por lo que el desplazamiento de fluencia del sistema puede determinarse en función de los de sus componentes, y la ductilidad global no resulta sólo función del material y tipo estructural, sino también de la secuencia de entrada en fluencia de las componentes del sistema y de las (DF) de sus componentes.

3.1-Viga Empotrada de hormigón armado-Figura 1-

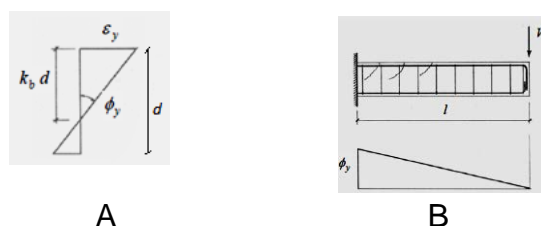


Figura 1.-A.-Deformaciones específicas en sección de empotramiento.-B.- Esquema estructural y diagrama de curvatura de la viga

Cuando las barras superiores alcanzan la fluencia, el diagrama de curvaturas a lo largo de la viga es lineal con la ordenada máxima en el empotramiento igual a la curvatura de fluencia ϕ_y .

El desplazamiento del extremo libre se determina como el momento de la resultante del diagrama de curvaturas respecto a dicho extremo:

$$D_y = \frac{\phi_y l^2}{3} \quad (1)$$

Siendo la curvatura de fluencia igual al gradiente del diagrama de deformaciones específicas y donde $k_b d$ es la distancia al eje neutro de la sección, resulta:

$$D_y = \frac{\varepsilon_y l^2}{3k_b d} \quad (2)$$

De esta manera, el desplazamiento de fluencia es proporcional al cuadrado de la longitud de la viga, e inversamente proporcional a su altura.

3.2.-Tabique esbelto en voladizo con carga triangular ascendente distribuida en la altura.-Figura 2

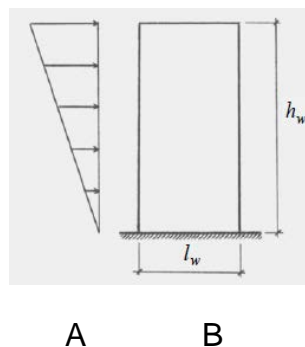


Figura 2.-A.-Carga triangular ascendente.-B.-Tabique H^0A^0

La expresión (1) anterior de forma mostrada en (3)

$$D_y = C\phi_y h_w^2 \quad (3)$$

donde h_w y l_w son la altura y la longitud del tabique respectivamente, y C una constante que depende de la distribución de las fuerzas laterales. Para una distribución de fuerzas triangular inversa- Figura 3-, resulta $C = 11/40$ adoptándose en términos prácticos la curvatura convencional de fluencia del tabique igual a:

$$\phi_y = \frac{2\varepsilon_y}{l_w} \quad (4)$$

El desplazamiento de fluencia será:

$$D_y = \frac{11}{40} \frac{2\varepsilon_y}{l_w} l_w^2 \quad (5)$$

La ecuación (5) muestra que el desplazamiento de fluencia es inversamente proporcional a la longitud de los tabiques, esto es, tabiques de diferentes longitudes no pueden fluir simultáneamente, fluyendo primero el de mayor longitud y así sucesivamente hasta que finalmente fluirá el de menor longitud.

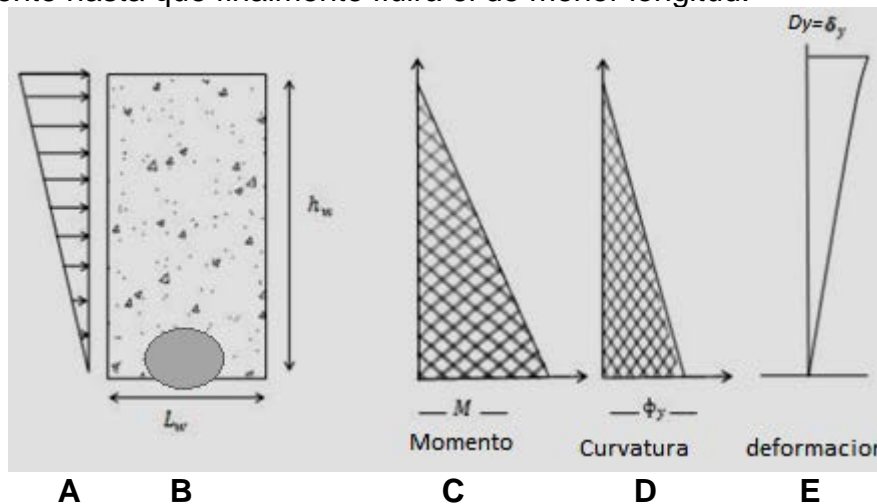


Figura 3.-A carga triangular inversa.- B tabique de H⁰ A⁰ fisurado y rotulado en la base.-C diagrama de momentos-D.-diagrama de curvatura.-E deformación de fluencia en la cima.-Relación C y D [1] .-

En la ecuación básica de la elasticidad que liga fuerzas con desplazamientos, a través de una constante denominada rigidez, lo que en realidad es *constante es el desplazamiento de fluencia*, siendo entonces la *rigidez dependiente de la resistencia*.

$$K_i = \frac{V_{yi}}{D_{yi}} \quad (6)$$

3.3.(a) Índice de daño (DI); y (b) ductilidad equivalente (μ_{eq}) (7).- [2]

3.3.1.-Durante un terremoto la demanda de ductilidad global de un sistema estructural no es un parámetro eficaz para medir el daño, ya que tiene en cuenta únicamente la máxima incursión no elástica de la estructura. Es verdadero que dos estructuras que tengan la misma demanda de ductilidad; pero que las incursiones y reversiones en el campo plástico sean totalmente diferentes no tienen el mismo daño. Incursiones y reversiones en el campo inelástico llevan al denominado problema del daño acumulado (DI) que pueden producir una falla por fatiga para ciclos bajos.

Lo anterior para ser tenido en cuenta considera el (DI) y se han propuesto varios (DI) que combinan el efecto de la máxima incursión inelástica con el número de

incursiones y reversiones. Aquí se emplea el (DI) ya calibrado de Park y Ang (1935) que considera:

a) DI menor que 0.4 la estructura puede considerarse reparable,

DI mayor que 0.4 la estructura puede considerarse con un nivel de daño irreparable

DI mayor que 1 estructura puede considerarse en colapso total y

b) el concepto de μ_{eq} que reescribe el DI en función de fuerza y desplazamiento suponiendo un comportamiento lineal y que es

$$\mu_{eq} = \frac{\sqrt{1 + 4 * DI * \beta * \gamma^2 * \mu_u} - 1}{2 * \beta * \gamma^2} \quad (7)$$

Donde: β = coeficiente que depende del grado de confinamiento.

$\beta = 0,05$ sección bien confinada, $\beta = 0,15$ sección poco confinada

γ = coeficiente que depende de las características del terremoto y otros parámetros como el período, la ductilidad y el comportamiento histerético: probado que es un parámetro relativamente estable.- $\gamma = 1,00$ (usual para sismos destructivos)

La ecuación anterior pone en evidencia que la reducción de la ductilidad es debido al efecto del DI, depende de β y γ y del DI permitido: es decir del nivel de desempeño deseado. La ductilidad máxima se llama “ductilidad equivalente”

3.4.- Sistema de varios grados de libertad (MDOF) y su equivalente con el de un grado de libertad (SDOF).

La Figura 4 que sigue sintetiza la relación entre ambos donde la altura del (SDOF) es 2/3 de la del (MDOF)

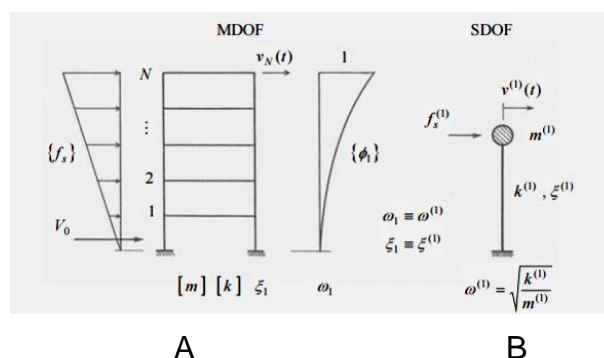


Figura 4.-A sistema con múltiples grados de libertad MDOF.-B sistema equivalente de un solo grado de libertad SDOF.-Factor de transformación en SDOF

corresponde a $\gamma = \frac{\sum m_i \phi_i}{\sum m_i \phi_i^2}$

3.5.- Procedimiento de un diseño preliminar-

3.5.1.-Condiciones de partida.-De acuerdo a las condiciones de la forma y de la función que tendrá la construcción (arquitectura) se propone un esquema estructural que en general dispone planos resistentes (pórticos, tabiques, etc) según dos direcciones perpendiculares.

Los pasos que siguen se deberán aplicar en cada dirección de las dos anteriores.-

3.5.2.-Desplazamiento de fluencia (D) en la cima (“terrazza” o “roof”) del edificio.-

Se emplean las diferentes formas de deformación en altura para los planos resistentes según Fajfar y Gasperic (1995) que muestran las Figuras 5 y 6 que siguen

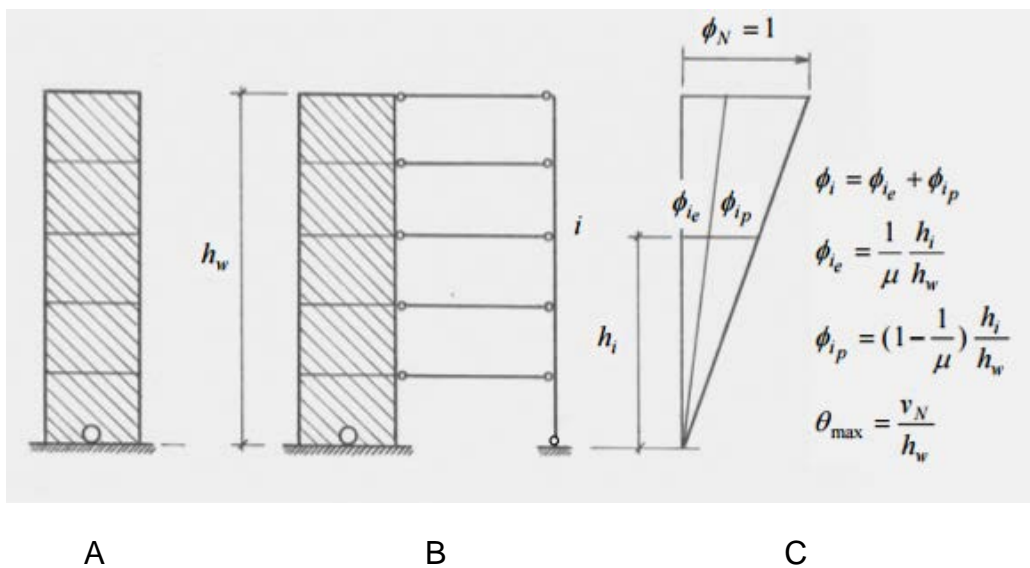


Figura 5.-A tabique rotulado en la base.-B pórtico-tabique rotulados en la base.-C desplazamientos en el primer modo de deformación (dominante)

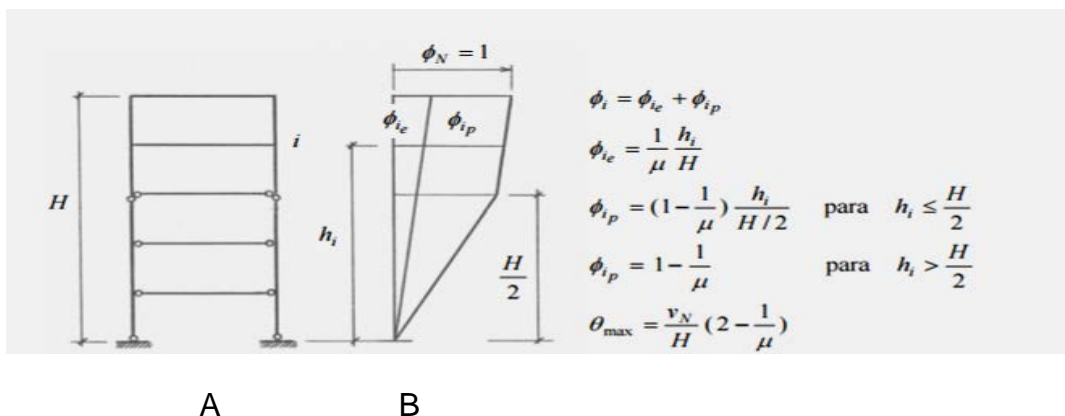


Figura 6.-A tabique con rótulas en extremos de vigas.-B desplazamiento en la cima asumido

a).Tabiques .-Figura 5 A.-En el ejemplo de aplicación –Tabla 3 se muestra para cada tabique genérico, y objetivo seguridad de vida, rotulado plásticamente en la

base y asociado a una distribución de la carga de sismo triangular con la altura del edificio, con la curvatura de fluencia (prefijada), se calcula el desplazamiento de fluencia en la cima, el momento y el esfuerzo de corte.- Este último valor puede servir de guía para la distribución del mismo entre los planos resistentes del esfuerzo de corte basal del sistema estructural: criterio de participación que puede modificarse utilizando la invariancia del desplazamiento de fluencia

b).-Pórticos.-Figura 6

Existen procedimientos para pórticos regulares, Priestley (1998), y genéricos, Rubinstein y otros (2004) que determinan el desplazamiento de fluencia D en la cima, invariante de un pórtico.- No se consideran en éste trabajo por la extensión del mismo; pero la metodología que ahora se trata los incluye.-

En el presente se propone un método general que tiene su vinculación conceptual con el método de diseño por capacidad y de su simple aplicación

c).-Sistema.-

El desplazamiento en la cima (“terrazza”) del sistema se calcula con

$$D_{sist} = \frac{\sum_{n=1}^n V_{yi}}{\sum_{i=1}^n (V_{yi} / D_n)} = \frac{\sum_{n=1}^n V_{yi}}{\sum_{i=1}^n K_{Gi}} \quad (8)$$

Como alternativa que no requiere a los esfuerzos de corte en la base aproximadamente se puede determinar como el promedio de los respectivos desplazamientos de fluencia de los planos resistentes tal como sigue

$$D_{sist} = \frac{\sum_{n=1}^n D_{yi}}{n} \quad (9)$$

3.5.3.-Requisitos estados límites.-

En el concepto de “diseño sísmico basado en el desempeño (o performance)” se establecen como objetivos de diseño los que siguen muestran en Tabla 1

Nivel Desempeño	Sismos	DI para cada plano $DI_{sv,i}^L$	DI para sistema $DI_{sv,sist}^L$	Distorsión de piso θ_{sv}^L	Estado límite

Seguridad de vidas	Ocurrencia rara	0.8	0.6	2.0%	
Operacional	ocasional			0.7%	elástico

Tabla1.- Requisitos estados límites en diseño basado en performance

θ_{sv}^L permiten obtener los valores límites para los desplazamientos en la cima y para cada nivel de desempeño

Para cada plano resistente i , la ductilidad global μ_{ui} referida a desplazamiento en “terrazza” versus corte basal, está indicada en INPRES CIRSOC 103 (2000). Según se vió combinando ductilidad global con índice de daño (DI), se calcula la ductilidad global o equivalente, por tanto el correspondiente desplazamiento en la cima será

$$D_{ui} = \mu_{eq,i} D_{yi} \quad (10)$$

Para el sistema estructural la ductilidad global será la división entre el menor desplazamiento último de sus componentes, y el desplazamiento de fluencia del sistema

$$\mu_{eq,i} = \frac{D_{u,i,\min}}{D_{y,sist}} \quad (11)$$

El correspondiente desplazamiento en la cima será

$$D_{\mu, sist} \cong D_{u,i,\min} \cong \mu_{sist} D_{y,sist} \quad (12)$$

*Distorsión de piso

A partir del valor límite establecido para la distorsión de piso vistos se calculan los desplazamientos límites y de acuerdo a la forma de desplazamiento asumidas en Figura 5 y 6

$$D_{\theta_{sv},i} = h_w \theta_{sv}^L \quad \text{para tabiques} \quad (13)$$

$$D_{\theta_{sv}} = \frac{H \theta_{sv}^L}{2 - \frac{1}{\mu_{eq,i}}} \quad \text{para pórticos (no tratados en el presente)} \quad (14)$$

Para el sistema el desplazamiento límite de fluencia $D_{\theta_{sv}}$ será el promedio ponderado, según el porcentaje de participación en la resistencia, de los desplazamientos límites de los planos resistentes dispuestos. El promedio es debido a que las losas supuestas infinitamente rígidas en su plano igualan los desplazamientos de pórticos y tabiques en cada piso.

*Desplazamientos límites en la cima (terraza)

-para un plano genérico resistente i:

$$D_{sv,i}^L = \min(D_{\theta sv,i}, D_{\mu,i}) \quad (15)$$

-para el sistema

$$D_{sv}^L = \min(D_{\theta sv}, D_{\mu sistema}) \quad (16)$$

*Demanda sísmica y verificaciones

a) Sismos de ocurrencia rara y nivel de desempeño seguridad de vidas

-La determinación del centro de resistencia V_{yi} y de la excentricidad de diseño

$$e_{d,sv} = e_{sv} + 0.1 * l \quad (17)$$

donde e_{sv} es la excentricidad del centro de masa con respecto al centro de resistencia de los planos de resistencia en la dirección del sismo que se considera y

l es la máxima longitud de la planta en la dirección perpendicular a la que se considera

, corte requerido y período: en un todo de acuerdo al ejemplo de aplicación mostrado

-La determinación del corte basal y del período se obtiene como sigue: se calcula la ductilidad disponible empleando el desplazamiento de fluencia en la cima del sistema equivalente SDOF de un grado de libertad se ingresa al espectro de respuesta inelástico en el entorno Sa-Sd (aceleración vs desplazamiento) y se determina el valor del período y el corte basal de fluencia requerido para el nivel de desempeño seguridad de vida para la pseudo aceleración y la masas efectiva en el primer modo

-Verificación de los desplazamientos en la cima.-Para cada plano resistente i, se calcula el desplazamiento total (traslación más rotación) alrededor del centro de resistencia

$$D_{SV,I}^{Total} = D_{sv}^{Tras} + \frac{V_{sv} e_{d,sv}}{\sum K_{jp} d_{jp}^2} d_{sv,i} \quad (18)$$

Donde $d_{sv,i}$ es la distancia del plano resistente i al centro de resistencia. Se considera el giro por torsión es controlado solamente por los plano dispuestos en dirección perpendicular a la dirección del sismo, son los que reaccionan elásticamente. Por tanto en la (18) intervienen solo las rigideces K_{jp} de los planos mencionados y los cuadrados de sus distancias al respectivo centro de rigidez

La condición a verificar es que se cumpla

$$D_{sv,i}^{total} \leq D_{sv,i}^L \quad (19)$$

Y si la (19) se satisface para cada plano i se calcula el corte basal (resistencia) que se denominará actualizado, con la expresión

$$V_{yi.act} = \frac{V_n}{\sum V_{yj}} V_n \quad (20)$$

Y si no se cumple (19) y para lograr satisfacerla:

Se puede disminuir el desplazamiento adoptado D_{SV}^{Trans}

O aumentar la resistencia-rigidez de los planos que se encuentran en la dirección perpendicular.-

Disminuir D_{SV}^{Trans} y en consecuencia disminuir la ductilidad μ_{disp} puede llevar a valores altos de V_{SV} que indiquen cambiar el planteo de la estructura propuesta al comienzo (aumentar dimensiones de tabiques, disponerlos en los extremos de la planta, etc)

EJEMPLO DE ESTUDIO Y APLICACIÓN

1.-DATOS.-a) arquitectura: a planta abierta, 6 niveles, destinado a dos monoambientes por nivel, ubicado en la Ciudad de La Rioja.- Figura 7



Figura 7.- Axonométrica.-

b) estructura de H⁰ A⁰ : losas macizas de 15 cm de espesor dispuestas en zona de estar-baños (rebajados) y balcón, vigas de 25/60 (integradas a los dinteles), tabiques: según y: T1-T2 y T5 de (30X200) cm, según X: T3 y T4 de (30x300) cm que se disponen a “tomar” el sismo en esas direcciones y columnas en esquina C1,C2,C6,C3 que solo “recibirán” carga vertical.- Figura 8

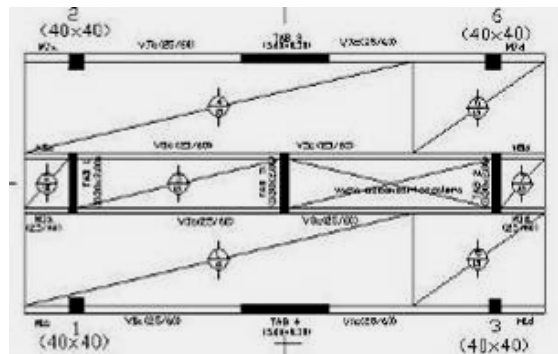


Figura 8.-Planta tipo

c)Materiales: Hormigón: H-25; Acero:ADN 420

2.-Acciones.-

2.1.-Acción sísmica según INPRES-CIRSOC 103 con la combinación $W = D + f_1 L$ esquematizadas en Figura 9 donde se considera el peso del tanque de agua que se suma a las cargas del nivel 6.-Zona 2- Suelo Tipo2-Grupo de construcción B

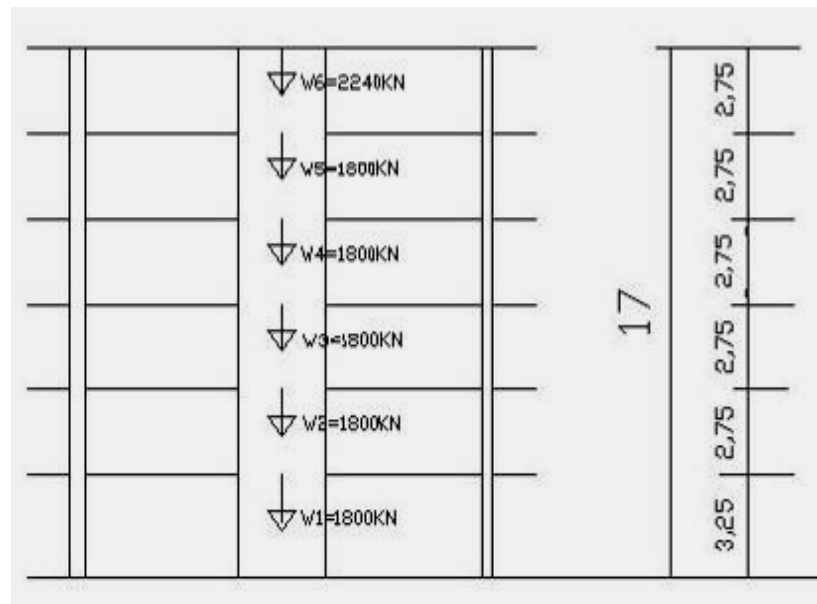


Figura 9.-Cargas sísmicas

3..TABIQUES.-

Ductilidad global y momento de inercia efectivo [5] ,según Tablas 3.1 y 3.2

3.-1.-Direcciones x-y.-áreas netas y efectivas,Rigideces netas I_g y efectivas I_e
 Hormigón H-25: 25 Mpa

T_a b	l_w cm	b_w cm	A_g mm^2	P_u KN	$\frac{P_u}{A_g f_c}$	% I_g	% A_g	I_g mm^4	I_e mm^4
1	200	200	600000	1945000	0.13	0.35	0.65	20×10^6	7000000
2	200	200	600000	1945000	0.13	0.35	0.65	20×10^6	7000000
5	200	200	600000	1835000	0.12	0.35	0.65	20×10^6	7000000
3	300	300	900000	1145000	0.05	0.25	0.50	67×10^6	16875000
4	300	300	900000	1145000	0.05	0.25	0.50	67×10^6	16875000

Tabla 2.-

4.-DESPLAZAMIENTOS DE FLUENCIA.-

Cálculo del desplazamiento máximo posible en la cima: D_{SV}^L .

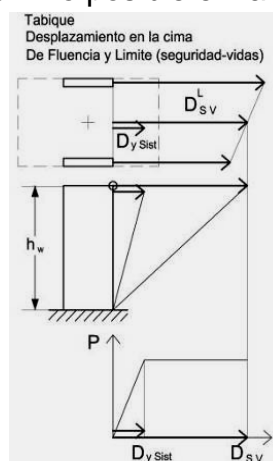


Figura 10.-Esquema desplazamientos en terraza

En tabla que sigue se sintetizan los valores obtenidos para la direcciones y y la dirección x tendrá un proceso análogo que ahora no se consigna.-

Donde $\varepsilon_y = 2.1 \frac{0}{000} = 0.0021$; $E = 3000MPa = 3000 \frac{KN}{cm^2}$

4.1.-Dirección y

Tab	l_w	$\phi_y = 2 \frac{\varepsilon_y}{l_w}$	$M = EI_e \phi_y$	$V = \frac{3M}{2h_w}$	$D_y = \frac{11}{40} \frac{2\varepsilon_y}{l_w}$	$K = \frac{V}{D}$
	cm	1/cm	KNcm	KN	cm	KN/cm
1	200	0.000021	441000	389	16.7	23.3
2	200	0.000021	441000	389	16.7	23.3
5	200	0.000021	441000	389	16.7	23.3
Σ				1167		69.9

Tabla 3.-

$$D_{ysist} = \frac{EV_y}{EK} = \frac{1167}{69.9} = 16.70cm$$

Nota : se puede tomar el promedio para el caso de planos verticales distintos (tabiques, pórticos), en éste caso es D=16.7 cm que coincide con valor anterior.-

5.-REQUISITOS ESTADOS LIMITES, DUCTILIDAD EQUIVALENTE Y DESPLAZAMIENTO LÍMITE DE UN TABIQUE O SISTEMA.-

5.-1.-Nivel de desempeño de seguridad de vida.-

Cálculo del desplazamiento límite de un tabique o del sistema.

$$D_{sv}^L = \mu_{eq} * D_y \tag{21}$$

5.1.1.-Dirección Y.-En tabla que sigue para cada plano resistente se indican los valores de la ductilidad global reglamentaria μ_g , de la ductilidad equivalente μ_{eq} y de los desplazamientos en la cima $D_{uy} = \mu_{eq} D_{yi}$

Se indican también los valores de los desplazamientos en la cima $D_{\delta v}$ correspondiente al valor límite adoptado para la distorsión de piso $\theta_{sv}^L = 2\%$ (17 mx0.2%=0.34 m)

Tab	A_r cm	μ_g	$DI = 0.8$	$DI = 0.8$	$DI = 0.6$	$DI = 0.6$	$D_{\theta sv} (cm)$
			c/plano	c/plano	c/plano	sistema	
			μ_{eq}	$D(cm)$	μ_{eq}	$D(cm)$	
1	8.5	5	3.42	57	2.65	44	34
2	8.5	5	3.42	57	2.65	44	34
5	8.5	5	3.42	57	2.65	44	34

Tabla 4.-

Síntesis resultados

Tab	μ_g	$DI = 0.8$	μ_{eq}	D_u cm	$D_{\theta sv} (cm)$
		c/plano			
		μ_{eq}			
1	5	0.8	3.42	57	34
2	5	0.8	3.42	57	34
5	5	0.8	3.42	57	34

Tabla 5.-Direcció y.-Síntesis resultados

6.-CORRIMIENTOS-DISTORSIONES DE PISO Y MASAS .-

6.1.-Perfil de desplazamientos adoptado: lineal y según Fajfar- Gasperic (1996) Figura 10-(B), para el ejemplo de aplicación Figura 10-(C) y masas aplicadas Figura (10)- (A)

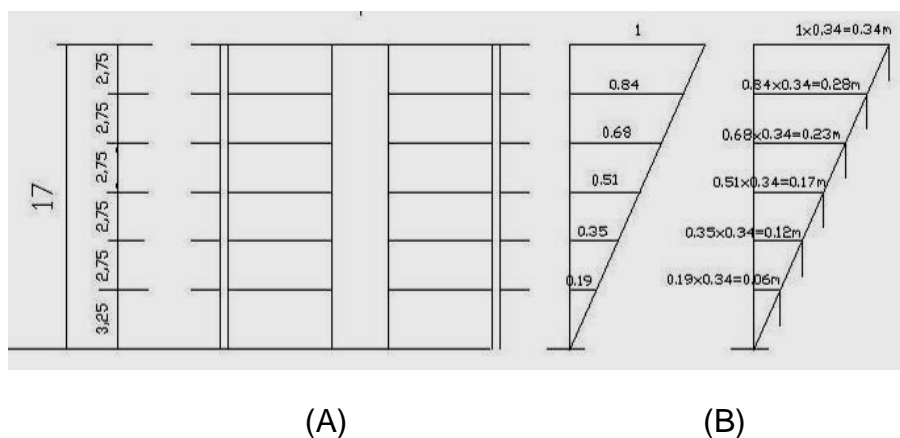


Figura 11.- (A) Perfil adoptado (s/Fajfar-Gasperic.- (B) Ejemplo

7.-FUERZAS POR PISO ,y constante de transformación entre el SDOF y MSDO.-

Según Tabla 7 y Figura 12

PISO	W_k <u>KN</u>	ϕ_i	$m_i \phi_i$	$m_i \phi_i^2$
6	2240	1.00	2240	2240
5	1800	0.84	1512	1270
4	1800	0.62	1116	692
3	1800	0.51	918	469
2	1800	0.35	630	220
1	1800	0.19	342	65
			6758	4956

Tabla 7.-Determinación “masa equivalente”

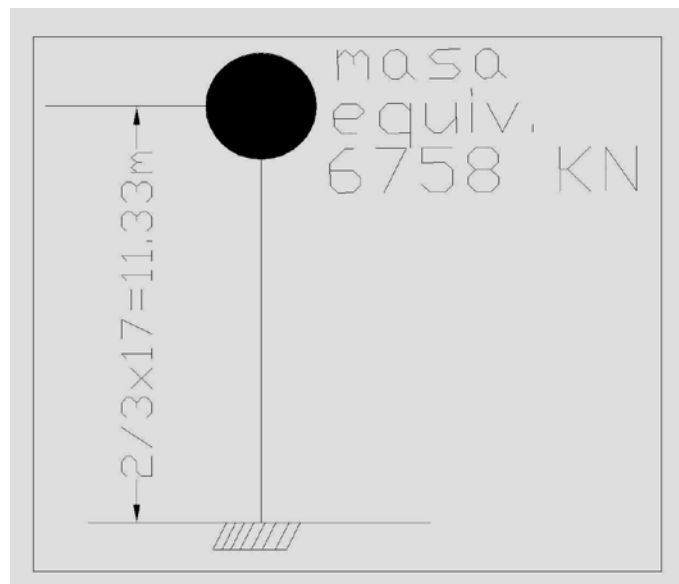


Figura 12.- “masa equivalente”

Factor de transformación entre SDOF y MSDOF corresponde a la relación:

$$\gamma = \frac{\sum m_i \phi_i}{\sum m_i \phi_i^2} = \frac{6758}{4956} = 1.34 \cong 1.4$$

8.-Demanda sísmica y verificaciones.-

a)Sismos de ocurrencia rara.-Nivel de desempeño seguridad de vidas

*Determinación del centro de resistencia V_{yn} y de la excentricidad de diseño

$$e_{d,sv} = e_{sv} + 0.10l \quad (22)$$

Con e_{sv} ; excentricidad del centro de masa con respecto al centro de resistencia de los planos resistentes dispuestos en la dirección considerada y l (ele) es la dimensión en metros de la planta de la construcción en dirección perpendicular.-

*Determinación del corte en la base requerido y del período

Se procede por tanteos: adoptando un valor para el desplazamiento de traslación disponible del sistema en la cima D_{sv}^{Tras} (por ejemplo un 80% del menor) tal que

$$D_{ysist} < D_{sv}^{Tras} < \min(D_{sv}^L, D_{sv,i}^L) \quad (23)$$

Se calcula la ductilidad disponible

$$\mu_{dis} = \frac{D_{sv}^{Tras}}{D_{y,sist}} \quad (24)$$

Empleando el desplazamiento de fluencia en la cima del sistema equivalente de un grado de libertad y el valor de la ductilidad disponible, se ingresa al espectro de respuesta en formart aceleraciones-desplazamiento y se determina el valor del Período T y así el corte basal requerido para el nivel de desempeño seguridad de vidas a partir de la pseudo aceleración y la masa efectiva en el primer modo

Dirección y

La planta tiene un desplazamiento por traslación más uno por rotación o torsión (controlado por muros en la dirección perpendicular, o sea, x) y el proceso es descrito como sigue:

a)Maxima longitud de la planta en la dirección y en sentido perpendicular):17.70 m

$$e_{d,sv} = e_{sv} + 0.10l = 0.00 + 0.10 * 17.70 = 1.77m \cong 1.80m$$

Suponemos: $D_{sv}^{traslación} = 0.80 * 34cm = 27.2cm \cong 27cm$.-

b) obtención de la ductibilidad disponible:

$$\mu_{dis} = \frac{D_{sv}^{Tras}}{D_{y,sist}} = \frac{D_{sv}}{D_{ysistema}} = \frac{27cm}{16.7cm} = 1.62$$

c) obtención del corrimiento para 1GDL $v_y = \frac{16.7}{1.37} = 12cm$

d) Con los valores de $\mu_{dis} = \frac{D_{sv}^{Tras}}{D_{y,sist}} = \frac{D_{sv}}{D_{sistema}} = \frac{27cm}{16.7cm} = 1.62$ y del

del desplazamiento: $v_y = 12cm$

Y para tener en cuenta la demanda sísmica se ingresa al acelerograma (en nuestro caso zona 2-tipo espectral 2) "fabricado" tal como se muestra en la Figura que sigue en formato aceleraciones-desplazamientos y se obtiene el período

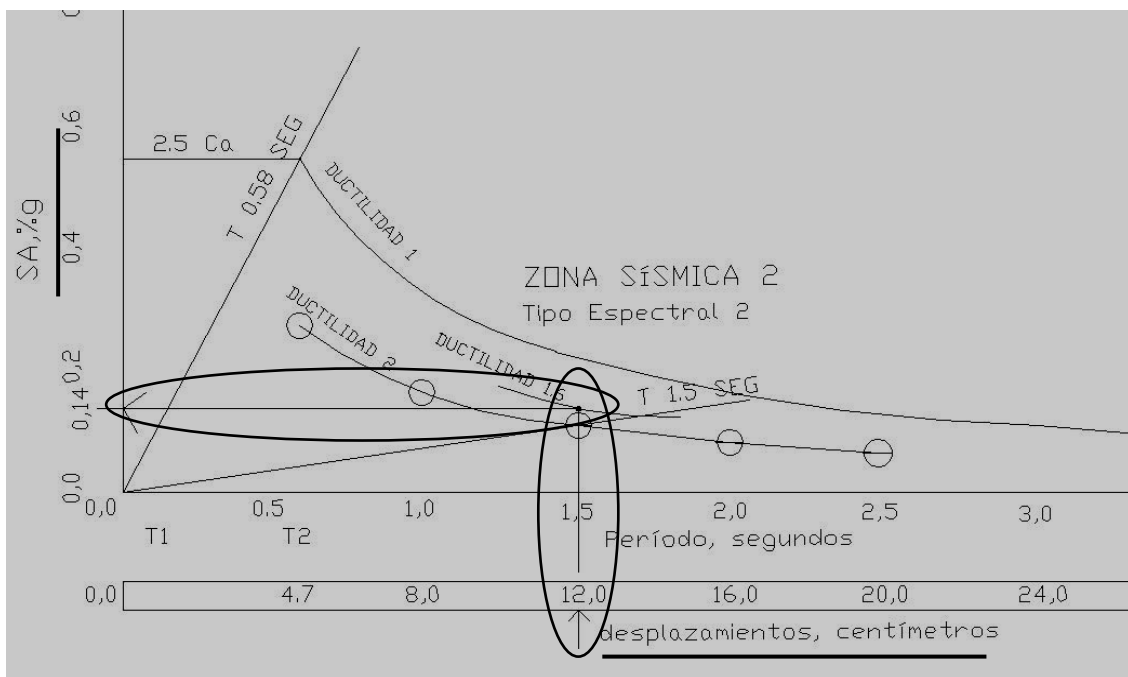


Figura 13.-Determinación del período y la Sa,%g

$T=1.5$ seg y $Sa=0.14\%g$

$(m_i \phi_i) * 0.14 * 10 = 6758 * 0.14 * 10 = 9461KN$ Figura 14

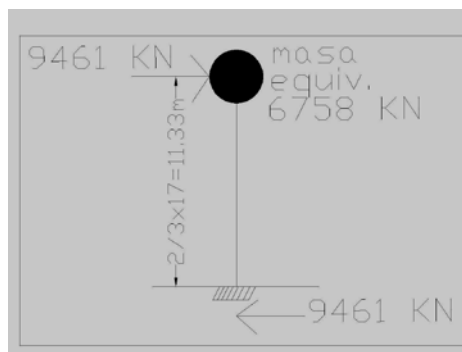


Figura 14.-Determinación del corte en la base

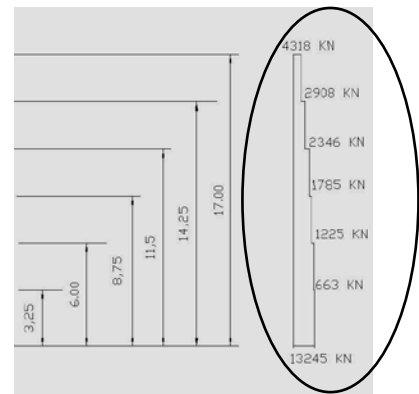
El valor anterior es para el sistema equivalente de 1gdl (SDOF) y para pasar al de múltiples grados de libertad (MDOF) será el corte en la base de valor

$$9461\text{KN} \cdot 1.37 = 13245\text{ KN}$$

La de Figura 15 (A) y el esquema Fig 15 (B) que siguen muestran la distribución del corte basal como carga triangular inversa en la altura del edificio

Nivel	Wk KN	Hk m	4=2x3	Fk KN
1	2	3		5
6	2240	17.00	38080	4318
5	1800	14.25	25650	2908
4	1800	11.50	20700	2346
3	1800	8.75	15750	1785
2	1800	6.00	10800	1225
1	1800	3.25	5850	663
Σ	11240			

A



B

Figura 15.-A y B cargas por piso y distribución del corte basal 13245 KN obtenido en la altura de edificio

e).-Verificación.-Nivel terraza (cima): dirección y.-Dirección x no mostrada por los alcances de éste trabajo

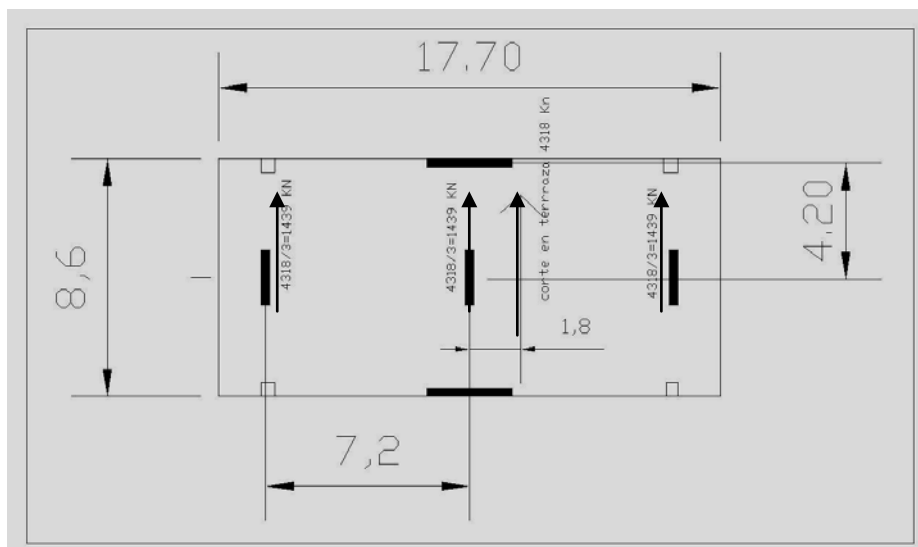


Figura 16.-Esfuerzos de corte en la cima

Tab	$D_{sv} (cm)$	$d_{svi} (cm)$	$d_{svi}^2 (cm^2)$	$K \left(\frac{KN}{cm} \right)$	$Kd_{sv,i}^2$
1	2	3	4	5	6
1	27	720	518400	23.3	12078720
2	27	720	518400	23.3	12078720
3	27	0	0	23.3	0
Σ					24157440

Tab	$e_d (cm)$	$V_{svi} (KN)$	$V_{svi} e_{d,sv} (KNcm)$	$D_{tor} (cm)$	$D_{total} (cm)$
1	7	8	9	10	11
1	180	1439	259020	9	27+9=36
2	180	1439	259020	9	27-9=18
3	180	1439	0	0	27+0=27

Tabla 8.- Dirección y: corrimientos totales

La tabla 8 anterior permite decir que en la dirección y no verifica ya que para el plano resistente Tab 1 se tiene:

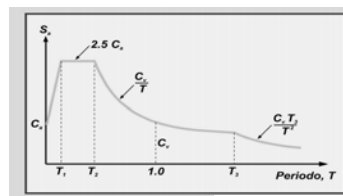
$$D_{total} (cm) = 36cm > D_{\text{osv}} = 34cm$$

Para solucionar la diferencia anterior se propone: aumentar un 10% las dimensiones de los tabiques en el sentido y llevando su largo a 3.30m.-

CONCLUSIONES.-

Del presente trabajo con sus contenidos y desarrollo se entiende que es una propuesta en todo su proceso ya que permite , entre otros:

- a) empleo de la demanda sísmica de acuerdo a cada zona dada por el Reglamento INPRES CIRSOC-103-parte I-2013 llevados a formado aceleración (Sa)-desplazamientos (Sd) que se obtienen de manera simple y de rápida aplicación para los puntos b) y c) que siguen (verificación y el proyecto [3])



Desplazamiento, D

Figura 17.-Demanda sísmica s/INPRES-CIRSOC 103

- b) verificación, con lo anterior, de los desplazamientos impuestos en la cima y la obtención del corte en la base de la estructura de manera también simple y de rápida aplicación.- Figura 18
- c) hacer, también por lo anterior, que sea extensivo al proyecto que tenga en cuenta desplazamientos ya prefijados en la cima (por reglamentos, por objetivos de performance, etc), se obtiene corte en la base. Figura 18

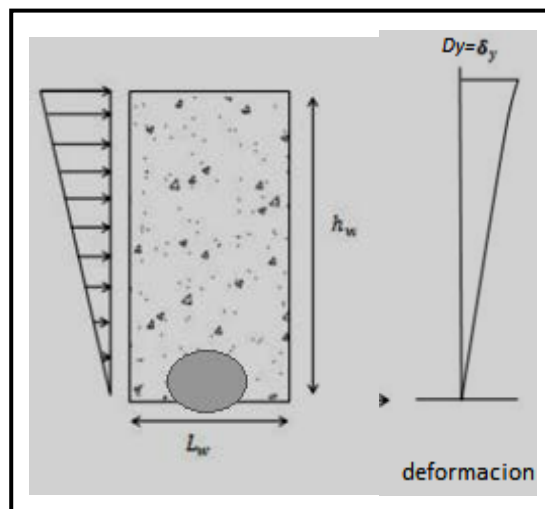


Figura 18.- D_y Incógnita: proceso de verificación.- D_y Dato: proceso de proyecto

COLABORADORES Y AGRADECIMIENTOS.-

A los Prof: Ing Diego Quinteros, Arq Maria Elena Luna Moreta, Arq Eva Carrizo, Arq Leila Kaliciński, Ing Rafael Coppari, Ing Ernesto Palacios de la Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR)-Departamento de Aplicadas-Escuela de Arquitectura.-

BIBLIOGRAFÍAS

- 1.- Timoshenko.-Resistencia de Materiales Primera parte, Cap IV y V.-1957
- 2.- Möller Oscar.-Estructuras Sismorresistentes.-Universidad Nacional de Rosario- Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura-Escuela de Ingeniería Civil- Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras (IMAE).-2015.-
- 3.- Priestley M.J.N..-Myths and Fallacies in Earthquake Engineering, Revisited.- The Maller Milne Lecture 2003.-
- 4.-Noguera L. ,Palmieri A. ,Salvadeo V.-Diseño Sísmico por Capacidad para edificios de varios niveles. Rótulas plásticas y su concepto en el diseño estructural.-23JAIE.-2014
- 5.-Reglamento INPRES-CIRSOC 103.Reglamento argentino para construcciones sismorresistentes. Parte II-Construcciones de hormigón armado. INTI. Buenos Aires.2005.Cap 3.Pág 45.