

y por corte, como así también la consideración de la resistencia a compresión para el efecto de cargas verticales.

Esto dió motivo al estudio de determinación de valores de módulos a compresión σ_c y de elasticidad E mediante el ensayo de muros, según se muestra en la figura 1.

En la determinación de los módulos de elasticidad longitudinal E se han seguido dos criterios:

1º: Por la Ley de BACH. Considerando la heterogeneidad del conjunto, como paneles formados por varios materiales como ser el ladrillo, la junta de mortero y el enmarcado de hormigón armado, cuyas características físico-mecánica son distintas en cada uno de ellos, en forma aislada y en conjunto. Esto hace que no se cumpla con la Ley de HOOKE - proporcionalidad entre carga y deformación - (ref. 7; 8; 9).

2º: Se comparan los valores E obtenidos por la Ley de BACH con criterio dado por la Ley de HOOKE, analizándolos dentro del período elástico. Se considera como período elástico aproximado hasta el 25% de la carga de rotura de la estructura sometida a ensayo.

Paneles Ensayados a Cargas Verticales según esquema de figura 1, para la determinación de resistencias a compresión y módulos de elasticidad longitudinal E.. Resultados y características indicadas en tablas 1,2,3,4,5 y 6.

CARACTERISTICAS.

Paneles Prefabricados tipo DALVIAN PC-1/78 ; PC-2/78 ; PC-3/78 con módulos (2,31 x 0,40 x 0,10 m), confeccionados en fábrica de hormigón, tobas

y granulado volcánico con alma de poliestireno expandido de 4 cm de espesor y 25 de cm de ancho, armadura longitudinal 6 \emptyset 4,2 mm (3 por cara) y armadura transversal de alambre \emptyset 2,03 mm cada 30 cm. Tabla 1

Paneles Prefabricados tipo DALVIAN PC-4/79 ; PC-5/79 ; PC-6/79 con módulos (1,31 x 0,40 x 0,10 m) confeccionados en fábrica: de hormigón, cal, arena y granulado volcánico con alma de poliestireno expandido de 4 cm de espesor y 25 cm de ancho, armadura longitudinal 4 \emptyset 4,2 mm (2 por cara) y armadura transversal \emptyset 4,2 mm cada 15 cm. Tabla 1.

Paneles construídos con ladrillón macizo moldeado a mano, cocido a cielo abierto de dimensiones aproximadas 9 x 18 x 29 cm con juntas de mortero de distintas calidades. Tabla 2.

Paneles construídos con ladrillo tipo "Pumicita" de dimensiones aproximadas 9 x 18 x 30 cm con juntas de mortero de distintas calidades. Tabla 3.

Paneles construídos con ladrillo cerámico semihueco tipo "Princesa" de dimensiones 11,5 x 14 x 29 cm con juntas de mortero 1 : 5 (cemento, arena) Tabla 4.

Probetas ladrillo-mortero de dimensiones 26,5 x 26,5 x 31 cm con ladrillo macizo común moldeado a mano, cocido a cielo abierto y según Norma IRAM 1549. Mortero utilizado de distinta calidad. Tabla 5.

Paneles construídos con ladrillo cerámico hueco "Palmar" de distintos tipos. Junta de mortero utilizada 1:1:5 (cemento, cal hidratada, arena) Tabla 6.

Paneles Ensayados Bajo Acciones Horizontales.

A los fines de poder determinar el módulo de elasticidad transversal G

y la resistencia a corte en paneles de mampostería se efectuó una serie de ensayos, sometiendo los mismos a cargas horizontales reversibles, aplicadas en el extremo superior del panel, sin restringir las deformaciones verticales extremas, teniendo como carga vertical sólo la de su peso propio, siendo el tipo de prueba denominado EN VOLADIZO.

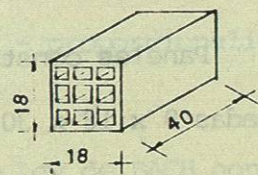
Ver esquema de carga en figura 1

La serie de paneles ensayados se indican a continuación:

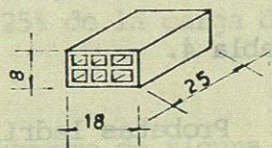
CARACTERISTICAS DEL ELEMENTO:LADRILLO.

A. Ladrillo cerámico hueco "Palmar".

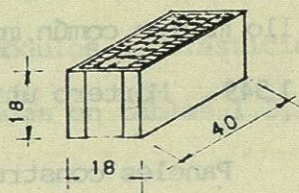
A.1. Común 9 agujeros (18 x 18 x 40 cm)



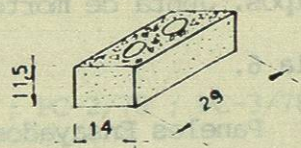
A.2. Común 6 agujeros (8 x 18 x 25 cm)



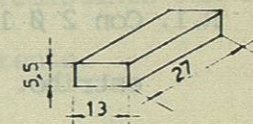
A.3. "Celerbloque" (18 x 18 x 40 cm)



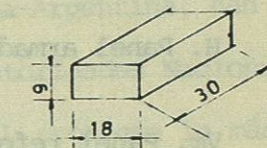
A.4. "Princesa" (11,5 x 14 x 29 cm)



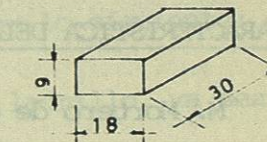
B. Ladrillo macizo común moldeado a mano, cocido a cielo abierto. Tipo Norma IRAM 1549. (5,5 x 13 x 27 cm).



C. Ladrillón macizo moldeado a mano, cocido a cielo abierto (9 x 18 x 30 cm). no normalizado.



D. Ladrillo de roca volcánica tipo "Pumicita" macizo (9 x 18 x 30 cm). Procedencia de Malarque - MENDOZA.



CARACTERISTICAS DEL ENMARCADO.

E. Columnas de hormigón armado de sección transversal igual a espesor muro x 18 cm.

E.1. Con armadura longitudinal de 4 Ø 8 mm y estribos cerrados de Ø 4,2 mm c/20 cm.

E.2. Con armadura longitudinal de 4 Ø 12 mm y estribos cerrados de Ø 4,2 mm c/18 cm.

V. Viga de encadenado superior de hormigón armado. Sección 18 x 18 cm con armadura longitudinal de 4 Ø 8 mm y estribos cerrados Ø 4,2 mm c/20 cm.

R. Refuerzo en bordes de paneles con ladrillo cerámico Palmar tipo

"Princesa" armado interiormente con:

R.1. Con 2 \emptyset 10 mm en cada ladrillo de borde y extremo de muro, sin estribo.

R.2. Con 2 \emptyset 12 mm en cada ladrillo de borde y extremos de muro.

H. Panel armado de acuerdo a normas antisísmicas de MENDOZA, (ref. 5)

Vm. Panel reforzado con viga de hormigón armado a media altura de sección de acero y hormigón idem a tipo F.

CARACTERISTICA DEL MORTERO UTILIZADO EN JUNTAS.

M. Mortero de cemento, cal hidratada y arena común.

M.1. (1:1:5)

M.2. (1:1:9)

Mca. Mortero de cemento y arena común (1:5)

L. Lechada de cemento puro.

En tablas 7 y 8 se dan los resultados obtenidos de las resistencias a compresión en paneles y probetas compuestos por ladrillos y morteros de distintos tipos y calidades.

En tablas 9, 10, 11, 12 y 13 se resume el resultado de la serie de paneles sometidos a acciones horizontales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El presente trabajo tiene por objeto obtener conocimientos que permitan dar mejores recomendaciones de diseño sismorresistente cuando se utiliza la mampostería como sistema estructural resistente.

Los muestreos realizados en fábrica y estudio de elementos de mampostería que se obtienen de la zona del Gran Mendoza-Argentina, han permitido obtener algunas conclusiones (ref. 4) que las autoridades Nacionales, Provinciales y Municipales deberán tomar carta en el problema lo más pronto posible.

Del análisis efectuado es importante destacar lo siguiente:

Los coeficientes de variación, del elemento ladrillo, ya sea en la resistencia de los materiales como en sus formas y dimensiones, son muy altos. Esto se debe a que no se ha completado aún la normalización de los elementos que componen el mampuesto; y lo que ya está normalizado no se cumple fielmente por el productor.

Como producto de la gran variación dada en el estudio estadístico y de acuerdo al muestreo efectuado hasta la fecha se indica: que el diseñador sismorresistente debe dar indicación expresa en su diseño del tipo de mampuesto que utilizará para la absorción de las acciones sísmicas previstas en Código, de igual modo como se indica para el acero y el hormigón se debe especificar el mampuesto con sus valores característicos.

Que los valores medios obtenidos de módulos de elasticidad longitudinal E y transversal G deben ser utilizados con precaución debido a la gran dispersión que se produce por los distintos tipos de ladrillos y morteros

R.J. MICHELINI

utilizados en el ramo de la construcción.

Que del estudio efectuado hasta la fecha se puede decir que la razón existente entre los módulos, de rigidez transversal G y el de elasticidad E oscila entre 0,04 a 0,3.

Que el estudio presentado en este trabajo corresponde a un parámetro determinado, como ser: muro sometido a estado de carga del tipo EN VOLADIZO, manteniendo una relación altura/largo del panel aproximadamente igual a 1, sin variar su espesor.

Que del estudio efectuado se ha visto que en ensayos de muros EN VOLADIZO con refuerzo exterior mediante columnas de encadenado o interior cuando el tipo de ladrillo lo permita, la capacidad resistente puede estar limitada por la fluencia del refuerzo de acero.

Que se hace necesario continuar con el tema, haciendo variar entre otras cosas: la relación $\frac{H}{L}$; el espesor del panel; el tipo de carga; el número estadístico de ensayos experimentales, etc., por lo tanto, este trabajo sólo pretende ser el inicio del problema "MAMPOSTERIA SISMORESISTENTE" en Argentina.

-.---.--.

R.J. MICHELINI

RECONOCIMIENTO.

Este trabajo se desarrolla en la UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL, Centro de Investigaciones Tecnológicas. Facultad Regional Mendoza, con el apoyo de las autoridades provinciales y nacionales de la UNIVERSIDAD, de la SECYT (Secretaría Ciencia y Tecnología). Reconocimiento al apoyo concreto de los siguientes colaboradores directos al Grupo de Construcciones Anti-sísmicas, haciendo posible reunir la información que se da en el presente trabajo.

COLABORADORES.

Ingenieros en Construcciones	SILVA, Eduardo Oscar
	SAAVEDRA, Fernando Argentino
	FORNI, Daniel Anibal
	ALONSO, Ricardo Daniel

APOYO LENGUISTICO.

Profesora de Lenguas:	RIARTES de ROMERO, María Nieves
Ingeniero Civil:	OELSNER, Pedro Pablo

AUXILIARES.

Ingeniero en Construcciones	GUERRERO, Roberto Osvaldo
Ingeniero en Construcciones	MALDONADO, Noemí Graciela
Ingeniero en Construcciones	PETRICH, Jorge
Ingeniero en Construcciones	RIOS, Carlos Eduardo
Ingeniero en Construcciones	AQUINDO, Ana María

AUXILIARES TECNICOS:

Señor	OROZCO, Carlos Héctor
Señor	VILLEGAS, Oracio A.

Personal Administrativo Facultad Regional Mendoza y alumnos de 6° Año Ingeniería en Construcciones de la Facultad Regional Mendoza, UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL.

REFERENCIAS:

1. Normas "IRAM 1 549 y 12 518"
IRAM . Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (marzo 1966)
2. Norma "IRAM 11 588" (1972).
3. Ings. MICHELINI, Rufino Julio y CAMPS, Juan.
"Estudio sobre el Comportamiento de la Mampostería de Ladrillo bajo el efecto de Acciones Horizontales en Modelos a escala Reducida" . Facultad Regional Mendoza. UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL. (1974).
XVI Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural Vol.III - 299/322.
4. Ings. MICHELINI, R.J. y GALVEZ, E.O.
"Ensayos Físicos Generales Aplicados a los Ladrillos de la Construcción" Informe interno Facultad Regional Mendoza. UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL. (1975). 23 pag.
5. " Código de Construcciones Antisísmicas de la Provincia de Mendoza" Argentina. (junio 1970) 30 pag.
6. MURRAY R. SPIEGEL. "Estadística" Editorial Mc Graw - Hill Latino Americana, S.A. (1969) . 357 pag.
7. Afanásiev, A.M. y Marien, V.A. . "Prácticas de Laboratorio sobre Resistencia de Materiales" Editorial MIR (1978). 327 pag.
8. Helfgot, Aarón. "Ensayo de los Materiales". Editorial Kapeluz S.A. Argentina. (1979) 636 pag.

9. PALAZON, GONZALEZ. "Ensayos Industriales". Editorial Litenia, Buenos Aires. (1967). 499 pag.
10. MELI, Roberto y REYES, Alejandro. "Propiedades Mecánicas de la Mampostería". Ingeniería, Vol. 41, N°3, México, D.F. (1971).
11. MELI, Roberto. "Comportamiento Sísmico de Muros de Mampostería". Instituto de Ingeniería México 20, D.F.. México. 2da. Edición (1979).
12. SCHUBERT, Peter y GLITZA, Horst. "Valores del Módulo E , coeficiente de Elasticidad Transversal y Valores de Alargamiento en Rotura de Mampostería". Publicación de la revista DIE BAUTECHNIK, (junio 1981) Cuad. 6.
Traducción a lengua castellana: OELSNER, Pedro. Facultad Regional Mendoza. UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL. Grupo de Construcciones Antisísmicas (1982).

50	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200