

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

109
ZEJ

FACULTAD DE INGENIERIA



**ESTUDIO EXPERIMENTAL DE PANELES DE
POLIESTIRENO REFORZADOS CON MEMBRANA DE
MORTERO Y MALLA ELECTROSOLDADA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L

PRESENTA
FEDERICO MIRANDA JAIMES

DIRECTOR DE TESIS:
ING. HECTOR JAVIER GUZMAN OLGUIN

MEXICO, D. F.

1995

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-009/94

Señor
FEDERICO MIRANDA JAIMES
Presente.

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. HECTOR JAVIER GUZMAN OLGUIN**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**"ESTUDIOS EXPERIMENTAL DE PANELES DE POLIESTIRENO
REFORZADOS CON MEMBRANA DE MORTERO Y MALLA
ELECTROSOLDADA"**

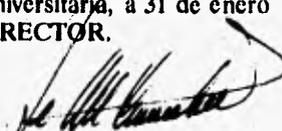
INTRODUCCION

- I . ANTECEDENTES**
- II . PROCESO EXPERIMENTAL**
- III . ANALISIS DE RESULTADOS**
- IV . CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 31 de enero de 1994.
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/RCR*nll

Gracias I :

A papá, por el apoyo, por su cariño y su motivación.

A Mamá por su amor, por su ejemplo y mi formación.

A Oly, René y Adita por su apoyo, su incondicional cariño, su comprensión y su tiempo; que a todo ello debo el sustento y el alimento de la persona que soy.

Gracias I , Al Ingeniero Hector J. Guzmán Olguín por compartir conmigo sus conocimientos y su experiencia, pero especialmente, gracias por su amistad y paciencia.

Gracias I , A los profesores que de una u otra forma han intervenido durante mi formación escolar y de particular manera a quienes debo la reafirmación de haber elegido la mejor profesión.

Gracias I , A toda esa gente que tanto aprecio y quienes al brindarme su amistad me brindan la oportunidad de compartir con ellos sus vidas, gracias, a todos ellos y a cada una de ellas, gracias!

INDICE

I.- INTRODUCCION.	2
I.1.- Muros.	3
I.2.- Losas.	5
II.- PROCESO EXPERIMENTAL.	8
II.1.- Descripción del elemento.	8
II.2.- Forma de ensayo.	13
II.2.1.- Carga vertical en muros.	13
II.2.2.- Carga lateral en muros.	13
II.2.3.- Elementos losa bajo carga perpendicular a su plano.	18
III.- ANALISIS DE RESULTADOS.	20
III.1.- Muro bajo carga lateral.	20
III.1.1.- Esfuerzo cortante.	23
III.1.2.- Esfuerzos normales por flexión.	25
III.2.- Muro bajo carga vertical.	26
III.2.1.- Esfuerzos normales por carga vertical.	26
III.3.- Losa bajo carga perpendicular.	34
III.3.1.- Comportamiento de la losa No. 1	34
III.3.2.- Comportamiento de la losa No. 2	35
III.3.3.- Comportamiento de la losa No. 3	36
IV.- CONCLUSIONES.	49
Ventajas del sistema analizado.	51
Reporte Fotográfico.	54
Bibliografía.	65

I.- INTRODUCCION

La actividad del ingeniero se encuentra intimamente ligada con los materiales de construcción de que pueda disponer para la elaboración de las obras que se encuentren a su cargo, es por eso que se deberán conocer a fondo las propiedades y características en el comportamiento de los elementos que se van a emplear. Los diseños más avanzados en Ingeniería se basan fundamentalmente en la utilización de los materiales más novedosos cuyas características superen, aunque sea solo en algunos aspectos, a los ya existentes.

Actualmente, la necesidad de realizar construcción confiable y de avance rápido, constituye una demanda de los tiempos de hoy, ya sean constructores o usuarios. Se tiene la necesidad de generar infraestructura que cumpla con los requisitos de seguridad que marcan los códigos; el motivo del presente estudio, precisamente consistió en analizar el comportamiento de una serie de paneles con alma de poliestireno cubierta por malla electrosoldada, cuyo empleo dentro de la industria constructiva es de reciente introducción; dichos paneles fueron dispuestos como elementos muro, solicitados con carga lateral (cortante), carga vertical (compresión), y como elemento losa solicitada con carga perpendicular a su plano (flexión); dicho estudio contempla, entre sus objetivos, el poder conocer el comportamiento de estos elementos en condiciones que superan las de trabajo normal.

I.1.- MUROS

Las normas técnicas complementarias para construcción y diseño de estructuras de mampostería del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en su revisión y actualización de 1987 (R.C.D.F-87), contempla en el capítulo tercero, que todos los muros con una función estructural quedarán incluidos en una de las modalidades descritas en los casos siguientes:

a) Muros Diafragma:

Estos son los que se encuentran rodeados por vigas y columnas de un marco estructural al que proporcionan rigidez ante cargas laterales.

La unión entre el marco y el muro diafragma deberá evitar la posibilidad de volteo del muro perpendicularmente a su plano, y las columnas del marco deberán ser capaces de resistir, cada una, en una longitud igual a una cuarta parte de su altura medida a partir del paño de la viga, una fuerza cortante igual a la mitad de la carga lateral que actúa sobre el tablero.

b) Muros Confinados:

Estos son los que están reforzados con castillos y dalas que cumplen con determinados requisitos de los cuales citaremos solo los siguientes:

-- Las dalas y castillos tendrán como dimensión mínima el espesor del muro.

-- El concreto tendrá una resistencia a compresión (f_c) no menor a 150 Kg/cm².

-- El esfuerzo longitudinal estará formado por lo menos de tres barras cuya area total no será inferior a $0.2(f_c/f_y)$ por el área del castillo y estará anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda desarrollar su esfuerzo de fluencia.

-- Existirán castillos por lo menos en los extremos de los muros y en los puntos intermedios del muro a una separación no mayor que una vez y media su altura, ni cuatro metros.

c) Muros reforzados interiormente:

Estos son muros reforzados con malla o barras corrugadas de acero, horizontales y verticales, colocadas en los huecos de las piezas, en ductos o en las juntas. Para que un muro pueda ser considerado como reforzado, deberá cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

-- La suma de la cuantía de refuerzo horizontal, P_h , y vertical, P_v , no será menor que 0.002, y ninguna de las dos cuantías será menor que 0.0007. La cuantía de refuerzo horizontal se calcula como :

$$P_h = A_{sh} / st$$

siendo A_{sh} el area total del acero de refuerzo horizontal que se colocará en el espesor t del muro a una separación s ; y el cálculo del la cuantía del refuerzo vertical se calcula con la fórmula siguiente:

$$P_v = A_{sv} / Lt$$

en la que A_{sv} es el área total del acero de refuerzo que se colocará verticalmente en la longitud L del muro. Cuando se utilize acero con un esfuerzo de fluencia especificado mayor de 4 200 Kg/cm², las cuantías de refuerzo mencionadas en este párrafo podrán reducirse multiplicándolas por $(4\ 200)/f_y$.

d) Muros no reforzados:

Se considerarán como muros no reforzados aquellos que no tengan el refuerzo necesario para ser incluidos en alguna de las tres categorías anteriores.

1.2.- LOSAS

Un grupo muy importante de elementos estructurales básicos se caracterizan por tener una dimensión muy pequeña respecto a las otras dos y una superficie plana. Estos elementos se identifican con el nombre genérico de placas, aunque adquieren nombres más específicos dependiendo de la función estructural principal que desempeñan. Las placas sujetas a cargas normales a su plano y apoyadas en sus bordes o en algunos puntos son típicos de los sistemas de piso y techo, aunque cumplen un gran número de otras funciones en diferentes estructuras. Cuando estas placas son elaboradas de concreto, piedra o de construcción compuesta con esos materiales reciben el nombre de losas.

Las losas de concreto pueden ser macizas, aligeradas, losas planas, apoyadas perimetralmente o losas apoyadas libremente.

Las losas planas son aquellas que se apoyan directamente sobre columnas sin la intermediación de vigas, pueden tener ampliaciones en la columna o en la losa o pueden ser de peralte uniforme, en este último caso se denominan placas planas.

Las ampliaciones de las columnas en su parte superior se denominan capiteles, su función principal es aumentar el perímetro de la sección crítica

en cortante por penetración; esta es una de las acciones que rige el dimensionamiento de este tipo de losas.

Se conoce con el nombre de ábaco a la zona de la losa alrededor de la columna con mayor peralte, generalmente es cuadrado o rectangular y el R.C.D.F.-87 recomienda que sus dimensiones en planta no sean menores que un sexto del claro en la dirección considerada a cada lado del eje de las columnas.

Las losas aligeradas son aquellas a las que se le han incorporado bloques huecos o tubos de cartón, los cuales al final quedan ahogados en el interior de la losa, o bien, los huecos se forman con moldes recuperables de plástico u otros materiales. Este tipo de losas también reciben el nombre de losas reticulares o encasetonadas.

Las losas apoyadas perimetralmente son aquellas que se colocan sobre vigas o muros en sus cuatro lados y que por lo tanto trabajan en dos direcciones.

Una característica estructural importante de los apoyos de estas losas es que su rigidez a la flexión es mucho mayor que la rigidez a la flexión de la propia losa, cuando las losas se apoyan en muros no hay duda al respecto, ya que su rigidez a la flexión puede considerarse infinita. Cuando se apoyan en vigas de dimensiones usuales también puede considerarse que se cumple con la condición mencionada, sin embargo, en ocasiones las losas se apoyan en vigas de poco peralte que tienen una rigidez relativamente pequeña, cuando esto se presenta el procedimiento empleado es mucho más elaborado.

Las losas apoyadas libremente son aquellas que se encuentran con apoyos unicamente en dos de sus lados, opuestos uno del otro, y uno de los apoyos permite algún desplazamiento, dentro de ciertos límites, en sentido horizontal o angular; La rigidez a la flexión de este tipo de losas no es tan alta como la de las losas apoyadas perimetralmente, pero si es de cierta consideración.

Las losas apoyadas libremente son elementos que trabajan en una sola dirección, esta es, en dirección de los apoyos.

La diferencia entre las losas que trabajan en una sola dirección y las losas apoyadas perimetralmente, puede verse en la forma que adquieren cuando se deflexionan bajo la acción de cargas normales a su plano, las primeras se deflexionan en curvatura simple, mientras que las segundas lo hacen en curvatura doble.

Las losas, por ser elementos que trabajan a flexión, sufren deformaciones importantes bajo carga, de manera que la limitación de flecha y ubicación en condiciones de servicio es el aspecto que rige normalmente el espesor de la placa.

La flexión es la fuerza interna dominante en las placas con cargas normales a su plano. La fuerza cortante rara vez llega a regir en el diseño de dichas placas.

II.- PROCESO EXPERIMENTAL

II.1.- Descripción del elemento

El panel estructural está formado a base de poliestireno expandido de alta densidad, envuelto por una malla electrosoldada de acero de alta resistencia.

Los paneles ensayados consisten en tableros de poliestireno de 7.5 cm. de espesor, 304 cm. de largo y 122 cm. de ancho.

La malla de acero que envuelve al tablero de poliestireno consta de nueve alambres de 2.72 mm. de diámetro con una resistencia a la tensión de $f_y = 6\ 000\ \text{Kg/cm}^2$, paralelos hacia el lado más largo del tablero y espaciados a cada 15.3 cm; y de 25 alambres de 1.98 mm de diámetro con la misma resistencia a la tensión que los anteriores y espaciados a cada 5 cm, colocados en el mismo sentido en el tablero; Todos estos alambres se encuentran ligados perpendicularmente a sus ejes con puntos electrosoldados a otros alambres de 1.98 mm de diámetro colocados en el sentido transversal del tablero y separados a cada 5 cm, dependiendo el número de estos últimos a la longitud del elemento estructural que se analice, formando así la malla cuadrangular de acero que se observa por ambos lados del tablero.

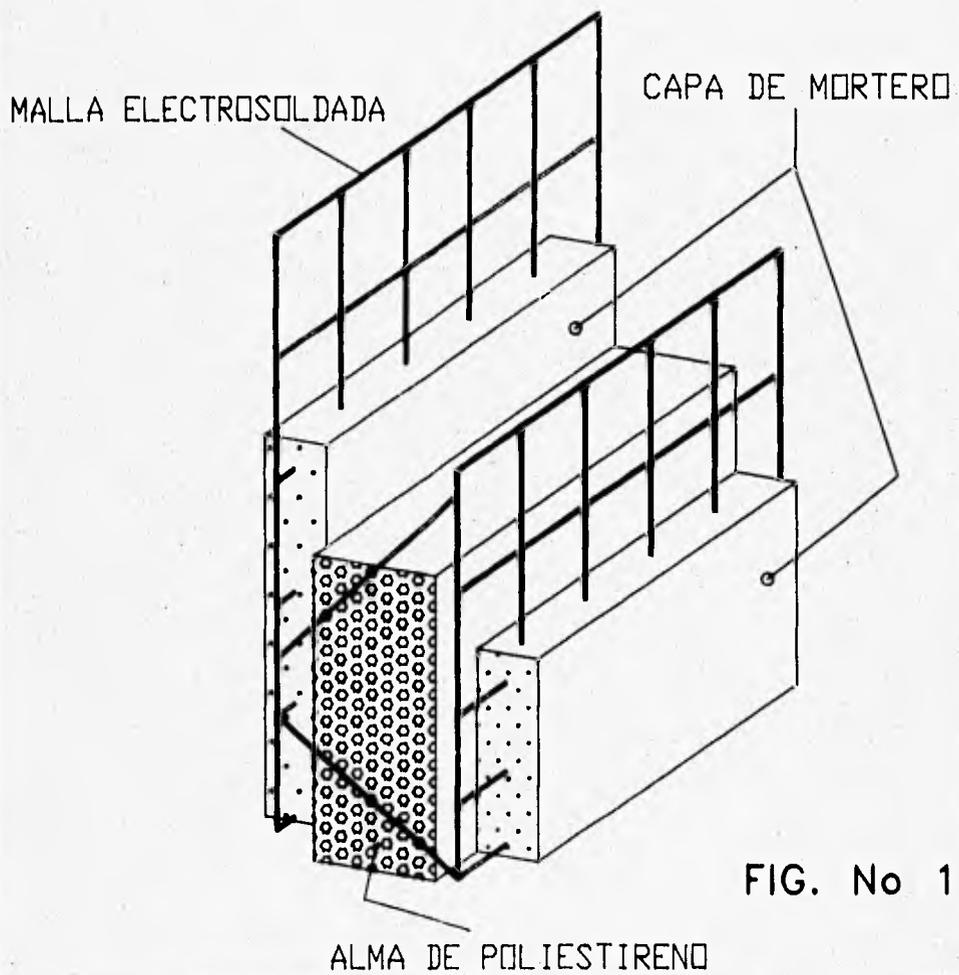
Los p neles analizados fueron separados de acuerdo a la funci3n que iban a desempeñar. Los p neles muro fueron repellados en su totalidad con un mortero cemento-arena en proporci3n de 1:3 con 2.5 cm de espesor en cada lado del muro; en el caso de los elementos losa se utiliz3 el mismo tipo de mortero con los mismos espesores, la única diferencia fu3 la inclusi3n de una capa de concreto en la parte superior destinada a soportar los esfuerzos de compresi3n que se presentan en dicha zona, el espesor de la capa de concreto fu3 diferente en cada una de las tres pruebas que se realizaron para losas. Dicho sistema de panel se puede apreciar en la figura No. 1

Se utiliz3 un aditivo para preparar las superficies de poliestireno con objeto de obtener una mayor adherencia con el mortero y otro para acelerar el fraguado de concretos y morteros con el fin de reducir tiempos entre el ensaye de las muestras.

Se tomar3n varias muestras del acero de refuerzo que forma la malla electrosoldada, la cual envuelve el tablero de poliestireno, para conocer el comportamiento y sus puntos caracteristicos tales como el esfuerzo en el límite de proporcionalidad máxima, esfuerzo de fluencia y esfuerzo de ruptura. Igualmente se tomaron muestras del mortero y del concreto para conocer el nivel de esfuerzos adquiridos a la fecha de los ensayos.

Contando con esta informaci3n de control de calidad, la posibilidad de predecir la conducta del sistema estructural fu3 más precisa y los incrementos en los niveles de carga adecuadamente programables.

SISTEMA DE PANEL



PORCENTAJE DE ACERO EN ELEMENTOS MURO

Acero longitudinal:

9 alambres de 0.272 cm de diámetro

25 alambres de 0.198 cm de diámetro

Acero transversal:

46 alambres de 0.198 cm de diámetro

Volumen total del elemento:

$$L \times H \times E = 231 \times 126 \times 5 = 145\,530 \text{ cm}^2$$

Volumen de acero longitudinal: 592.18 cm²

Volumen de acero transversal: 342.76 cm²

**** Porcentaje de acero transversal : 0.24 %**

**** Porcentaje de acero longitudinal : 0.41 %**

**** Porcentaje de acero total : 0.65 %**

PORCENTAJE DE ACERO EN ELEMENTOS LOSA

Losa No. 1

Acero longitudinal:

09 alambres de 0.272 cm de diámetro

25 alambres de 0.198 cm de diámetro

Acero transversal:

61 alambres de 0.198 cm de diámetro

Volumen total del elemento:

$$309 \times 126 \times 8 = 311\,472 \text{ cm}^2$$

Volumen de acero longitudinal: 788.08 cm²

Volumen de acero transversal: 458.43 cm²

**** Porcentaje de acero longitudinal : 0.25 %**

**** Porcentaje de acero transversal : 0.15 %**

**** Porcentaje de acero total : 0.40 %**

Losa No. 2

Acero longitudinal :

09 alambres de 0.272 cm de diámetro

25 alambres de 0.198 cm de diámetro

Acero transversal :

61 alambres de 0.198 cm de diámetro

Volumen total del elemento :

$$309 \times 126 \times 10 = 389\,340 \text{ cm}^2$$

Volumen de acero longitudinal: 786.08 cm²

Volumen de acero transversal: 458.43 cm²

**** Porcentaje de acero longitudinal : 0.20 %**

**** Porcentaje de acero transversal : 0.12 %**

**** Porcentaje de acero total : 0.32 %**

Losa No. 3

Acero longitudinal :

09 alambres de 0.272 cm de diámetro

25 alambres de 0.198 cm de diámetro

Acero transversal :

49 alambres de 0.198 cm de diámetro

Volumen total del elemento:

$$248 \times 124 \times 5 = 153\,760 \text{ cm}^2$$

Volumen de acero longitudinal: 628.35 cm²

Volumen de acero transversal: 359.19 cm²

**** Porcentaje de acero longitudinal : 0.41 %**

**** Porcentaje de acero transversal : 0.23 %**

**** Porcentaje de acero total : 0.64 %**

II.2.- FORMA DE ENSAYE

II.2.1.- CARGA VERTICAL EN MUROS

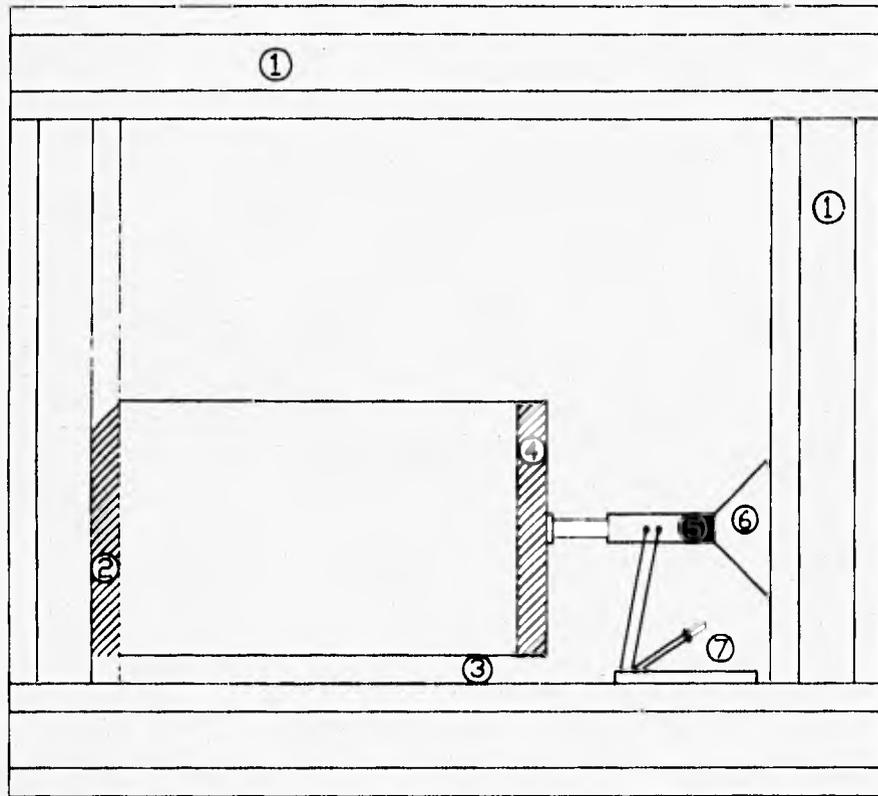
Los paneles ensayados bajo condiciones de carga vertical fueron dispuestos bajo las siguientes condiciones de prueba que muestra la figura No. 2

Se colocó el panel dentro del marco de carga y elaborando un dispositivo en la parte baja, el cual se apoya sobre la columna de la izquierda, logrando con esto que dicho extremo del elemento estuviera empotrado, restringiendo así los giros y desplazamientos. El punto de aplicación de la carga fué el extremo opuesto al empotramiento, dicha carga se aplicó con un simple elemento de alta rigidez y con ayuda de un actuador de cincuenta toneladas impulsado desde la columna de la derecha, empleando para ello extensiones de apoyo. Se intentó que la aplicación de la carga fuera prácticamente axial y de esta manera poder obtener niveles de esfuerzos equivalentes en todas las secciones sujetas a la carga. Se colocaron dispositivos que pudieran darnos alguna referencia sobre el comportamiento del elemento en su plano de trabajo.

II.2.2.- CARGA LATERAL EN MUROS

Los elementos muro sometidos a la prueba de carga lateral fueron empotrados al piso por medio de un elemento de concreto, teniendo especial cuidado en la verticalidad del elemento, y se dispusieron bajo las condiciones que se muestran en la figura No. 3

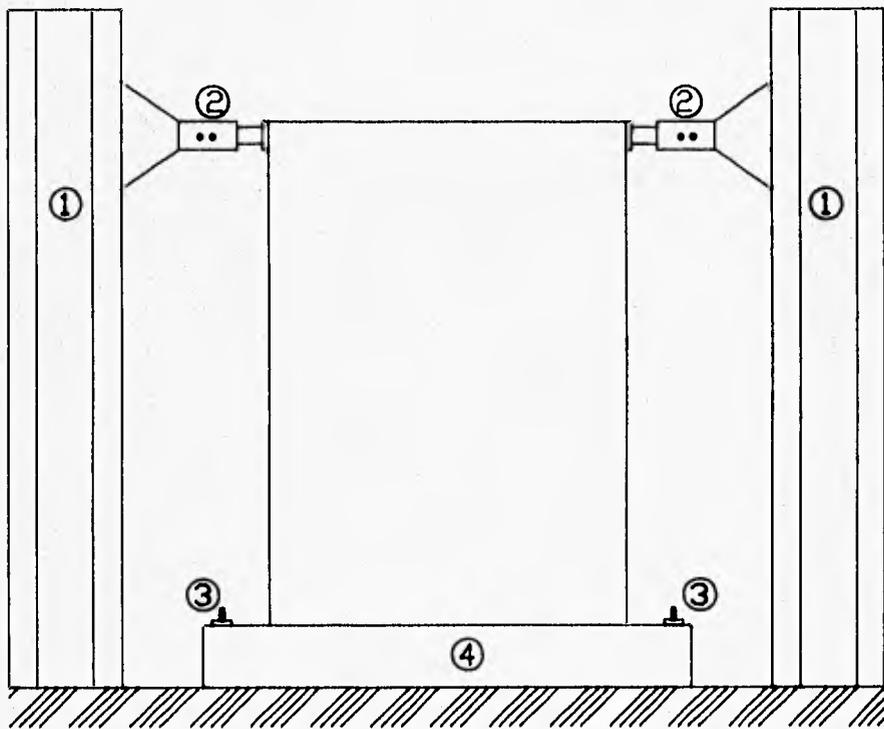
CARGA VERTICAL EN MURDOS



- | | | | |
|---|----------------|---|--------------------|
| 1 | MARCO DE CARGA | 5 | ACTUADOR 50 ton |
| 2 | EMPOTRAMIENTO | 6 | EXTENSION DE APOYO |
| 3 | APOYO LIBRE | 7 | BOMBA DEL ACTUADOR |
| 4 | BARRA RIGIDA | | |

FIG. No. 2

CARGA LATERAL EN MUROS



- | | | | |
|---|-----------------|---|----------------------------|
| 1 | MARCO DE CARGA | 3 | ELEMENTOS DE EMPOTRAMIENTO |
| 2 | ACTUADOR 10 ton | 4 | DALA DE CONCRETO ARMADO |

FIG. No. 3

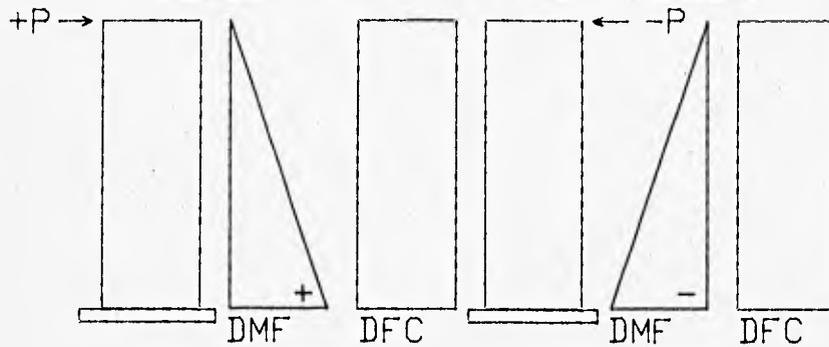
Al aplicar la carga de esta forma, se generan dos elementos mecánicos muy importantes, una fuerza cortante y un momento flexionante que aparecerán simultáneamente en forma alternada y de acuerdo a la alternancia de los esfuerzos aplicados con los actuadores uno y dos.

El motivo de la aplicación de las cargas alternadamente sobre los muros de prueba es con el fin de generar conductas histeréticas en ellos y, debido a ello, también los elementos mecánicos resultan alternados en su signo, lo que se puede ilustrar en la figura No. 4

Con el registro de la carga aplicada y la deformación angular fué posible obtener la información de la conducta histerética de los muros de prueba, con la obtención de estos datos se logró construir las curvas de histéresis de cada muro analizado.

La manera de instrumentar los elementos sometidos a carga lateral se puede apreciar en la figura No. 5

CARGA LATERAL EN MUROS



DMF: Diagrama de momentos flexionantes
DFC: Diagrama de fuerzas cortantes

FIG. No. 4

INSTRUMENTACION PARA CARGA LATERAL EN MUROS

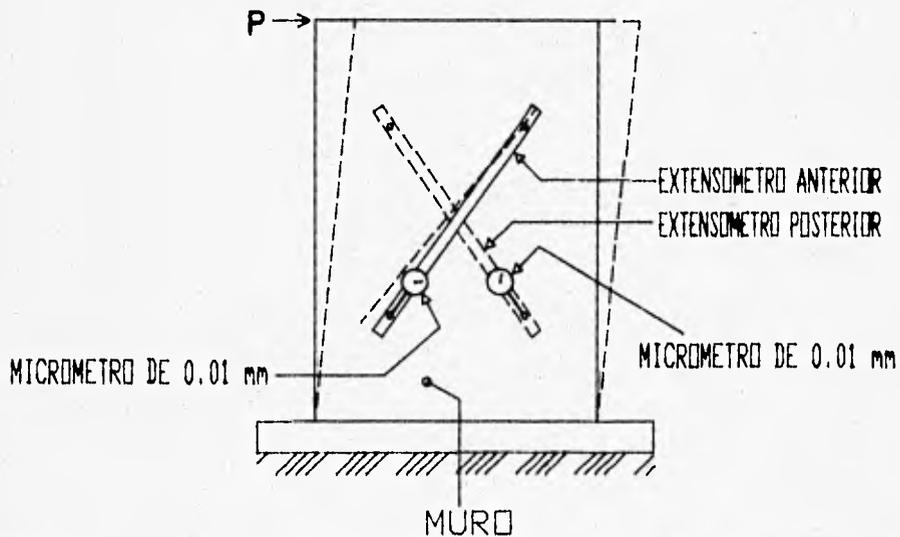


FIG. No. 5

II.2.3.- ELEMENTOS LOSA BAJO CARGA PERPENDICULAR A SU PLANO

La disposición de los pánels para trabajar como losa se planteó de tal forma que las cargas aplicadas a las primeras dos muestras pudiesen ser equivalentes a cargas repartidas uniformemente, lo que motivó a que se procediera de la manera descrita a continuación:

Se dispuso el elemento de tal forma que se considerara a las losas como elementos simplemente apoyados, esto es, que no existiera ninguna restricción ante la posibilidad de giro en los extremos del elemento, y que uno de estos extremos tuviese la libertad de poder desplazarse en dirección horizontal, lo cual se puede conseguir con los dispositivos de apoyo que muestra la figura No.6

Durante el desarrollo de la pruebas las cargas fueron aplicadas en los tercios de la longitud del claro y esta se realizó por medio de actuadores o gatos hidráulicos los cuales pendían del marco de carga; En la prueba número tres el elemento fué ensayado sin la capa de concreto para compresión, en su lugar se colocó un recubrimiento de mortero con un espesor de 2.5 cm.

Para el tercer ensaye, la forma en la que se aplicó la carga fué diferente a las anteriores, esta no se realizó por medio de los actuadores, sino por medio de costales llenos de arena con peso conocido, esto con la intención de que la carga fuera posible aplicarla con una distribución uniforme; Los costales fueron colocados en capas que ocuparan la totalidad de la superficie, logrando así la condición de carga repartida uniformemente; Midiendo los desplazamientos en el centro del claro fué posible elaborar las gráficas carga-desplazamiento y momento-desplazamiento de cada uno de los elementos ensayados.

ELEMENTO LOSA CON CARGA PERPENDICULAR A SU PLANO

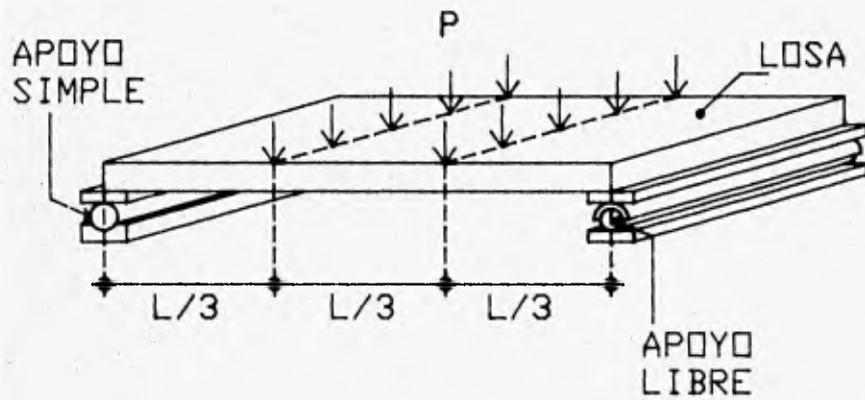


FIG. No 6

III.- ANALISIS DE RESULTADOS

III.1.- Analisis del muro bajo carga lateral

De acuerdo a las normas técnicas complementarias del R.C.D.F.-87 para diseño y construcción de estructuras de mampostería, el mortero utilizado corresponde al tipo I

Para el cálculo del esfuerzo cortante solo se tomó en cuenta la contribución del mortero utilizado en repellar los muros, por lo tanto el esfuerzo cortante en este elemento es el neto.

- Proporciónamiento del mortero : 1:3
- Resistencia del mortero : 150 Kg/cm²

*** Prueba No. 1**

Muro- Carga Lateral- No. 1 (C.L. 1)*

Carga máxima (Pmax) = 1 400 Kg.

Esfuerzo cortante = $1\ 400 / (5 \times 126) = 2.24\ \text{Kg/cm}^2$

Momento máximo = $1\ 400 \times 2.31 = 3\ 234\ \text{Kg-m.}$

M max. = 3.234 Ton-m.

Prueba No. 2

Muro-Carga Lateral No. 2 (C.L. 2)

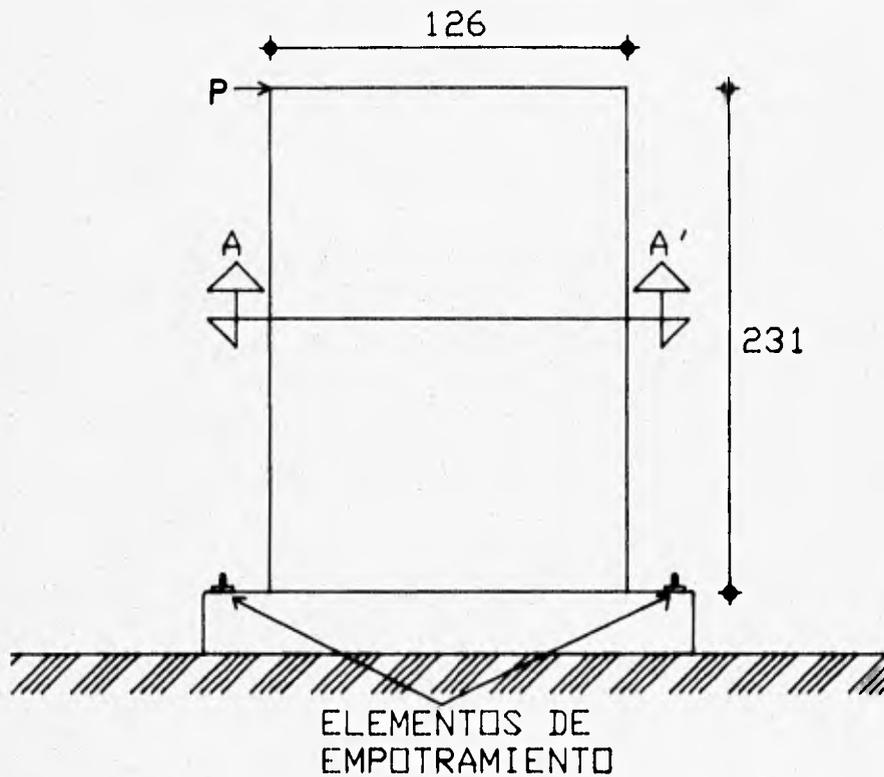
Carga máxima (Pmax) = 3 000 Kg.

Esfuerzo cortante = $3\ 000 / (5 \times 126) = 4.8\ \text{Kg/cm}^2$

Momento máximo = $3\ 000 \times 2.31 = 6\ 930\ \text{Kg-m.}$

M max. = 6.930 Ton-m.

ANALISIS DEL MURO BAJO CARGA LATERAL



SECCION A-A"

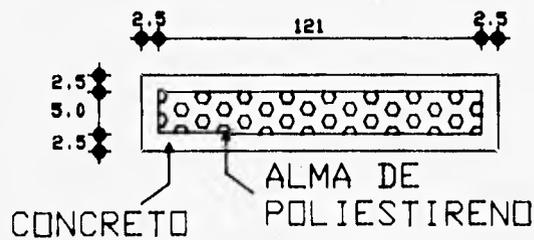


FIG. No. 7

* La prueba No. 1 no fué posible llevarla hasta sus últimas consecuencias debido a una falla en la cimentación del elemento, por lo que para este caso P_{max} . corresponde a la máxima carga aplicada y no a la máxima soportada; Esto motivó a reforzar la cimentación para la prueba No. 2 por medio de dos pernos anclados al suelo del laboratorio y reforzados con taquetes expansivos, logrando que la carga, para este caso, si correspondiera a la máxima soportada.

Los elementos muro ensayados para este estudio pueden estar incluidos dentro de las dos primeras modalidades que marcan las normas técnicas complementarias del R.C.D.F.-87, ya que pueden ser confinados entre dalas y castillos o emplearse como muros diafragma, dependiendo de las necesidades que presente la ocasión para la que sean requeridos.

Para que dichos elementos puedan ser catalogados como muros reforzados interiormente es necesario realizar el análisis que para tal efecto marcan las mismas normas técnicas complementarias, el cual se realiza a continuación:

Reforzo horizontal:

$$t = 5 \text{ cm.}$$

$$s = 5.08 \text{ cm.}$$

$$P_h = A_{sh} / st$$

$$\phi = 0.198 \text{ cm.}$$

$$A_s = 0.0321 \text{ cm}^2$$

$$P_h = 0.062 / (5.08 \times 5) =$$

por tener malla de acero

$$P_h = 0.00244$$

en ambos lados del muro:

$$P_h > 0.0007$$

$$A_{sh} = 0.062 \text{ cm}^2$$

Refuerzo vertical:

$$t = 5 \text{ cm.}$$

$$L = 231 \text{ cm.}$$

$$25 \phi = 0.198 \text{ cm.}$$

$$9 \phi = 0.272 \text{ cm.}$$

$$A_s = 0.7698 + 0.5229 = 1.293 \text{ cm}^2$$

$$P_v = A_{sv} / tL$$

$$P_v = 2.586 / (5 \times 231) =$$

$$P_v = 0.00223$$

$$P_v > 0.0007$$

por tener malla de acero

$$\text{en ambos lados del muro: } A_{sv} = 2 \times 1.293 = 2.586 \text{ cm}^2$$

$$P_h + P_v = 0.00224 + 0.00223 = 0.00447 > 0.002$$

Por lo que el elemento puede ser considerado como muro reforzado interiormente.

III.1.1.- Esfuerzo cortante

El departamento del Distrito Federal especifica, en las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería, expedidas en la gaceta oficial número 42, el esfuerzo cortante resistente de diseño para algunos tipos de mampostería sobre área bruta, lo cual se detalla en la siguiente tabla:

Pieza	Tipo de mortero	Esfuerzo cortante de diseño (V) Kg/cm²
Tabique de barro recocido	I	3.5
	II y III	3.0
Tabique de concreto	I	3.0
	II y III	2.0
Tabique hueco de barro	I	3.0
	II y III	2.0
Bloque de concreto tipo A (pesado)	I	3.5
	II y III	2.5

Tabla No. 2

En la tabla No. 1 de resultados obtenida para elementos muro se puede apreciar que el máximo esfuerzo cortante que se presentó fué de 4.8 Kg/ cm² , siendo este el que corresponde al esfuerzo de falla.

Intentando obtener una comparación con lo especificado en las normas técnicas complementarias del R.C.D.F.-87 y por la fórmula que para ello indican, podemos determinar el siguiente valor para la fuerza cortante y cargas resistentes de diseño para muros de mampostería.

$$V_R = FR (0.85 V^* A_T)$$

Donde: V_R = Fuerza cortante resistente de diseño

FR = Factor de reducción de resistencia

V^* = Esfuerzo cortante de diseño

A_T = Area transversal del elemento

Para un muro de tabique de barro recocido de iguales dimensiones a los elementos ensayados y con mortero tipo I se puede obtener que:

Para muro diafragma $FR = 0.7$

$$V_R = 0.7 (0.85 (3.5 \times 630))$$

$$V_R = 1\,312 \text{ Kg.}$$

En los resultados de los páneces ensayados observamos que la máxima fuerza cortante resistente fué de 3 000 Kg., la cual es superior a la fuerza resistente de diseño de un elemento similar a base de tabique de barro recocido. Es pertinente hacer la aclaración que la carga de 3 000 Kg. corresponde al límite de falla del elemento y no a su límite de servicio.

III.1.2.- ESFUERZOS NORMALES POR FLEXION

Para la revisión de los esfuerzos normales originados por flexión, las normas complementarias del R.C.D.F-87 marcan el cálculo que a continuación se detalla:

$$M_0 = FR \times A_s \times F_y \times d'$$

en el cual :

M_0 = Momento de flexión simple

FR = Factor de reducción de resistencia.

A_s = Area de acero en los extremos del muro.

F_y = Esfuerzo de fluencia del acero.

d' = Distancia entre centroides del acero,
colocado en ambos extremos del muro.

Realizando la revisión a los elementos ensayados:

$$FR = 0.6$$

$$A_s = 4 \phi 0.198 \text{ cm.} + 4 \phi 0.272 \text{ cm.}$$

$$4(0.198)^2 \pi / 4 + 4(0.272)^2 \pi / 4$$

$$0.062 + 0.116 = 0.356 \text{ cm}^2$$

$$F_y = 6\,000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$d' = 121 \text{ cm.}$$

$$M_o = 0.6 \times 0.356 \times 6\,000 \times 121$$

$$M_o = 154\,895.26 \text{ Kg-cm}$$

$$M_o = 1\,548.9 \text{ Kg-m.} = 1.5489 \text{ Ton-m.}$$

III.2.- MURO BAJO CARGA VERTICAL

III.2.1.- ESFUERZOS NORMALES POR CARGA VERTICAL.

El Reglamento para Construcciones del Distrito Federal marca, dentro de sus normas técnicas complementarias, la siguiente expresión para obtener la carga vertical resistente:

$$P_R = FR \times F_E \times f_m \times A_T$$

En la cual:

PR = Carga vertical resistente

FR = Factor de reducción de resistencia

**FE = Factor de reducción por
excentricidad y esbeltez**

**f'm* = Resistencia en compresión de la
mampostería = f'm x FR ; FR es el
factor de reducción de resistencia de
la mampostería**

AT = Area transversal.

**Realizando el análisis para los elementos muro que estamos
estudiando, consideramos como resistencia en compresión de la
mampostería, la resistencia que presentó el mortero en los ensayos de
laboratorio preliminares, ya que este es el único componente capaz de tomar
los esfuerzos de compresión a los que fué sometido dicho muro.**

FR = 0.6 para muros reforzados interiormente

f'm = 150 Kg/cm²

f'm* = 150 x 0.8 = 120 Kg/cm²

AT = 630 cm²

FE = 0.6

PR = 0.6 x 0.6 x 120 x 630

PR = 27 216 Kg.

ANALISIS DEL MURO BAJO CARGA VERTICAL

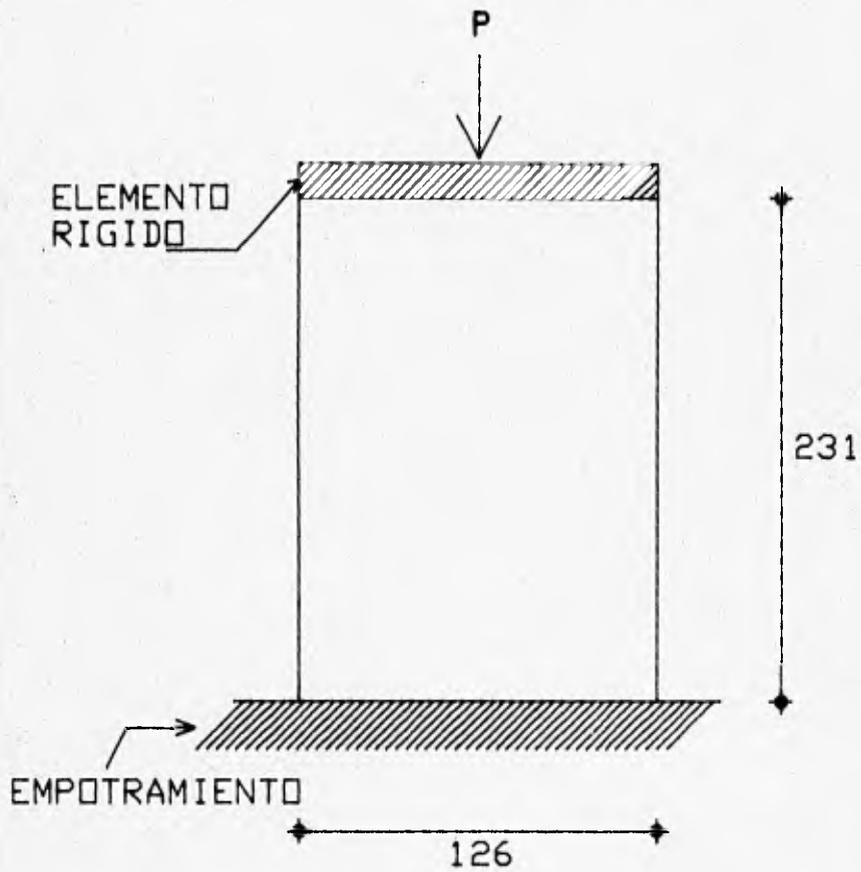


FIG. No

ANALISIS DEL MURO BAJO CARGA VERTICAL

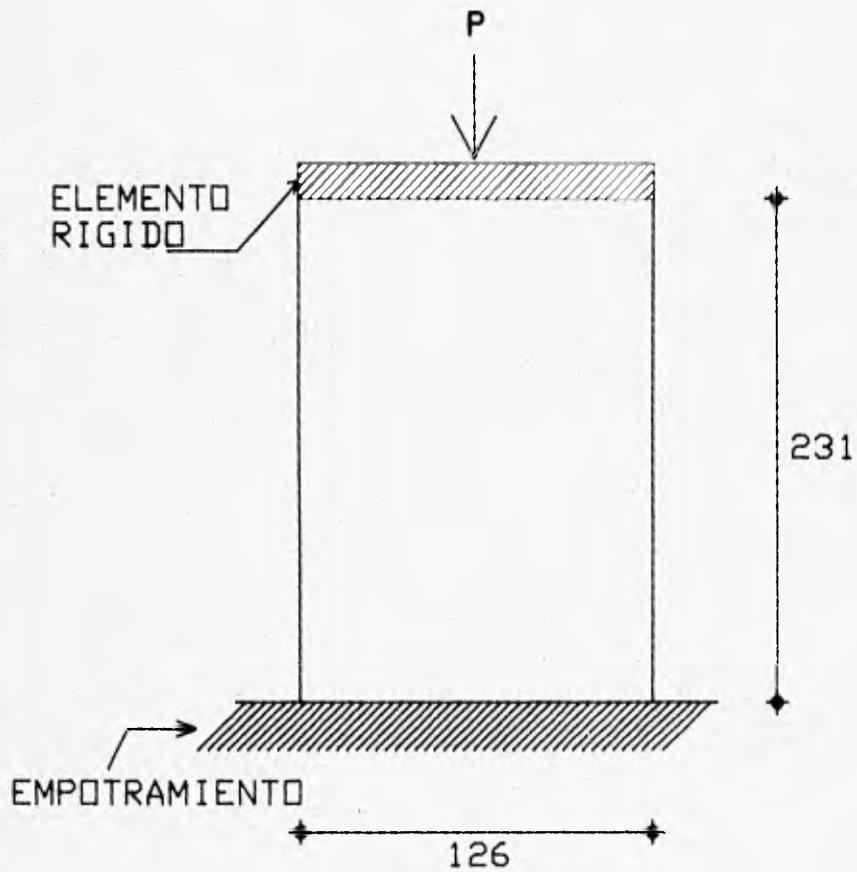


FIG. No

TABLA DE RESULTADOS OBTENIDOS EN MUROS

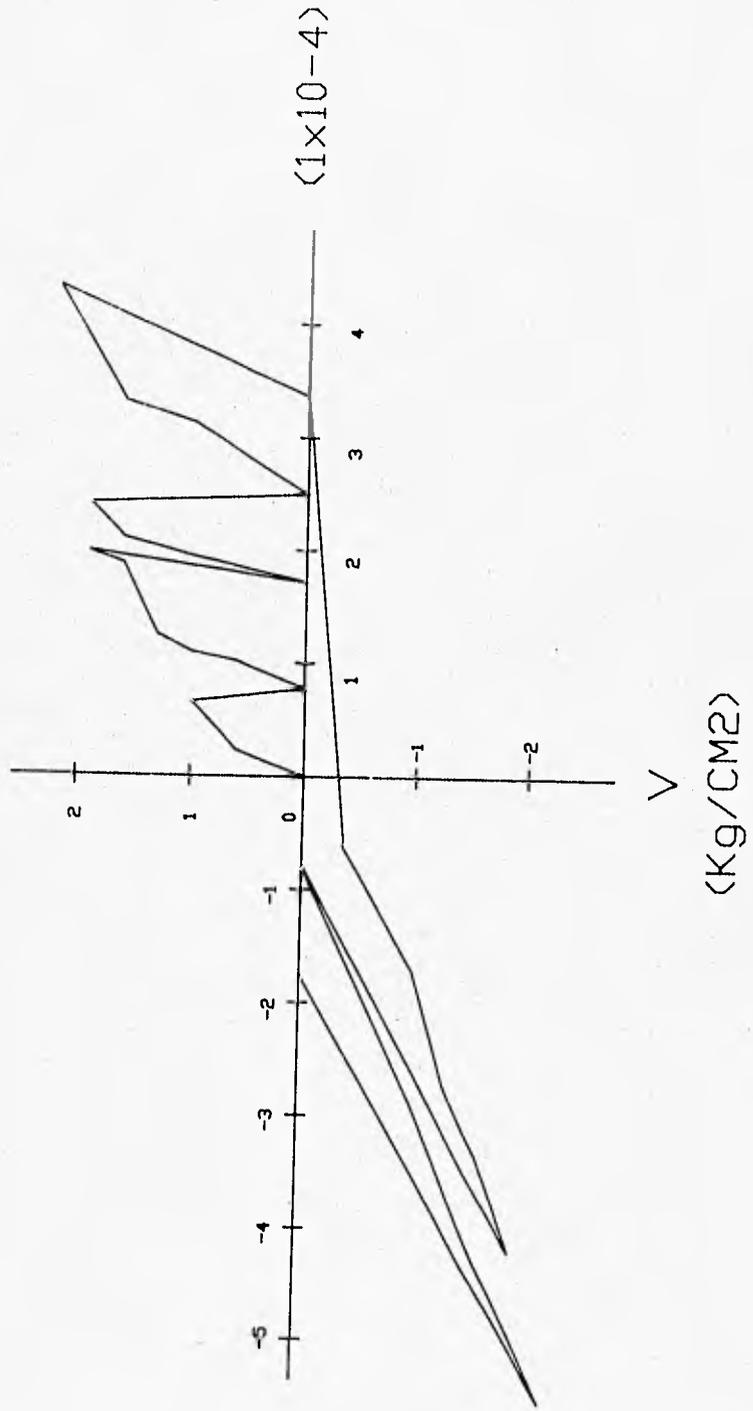
MURO	CONDICION DE CARGA	ALTURA	ANCHO	ESPESOR	AREA	CARGA	ESFUERZO
					EFFECTIVA DE MORTERO	MAXIMA	MAXIMO
		cm.	cm.	cm.	cm ²	Kg.	Kg/cm ²
* 1	LATERAL	231	126	10	665	1 400	2.2 cortante
2	LATERAL	231	126	10	665	3 000	4.8 cortante
1	VERTICAL	231	126	10	665	28 000	42.76 normal de compresión
2	VERTICAL	231	126	10	665	24 600	37.40 normal de compresión

TABLA No. 1

longitud de instrumentación : 144 cm.

* Prueba parcialmente concluida

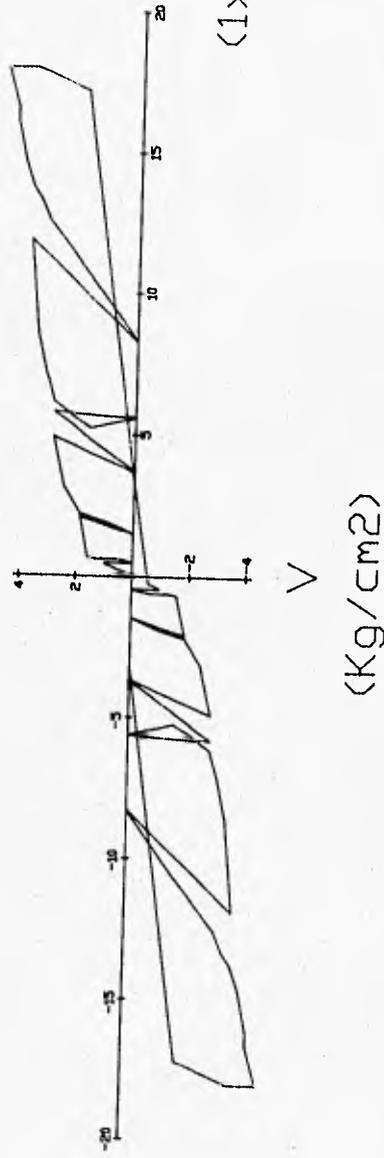
MURO CARGA HORIZONTAL No. 1



MURO No. 1 BAJO CARGA LATERAL.

γ Izquierdo		γ Derecho	
Desp. angular	V	Desp. angular	V
(10⁻⁴)	Esf. cortante	(10⁻⁴)	Esf. cortante
x	y	x	y
0.000	0.00	0.00	0.00
0.234	0.60	1.02	0.60
0.664	1.00	1.72	1.00
0.781	0.00	2.73	1.30
1.02	0.60	3.36	1.60
1.10	1.00	4.22	1.90
1.25	1.30	0.78	0.00
1.88	1.60	2.89	1.00
1.99	1.90	4.30	1.60
1.72	0.00	4.92	1.90
1.95	1.00	5.55	2.20
2.11	1.60	1.75	0.00
2.42	1.90		
2.60	0.00		
3.13	1.00		
3.32	1.60		
3.83	1.90		
4.34	2.20		
3.36	0.00		

MURO CARGA HORIZONTAL No. 2



MURO No. 2 BAJO CARGA LATERAL

γ Desp. angular (10^{-4})	V Esf. cortante (Kg/cm ²)	γ (Cont.)	V
x	y	x	y
0.000	0.00	5.31	2.20
0.273	0.60	5.82	2.90
0.469	1.00	5.62	0.00
0.469	0.00	5.23	1.60
0.625	0.60	5.63	2.20
0.625	1.00	6.17	2.90
0.825	1.30	7.19	3.20
0.703	1.60	8.55	3.60
2.11	1.90	11.9	3.80
1.48	0.00	8.28	0.00
1.91	1.00	10.5	1.60
2.11	1.60	12.6	3.20
1.48	0.00	13.3	3.60
1.91	1.00	13.8	3.60
2.11	1.60	14.7	4.10
2.19	1.90	16.1	4.40
2.66	2.20	16.6	4.40
3.16	2.50	18.0	4.80
4.92	2.90	18.0	3.70
3.67	0.00	17.2	1.90
4.84	1.60	3.36	0.00

III.3.- LOSA BAJO CARGA PERPENDICULAR A SU PLANO

III.3.1.- COMPORTAMIENTO DE LA LOSA No. 1

Analizando la sección de acuerdo a la expresión indicada por el reglamento de construcciones para el Distrito Federal:

$$MR = FR \times d^2 \times f'c \times q (1-q/2)$$

$$q = e (fy / f'c) ; e = Ac / bd$$

En la cual:

MR = Momento resistente

FR = Factor de reducción de resistencia

b = Ancho del elemento

d = Peralte efectivo de la losa

f'c = Resistencia a la compresión del concreto afectada por su factor de resistencia.

Ac = Area de acero de refuerzo

Fy = Resistencia a la tensión del acero de refuerzo

$$FR = 0.09$$

$$b = 126 \text{ cm.}$$

$$d = 10.5 \text{ cm.}$$

$$L = 309 \text{ cm.}$$

$$f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'c = 102 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Ac = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$fy = 6\ 000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q = 0.0574$$

$$e = 1.29 (10.5 \times 126)$$

$$e = 0.001$$

$$e \text{ min.} = (0.7f'c)/fy$$

$$e \text{ min.} = (0.7 \times 150) / 6\ 000$$

$$e \text{ min.} = 0.0014$$

$$q = 0.001 (6\ 000 / 102)$$

$$q = 0.0574$$

$$MR = 0.9 \times 126(10.5)^2 (102)(0.0574)(1 - (0.0574/2))$$

$$MR = 71\ 098\ \text{Kg-cm}$$

$$\text{Momento resistente esperado} \quad MR_E = 0.71\ \text{T-m.}$$

$$\text{Momento resistente real} \quad 720 \times 100 = 72\ 000\ \text{Kg-cm}$$

$$\text{al límite de servicio :} \quad MR_s = 0.72\ \text{T-m.}$$

La aplicación de la carga sin instrumentación llegó hasta 930 Kg. por actuador.

$$\text{Momento máximo} \quad 930 \times 100 = 93\ 000\ \text{Kg-cm}$$

$$\text{de falla :} \quad M_{\text{max.}} = 0.93\ \text{T-m.}$$

III.3.2.- COMPORTAMIENTO DE LA LOSA No. 2

$$MR = FR \times b \times d^2 \times f'c \times q (1 - q/2)$$

$$FR = 0.9$$

$$b = 126\ \text{cm.}$$

$$d = 12.5\ \text{cm.}$$

$$L = 309\ \text{cm.}$$

$$f'c = 102\ \text{Kg/cm}^2$$

$$F_y = 6\ 000\ \text{Kg/cm}^2$$

$$q = 0.0574$$

$$MR = 0.9 \times 126(12.5)^2 (102)(0.0574)(1 - (0.0574/2))$$

$$MR = 100\ 762.407\ \text{Kg-cm.}$$

$$\text{Momento resistente esperado :} \quad MR_E = 1.0\ \text{T-m.}$$

$$\text{Momento resistente Real} \quad 880 \times 100 = 880\ 000\ \text{Kg-cm.}$$

$$\text{al límite de servicio :} \quad MR_s = 0.88\ \text{Ton-m.}$$

$$\text{Momento máximo} \quad 1\ 190 \times 100 = 119\ 000\ \text{Kg-cm.}$$

$$\text{de falla :} \quad M_{\text{max}} = 1.19\ \text{Ton-m.}$$

III.3.3.- COMPORTAMIENTO DE LA LOSA No. 3

$$MR = FR \times b \times d^2 \times f'c \times q(1-q/2)$$

$$FR = 0.9$$

$$b = 124 \text{ cm.}$$

$$d = 7.5 \text{ cm.}$$

$$L = 2.48 \text{ m.}$$

$$f'c = 102 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q = 0.0574$$

$$MR = 0.9(124)(7.5)^2 (102)(0.0574)(1-(0.0574/2))$$

$$MR = 35\,698.7 \text{ Kg-cm.}$$

$$\text{Momento resistente esperado : } MR_E = 0.35699 \text{ T-m.}$$

**Momento resistente Real
al límite de servicio :**

$$MR_s = (PL^2)/8$$

$$MR_s = (0.449(2.48)^2)/8$$

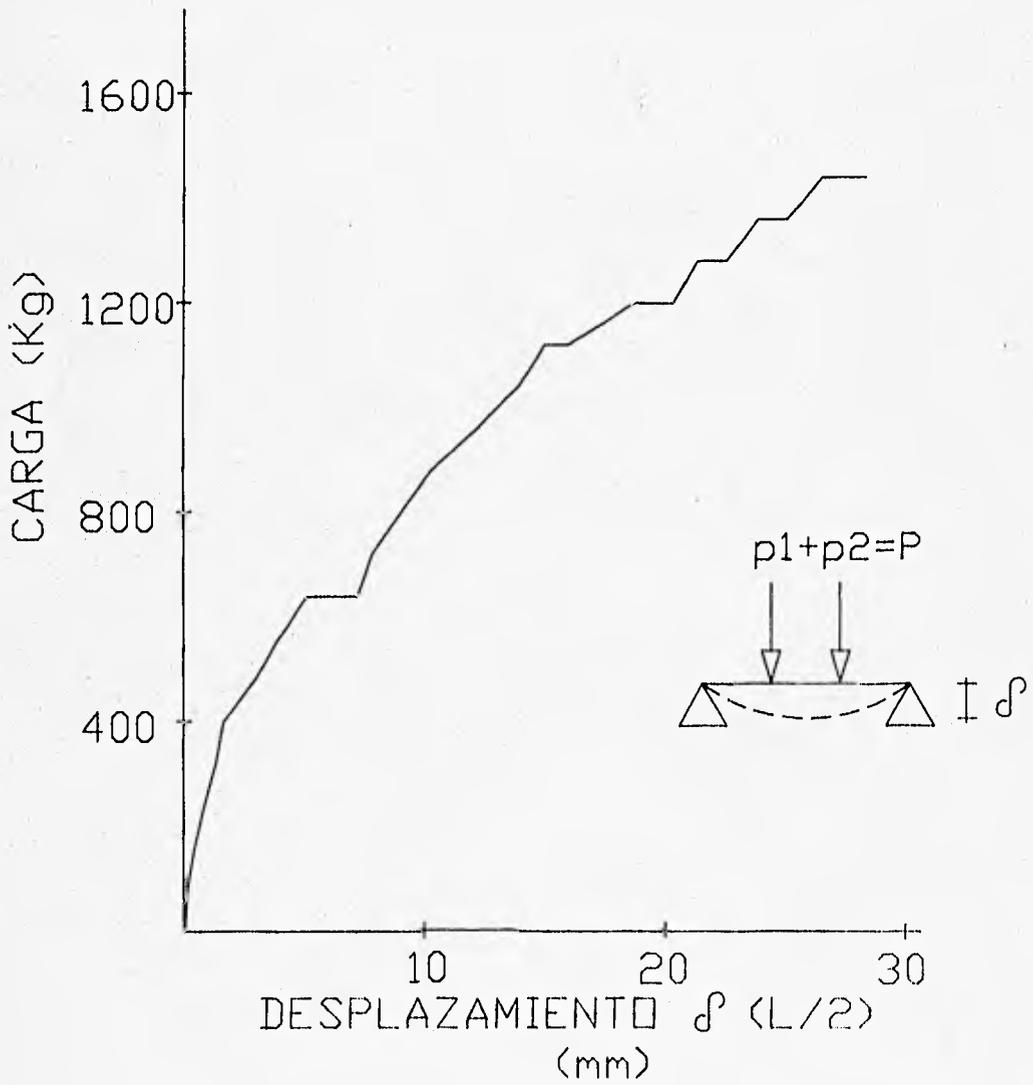
$$MR_s = 0.345 \text{ Ton-m.}$$

**Momento máximo
de falla :**

$$Max = (0.683(2.48)^2)/8$$

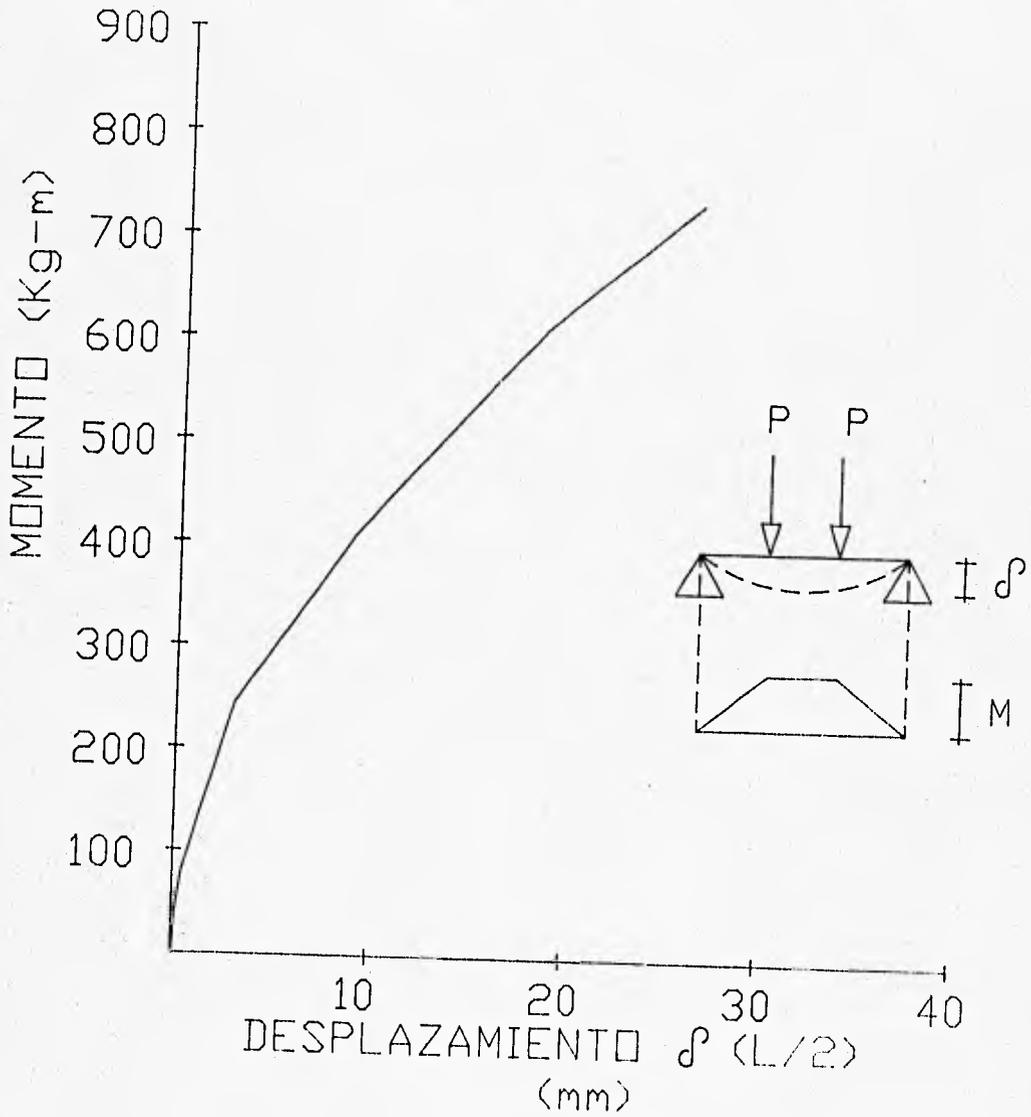
$$M_{max} = 0.525 \text{ Ton-m.}$$

LOSA No. 1
GRAFICA CARGA-DESPLAZAMIENTO.



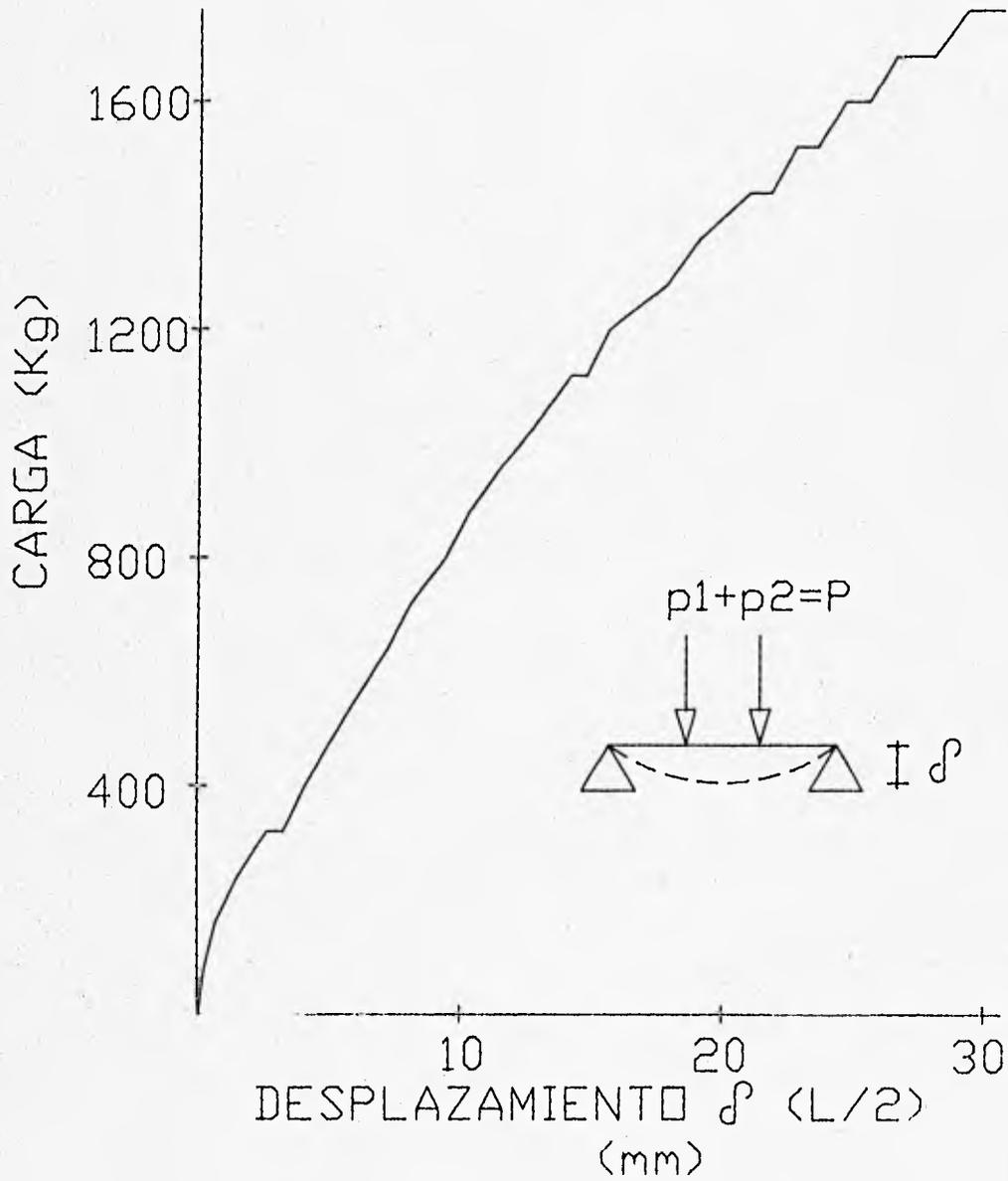
LOSA No. 1

GRAFICA MOMENTO-DESPLAZAMIENTO



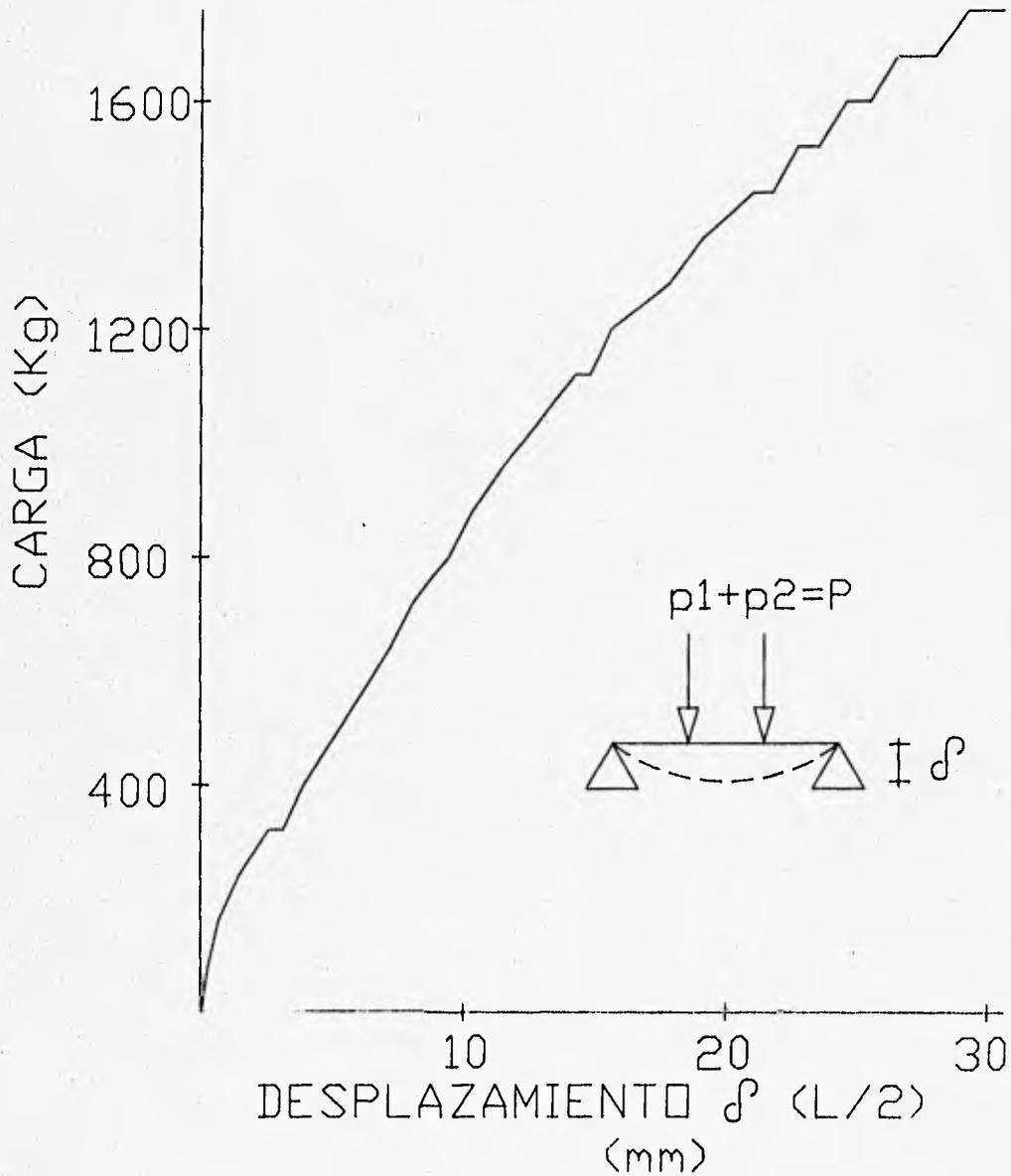
LOSA No. 2

GRAFICA CARGA-DESPLAZAMIENTO.



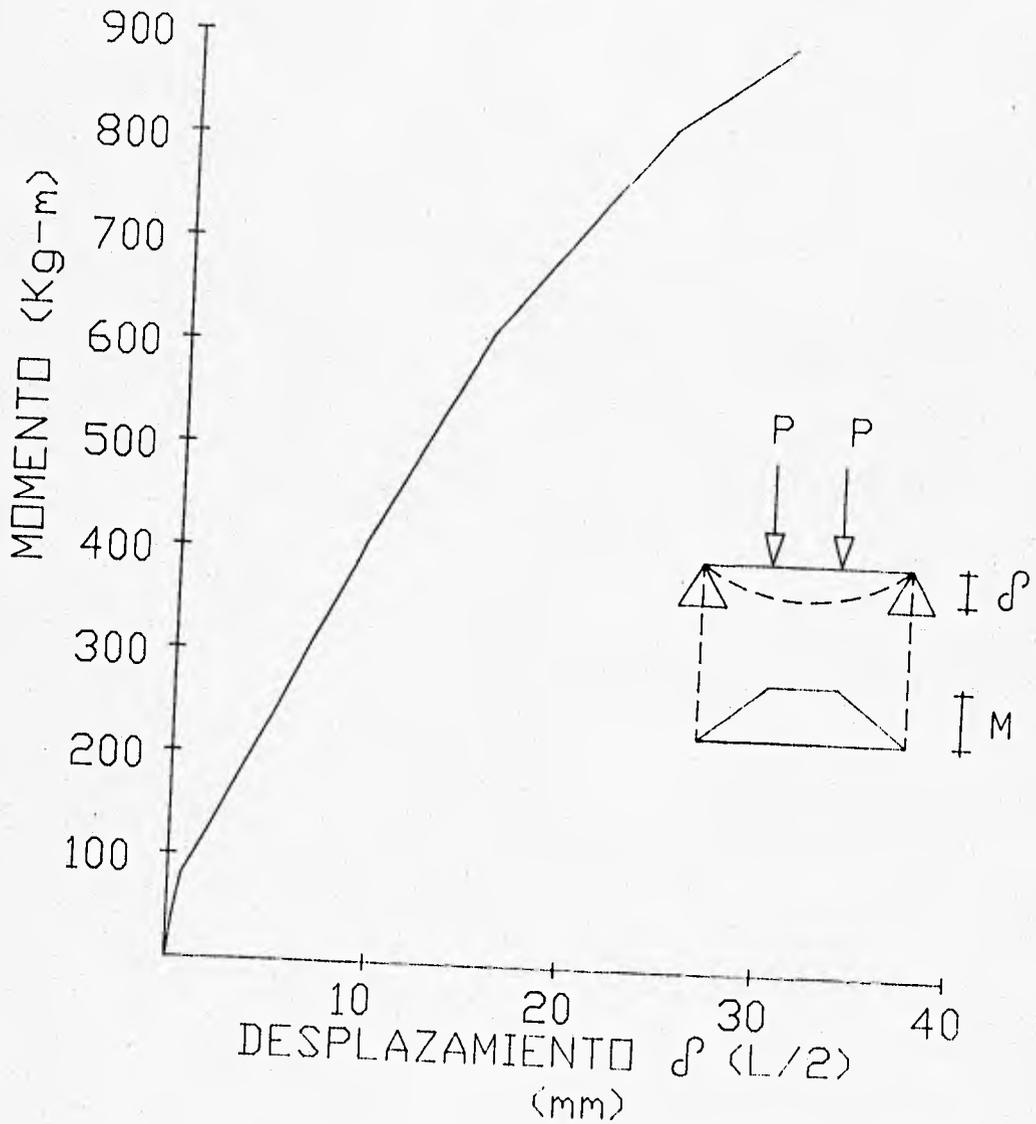
LOSA No. 2

GRAFICA CARGA-DESPLAZAMIENTO.



LOSA No. 2

GRAFICA MOMENTO-DESPLAZAMIENTO

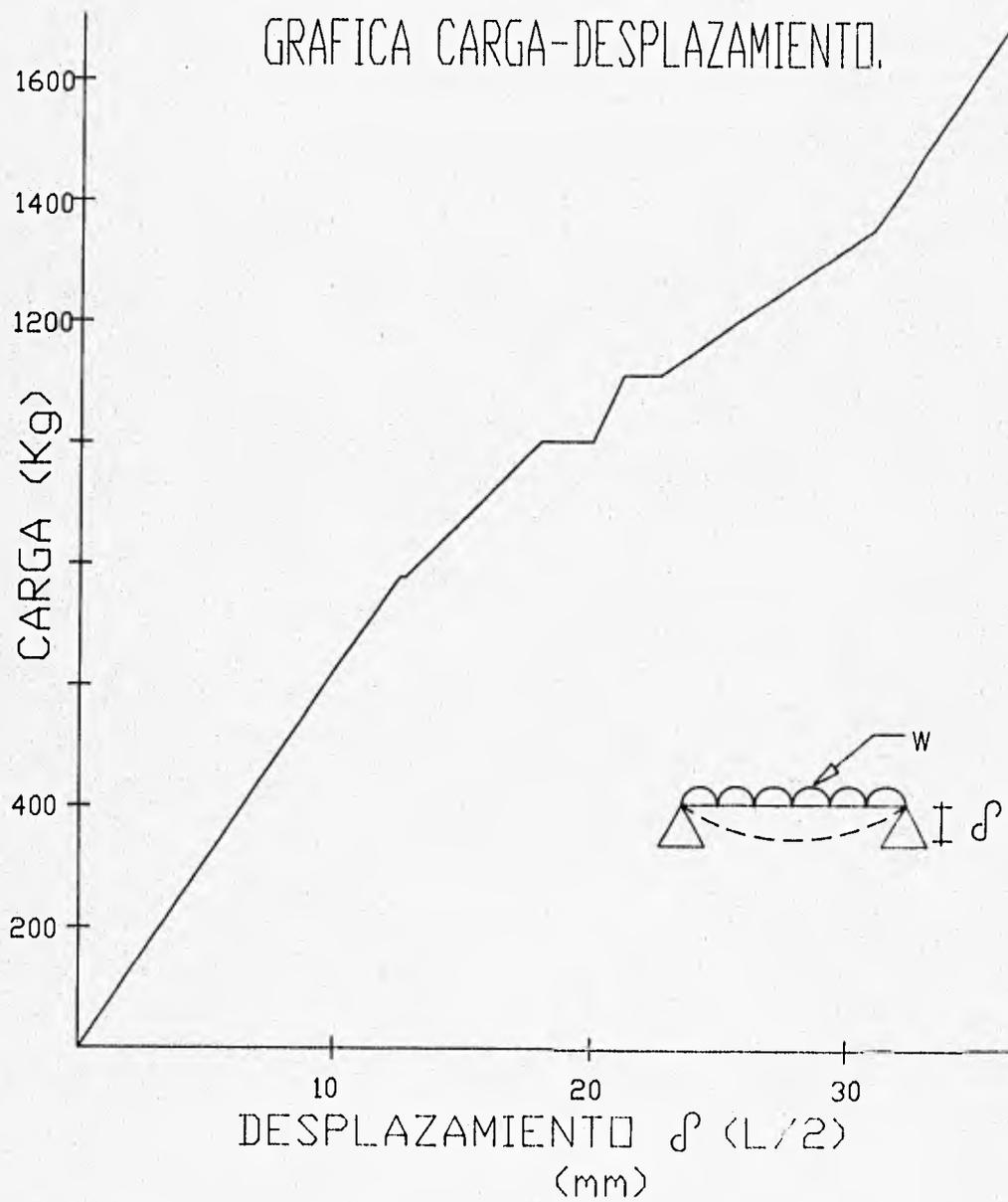


LOSA 1**LOSA 2**

Desplazamiento		Carga		Desplazamiento		Carga	
mm.		Kg.		mm.		Kg.	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.137	80	0.267	80	0.267	80	0.267	80
0.436	160	0.658	160	0.658	160	0.658	160
0.840	240	1.454	240	1.454	240	1.454	240
1.313	320	2.626	320	2.626	320	2.626	320
1.934	400	3.209	400	3.209	400	3.209	400
2.960	480	4.026	480	4.026	480	4.026	480
3.932	560	5.066	480	5.066	480	5.066	480
5.082	640	6.143	560	6.143	560	6.143	560
7.157	640	7.217	640	7.217	640	7.217	640
7.782	720	6.122	720	6.122	720	6.122	720
9.026	800	9.441	600	9.441	600	9.441	600
10.312	860	10.318	660	10.318	660	10.318	660
12.155	960	11.561	960	11.561	960	11.561	960
13.894	1040	12.990	1040	12.990	1040	12.990	1040
14.945	1120	14.270	1120	14.270	1120	14.270	1120
15.970	1120	14.615	1120	14.615	1120	14.615	1120
18.703	1200	15.643	1200	15.643	1200	15.643	1200
20.297	1200	17.848	1260	17.848	1260	17.848	1260
21.346	1280	19.116	1360	19.116	1360	19.116	1360
22.523	1280	21.021	1440	21.021	1440	21.021	1440
23.664	1360	21.793	1440	21.793	1440	21.793	1440
25.057	1360	22.734	1520	22.734	1520	22.734	1520
26.512	1440	23.532	1520	23.532	1520	23.532	1520
26.364	1440	24.599	1600	24.599	1600	24.599	1600
		25.512	1600	25.512	1600	25.512	1600
		26.584	1680	26.584	1680	26.584	1680
		26.030	1680	26.030	1680	26.030	1680
		29.240	1760	29.240	1760	29.240	1760
		30.637	1760	30.637	1760	30.637	1760

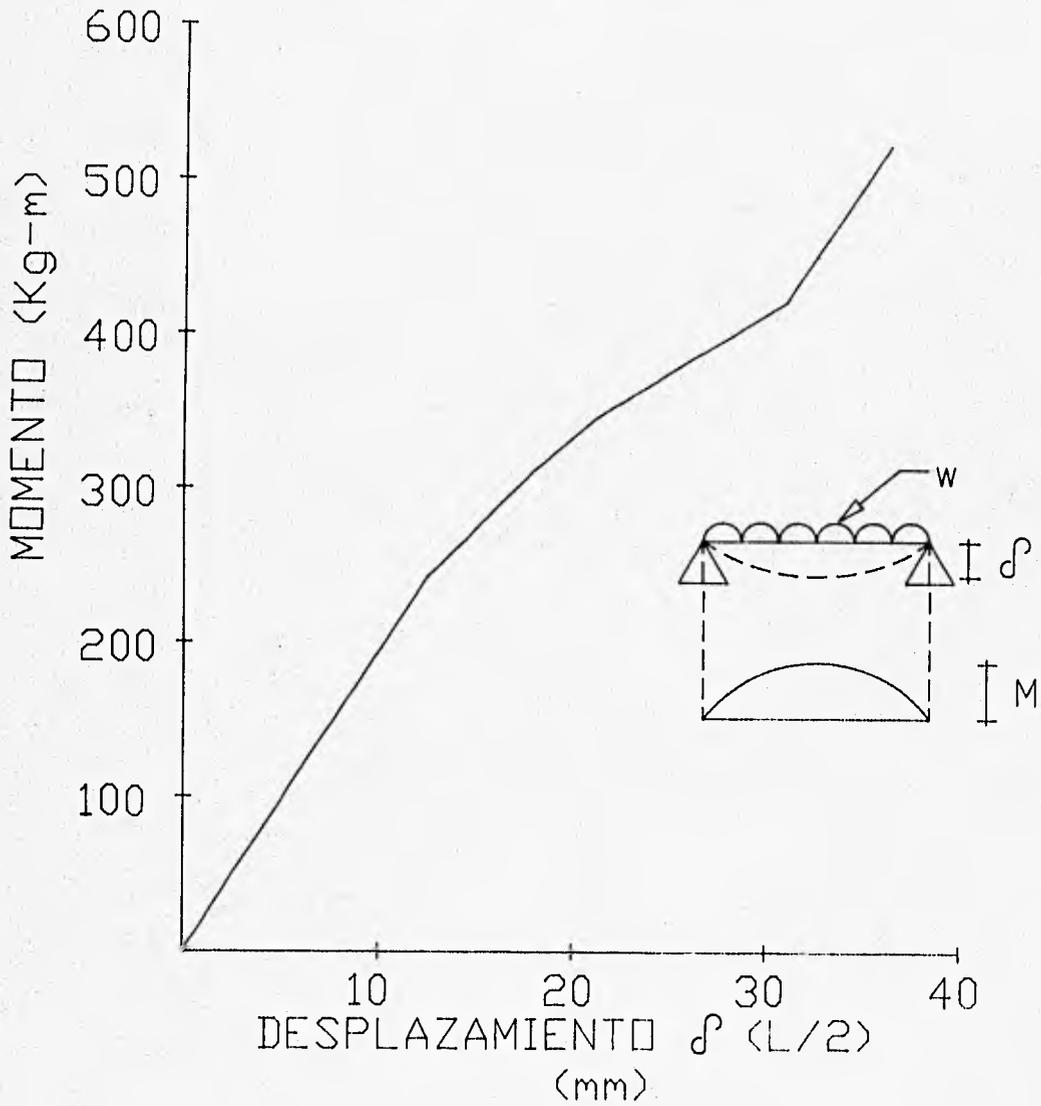
LOSA No. 3

GRAFICA CARGA-DESPLAZAMIENTO.



LOSA No. 3

GRAFICA MOMENTO-DESPLAZAMIENTO

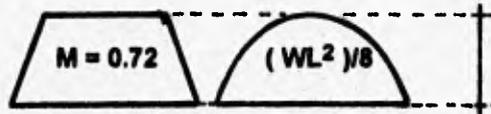


LOSA 3

Desplazamiento	Carga
mm.	Kg.
X	Y
0.00	0.00
5.98	617
10.85	780
11.10	780
17.89	1004
18.37	1004
20.10	1113
20.72	1113
29.10	1354
34.58	1694

Para las losas 1 y 2 es posible establecer una carga uniformemente repartida a partir de la siguiente equivalencia:

Losa No. 1



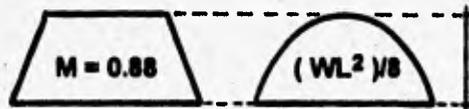
$$0.72 = (WL^2)/8$$

$$W = (0.72 \times 8)/(3.09)^2 = 0.603 \text{ Ton-m.}$$

$$W_s = 0.603 / 1.26 \text{ m.}$$

$$W_s = 0.478 \text{ Ton/m}^2$$

Losa No. 2



$$0.88 = (WL^2)/8$$

$$W = (0.88 \times 8)/(3.09)^2 = 0.737 \text{ Ton-m.}$$

$$W_s = 0.737 / 1.26 \text{ m.}$$

$$W_s = 0.584 \text{ Ton/m}^2$$

Losa No. 3



$$M = 0.345 \text{ Ton-m}$$

$$W_s = 0.345 / 1.24 = 0.278 \text{ Ton/m}^2$$

**TABLA DE RESULTADOS DE ELEMENTOS LOSA
BAJO CARGA PERPENDICULAR A SU PLANO.**

LOSA	ANCHO	ESPESOR	CLARO	AREA DE ACERO EN TENSION	ESFUERZO DE FLUENCIA	f_c	CARGA MAXIMA DE SERVICIO	CARGA MAXIMA DE FALLA
No.	cm.	cm.	cm.	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg.	Kg.
1	126	13	309	1.29	6 000	160	1 440	1 860
2	126	15	309	1.29	6 000	160	1 760	2 300
3	124	10	248	1.29	6 000	160	1 113	1 684

LOSA	DESPLAZAMIENTO AL CENTRO DEL CLARO	MOMENTO RESISTENTE ESPERADO	MOMENTO RESISTENTE DE SERVICIO	CARGA DE SERVICIO POR m ²	MOMENTO MAXIMO DE FALLA	CARGA MAXIMA POR m ²
No.	mm.	Ton-m.	Ton-m.	Kg/m ²	ton-m.	Kg/m ²
1	28.364	0.71	0.72	470 equivalente	0.83	600 equivalente
2	30.637	1.00	0.88	580 equivalente	1.19	790 equivalente
3	21.640	0.36	0.36	270 equivalente	0.62	420 equivalente

Tabla No. 4

El capítulo III del reglamento de construcciones para el Distrito Federal, en su artículo 183 dice lo siguiente:

" Se considera como estado límite de falla cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualquiera de sus componentes, incluyendo la cimentación, o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente la resistencia ante nuevas aplicaciones de carga "

Artículo 184 .- " Se considera como estado limite de servicio la ocurrencia de deformaciones, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la construcción, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas".

En las construcciones comunes, la revisión de los estados limite de deformaciones se considera cumplida si se comprueba que no exceden de los valores siguientes:

$$\Delta = (L / 240) + 0.5 \text{ cm.}$$

Además, para miembros cuyas deformaciones afecten a elementos estructurales, como muros de mampostería, que no sean capaces de soportar deformaciones apreciables, se considerará como estado limite una flecha, medida después de la colocación de los elementos no estructurales, igual a:

$$\Delta = (L / 480) + 0.3 \text{ cm.}$$

Para elementos en voladizo los límites anteriores se multiplican por dos.

De acuerdo a la revisión propuesta para estados límites de falla se presenta la siguiente tabla:

LOSA	ESPESOR	FLECHA MAXIMA PERMITIDA	CARGA ASOCIADA	FLECHA ULTIMA DE SERVICIO	CARGA ULTIMA DE SERVICIO	FLECHA MAXIMA DE FALLA	CARGA MAXIMA DE FALLA
No.	cm.	cm.	Kg.	cm.	Kg.	cm.	Kg.
1	13	1.788	1 176	2.8364	1 440	6.26	1 860
2	16	1.788	1 280	3.0637	1 760	6.79	2 380
3	10	1.633	920	2.1880	1 113	3.64	1 084

Tabla No. 3

IV.- CONCLUSIONES.

IV.1.- MUROS BAJO CARGA LATERAL.

Es posible observar cierta tendencia en las curvas histeréticas obtenidas en los muros uno y dos; Los niveles de esfuerzo obtenidos en ambos muros generó la misma distorsión, para un esfuerzo cortante aproximadamente de 2 Kg/cm² se obtuvieron deformaciones de 4×10^4 , indicando con esto que los elementos probados se ajustan a una rigidez importante para su comportamiento; los ciclos histeréticos, aproximadamente hasta el valor de esfuerzo cortante de 2 Kg/cm², mantienen una proporción regular de deformaciones, pero para los niveles posteriores de esfuerzo, las deformaciones crecieron de forma mucho más importante; Respecto del área de las curvas de histéresis, esta se incrementa notablemente en la gráfica del muro número dos, ya que la gráfica del muro uno no fue posible llevarla más lejos debido a la falla que se tuvo en el anclaje con el que se pretendía crear el empotramiento del elemento con el suelo.

De acuerdo a la información obtenida es posible justificar que el elemento falló por flexión, ya que el momento flexionante que aparece en la base del muro es grande y genera importantes esfuerzos normales que indican la aparición de grietas, las que se incrementan en longitud y espesor hasta la mitad del ancho del muro donde su trayectoria se inclina por motivo de la fuerza cortante que ocasiona tensión diagonal en el elemento.

La tendencia de las grietas por flexión es posible evitarlas con elementos confinantes tales como dadas de desplante, de cerramiento y

castillos, ya que estos tomarían parte importante de los esfuerzos normales que aparecen por motivo del momento flexionante provocando que el elemento muro asuma exclusivamente el esfuerzo cortante y así formar un dispositivo estructural eficiente.

IV.2.- MURO BAJO CARGA VERTICAL

Los elementos probados bajo esta condición de carga tuvieron en términos generales, un buen comportamiento ya que las condiciones de ensayo son realmente severas, la razón de esto obedece a que el elemento tiene bajas posibilidades de soportar carga y a que su relación de esbeltez es muy alta, por lo tanto la capacidad de carga disminuye considerablemente.

La falla que se obtuvo correspondió en ambos casos a una concentración de esfuerzos en la zona de aplicación de la carga y también fue posible observar que la distorsión lateral fue mínima ya que el plano débil soportó sin desplazamientos la inminente posibilidad de ingresar a un estado de inestabilidad producido por la flexión del muro sobre su plano más desfavorable.

La aparición de grietas en los elementos ensayados es paralela a la aplicación de la carga y esto se debe seguramente a la falta de adherencia entre el acero de la malla electrosoldada y el mortero del muro mismo, aunque también obedece al incremento de esfuerzos en las secciones y al efecto conocido con el nombre de Poisson.

La resistencia a la carga vertical resultante de una de las pruebas es superior a la carga esperada de diseño, y sin embargo, la otra resultó muy por debajo de la diseñada. Esto se debe a que pudo existir

alguna diferencia en la resistencia que presentaron los distintos morteros con los cuales se elaboraron los muros; Tal diferencia se debe al manejo distinto de alguno de los morteros durante su elaboración, colocación o durante su curado, pero con todo y esto el resultado de las dos pruebas es satisfactorio, pues el comportamiento de los elementos durante los ensayos se considera aceptable, unicamente queda hacer incapie en la atención que se debe tener durante la elaboración y el manejo del mortero o concreto para obtener la resistencia deseada y con eso obtener tambien la carga de diseño esperada del elemento analizado.

IV.3.- LOSAS CON CARGA PERPENDICULAR A SU PLANO.

Con los valores de las flechas (deflexiones) mostradas en la tabla No. 3 podemos observar que este tipo de losa se comporta como un elemento dúctil, y que es capaz de soportar niveles muy aceptables de carga. Un punto importante es el que dicho sistema se encuentra limitado por las deflexiones y no por la resistencia, con lo que la resistencia del concreto no es determinante en la capacidad de respuesta del sistema, pero se recomienda utilizar concreto de $f_c = 150$ a 250 Kg/cm^2 .

El comportamiento del sistema se puede mejorar si se aumenta la rigidez del pánel o la de todo el sistema por medio de viguetas metálicas o prefabricadas de concreto ya que esto permitiría disminuir las deflexiones instantaneas y diferidas, aprovechando mejor la resistencia del sistema, tanto en la etapa del colado, como en la servicio.

VENTAJAS DEL SISTEMA ANALIZADO.

Al aplicar 3.8 cm. de concreto en ambos lados, cada pánel logra un índice de protección al fuego de una hora y media, al aumentar a 5 cm. la protección se incrementa a dos horas y con 8 cm. se eleva a cuatro horas.

Tampoco existe motivo para preocuparse por el núcleo de poliestireno, ya que dicho elemento, modificado y ampliado, no es combustible pues no facilita el fuego ya que simplemente se desintegra al entrar en contacto con él.

Este sistema resulta una excelente decisión cuando se trata de evitar la transmisión del ruido, su composición por capa es mucho más efectiva que cualquier otro sistema o método para impedirlo.

Cabe también el señalar los aspectos ambientales del poliestireno; anteriormente el proceso de su fabricación implicaba el uso de los Cloro-fluoro-carbonos (CFC's), pero su uso fué eliminado por los fabricantes en forma voluntaria en 1989.

Entre el tejido y el núcleo de cada pánel hay suficiente espacio para facilitar la inserción de los tubos eléctricos antes de que se aplique la capa de concreto; como los p neles pueden ser cortados con facilidad, la entrada para las tuberias de agua y alcantarillado se logra de una forma sencilla y veloz.

La construcción con este sistema da lugar a grandes cambios al pie de la obra. En primer lugar, se necesita menos mano de obra calificada y menos trabajadores en general, esto se debe a que un solo hombre puede cargar y colocar los p neles, uniendo los que colinden entre si en unos minutos, simplemente se coloca el tejido de cobertura sobre la junta y se

sujeta con un sistema de alambre o acero de refuerzo dependiendo del sitio donde se localice la junta. Dicho método se puede usar para las esquinas, ventanas y otras aberturas.

Este sistema es empleado actualmente en viviendas de lujo buscando la fortaleza y la seguridad de la mampostería pagando por ello un precio más bajo, en viviendas más modestas donde los ahorros de mano de obra y tiempo pueden reducir los costos en forma significativa, para todo tipo de uso residencial, comercial, industrial e institucional, desde plantas industriales hasta centros comerciales, desde apartamentos hasta hoteles y moteles, incluso se ha empleado en instituciones carcelarias.

El diseño no tiene límite, es un método de bajo costo para el caso de las cortinas y paredes a prueba de ruido, paredes de contención, pisos, etc.; Igualmente para paredes que soportan carga, aún en edificios de varios pisos, al cambiar el acero de refuerzo, el grosor de los elementos y usando el método de cimbrado, para el logro de vigas y columnas, se puede cumplir cualquier necesidad estructural.

El empleo de este tipo de sistemas reduce el costo de obra aproximadamente en un veinte por ciento con relación a los sistemas tradicionales, además de eliminar el uso de cimbras en las losas. Reduce considerablemente el peso total de la estructura, ayudando así al comportamiento sísmico de la misma y a las cargas transmitidas al sistema suelo-cimentación.

REPORTE FOTOGRAFICO



No. 1 y 2 Fabricación de los elementos muro en el sitio de prueba.



**No.3 Instrumentación del muro
para carga lateral.**



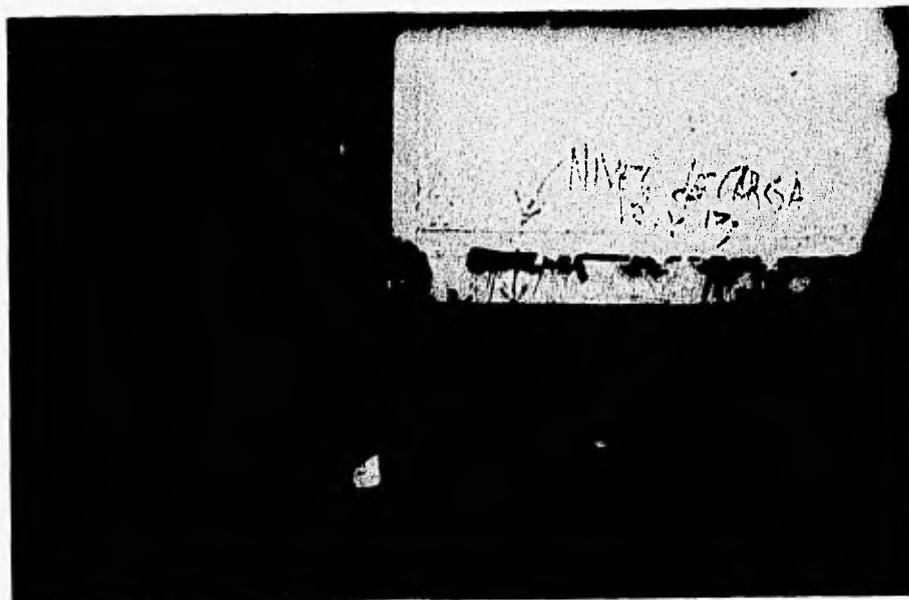
**No. 4 Mecanismo de refuerzo
para la cimentación del
elemento sujeto a carga lateral**



No. 5 Aplicación de la carga lateral sobre el muro. Aparición de las primeras grietas.

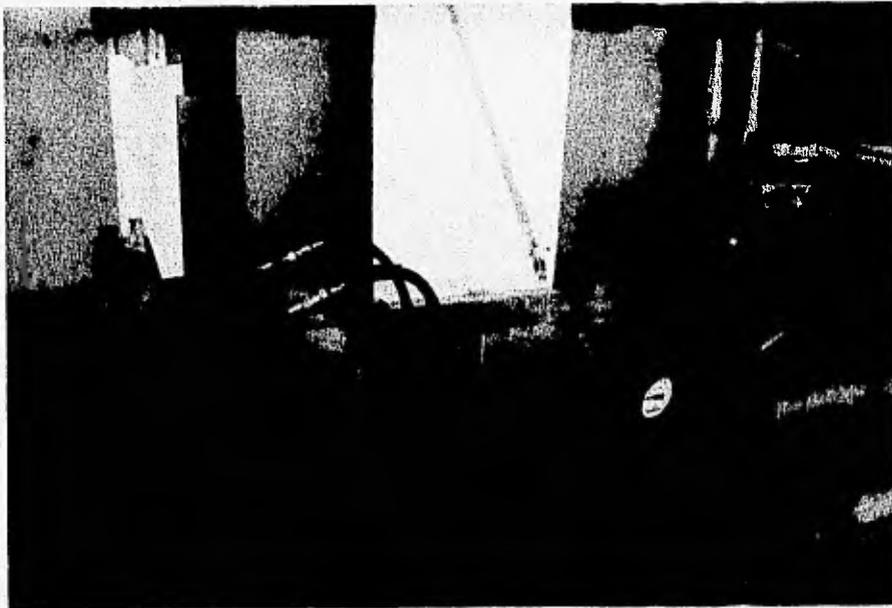


No. 6 Aparecen las grietas de falla debido a la tensión diagonal



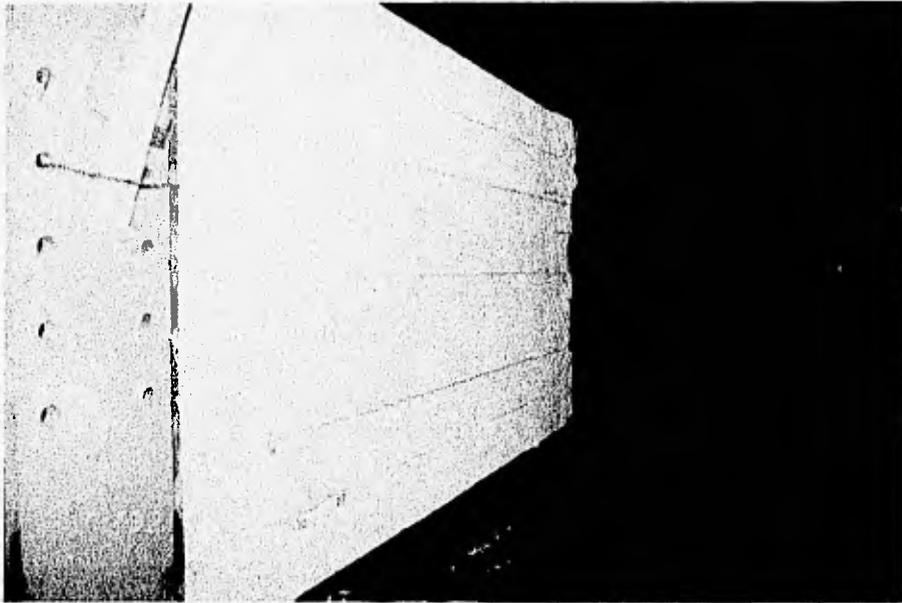
No. 7 y 8 La principal falla del elemento se presentó en la unión del mismo con la dala de desplante.



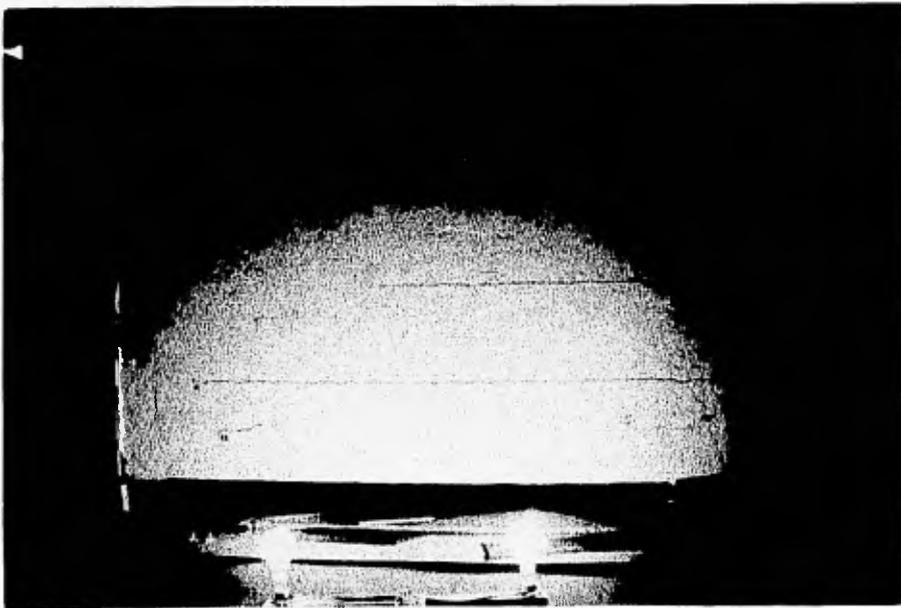


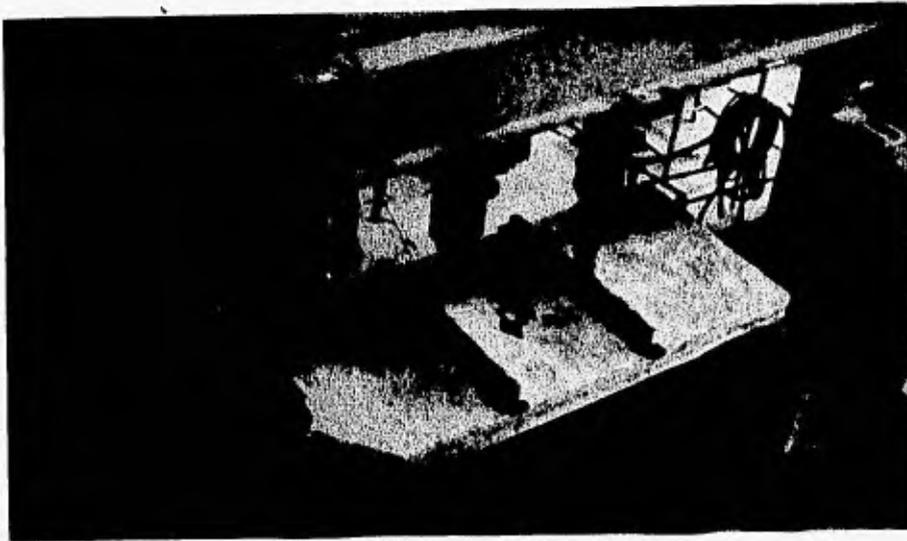
No. 9, 10 Arreglo del dispositivo para la aplicación de carga a los elementos sometidos a la carga vertical.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

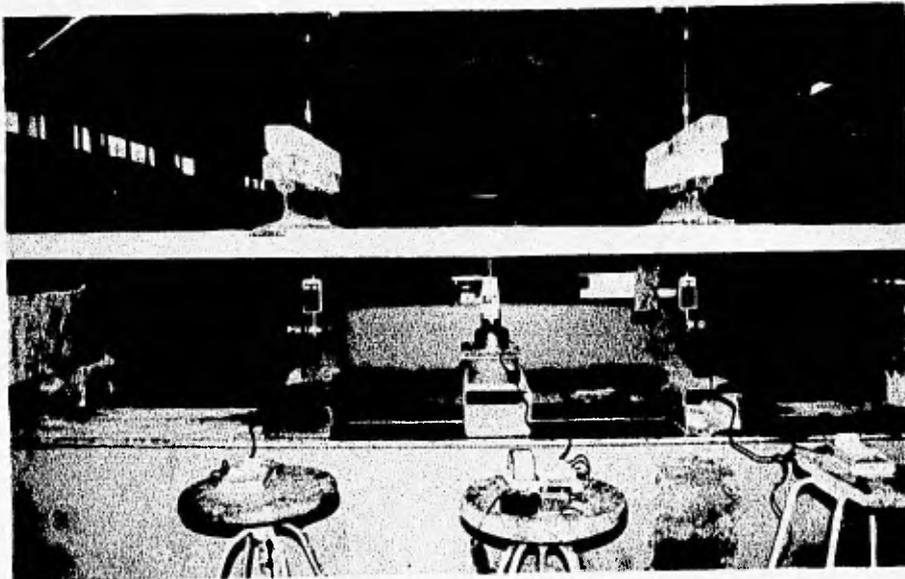


No. 11 y 12 Agrietamiento del elemento. Se observa la falla en la zona de aplicación de la carga.

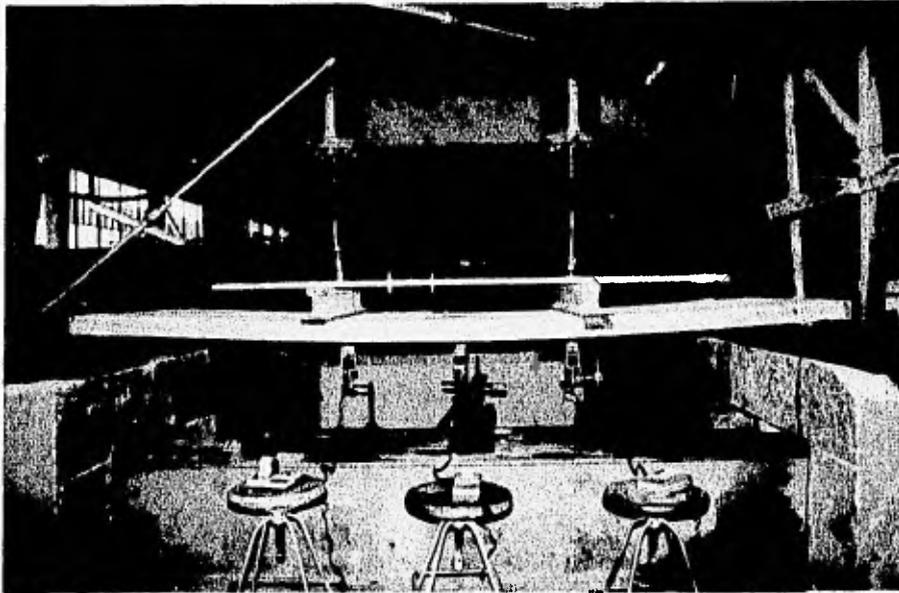




**No. 13 Preparación para la aplicación de la carga en los elementos losa.
Se observa el sistema hidráulico para dicha aplicación.**



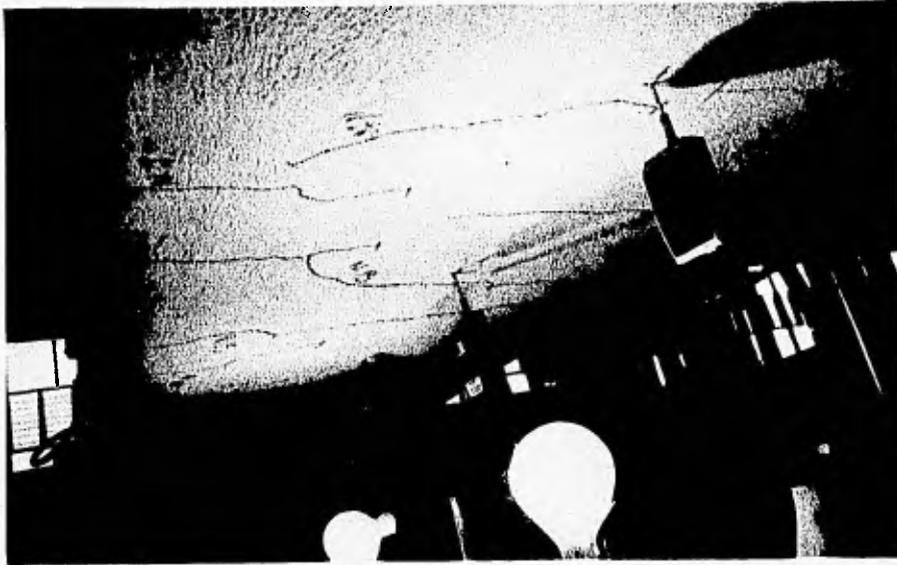
**No. 14 Instrumentación para obtener el comportamiento de los
elementos losa.**



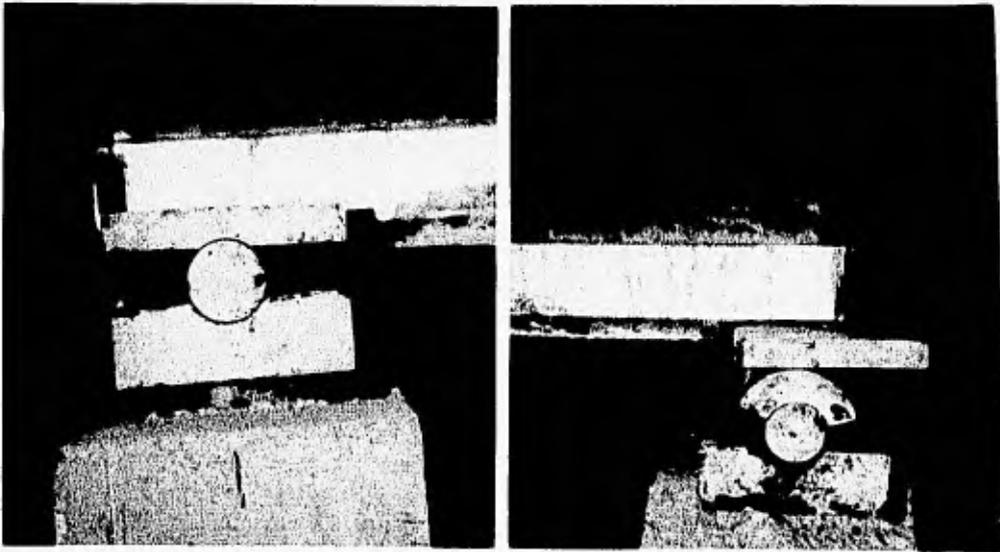
No. 15 Se observa la deflexión sufrida por la losa bajo la aplicación de la carga.



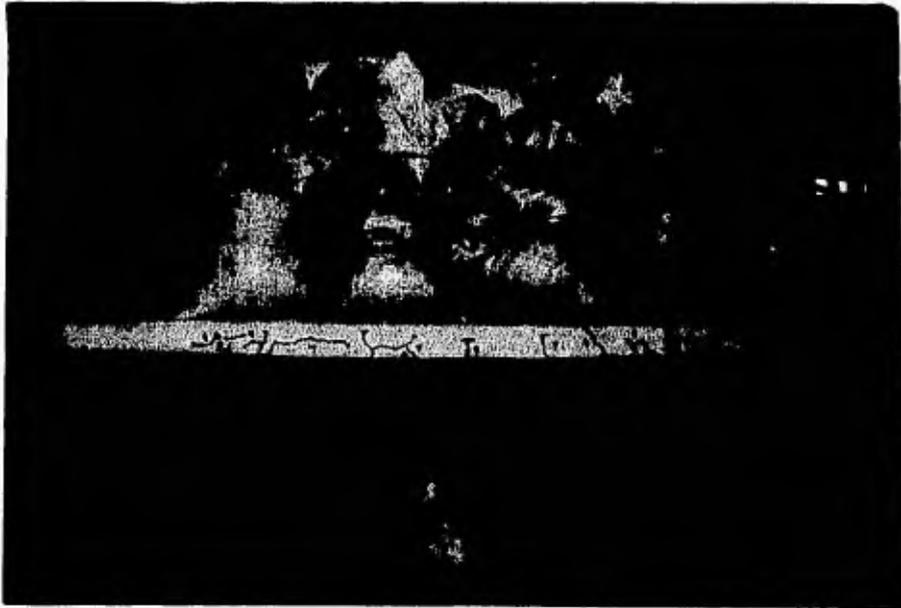
No. 16 Aplicación de la carga para la segunda losa. Se puede apreciar las grietas debidas a la flexión del elemento.



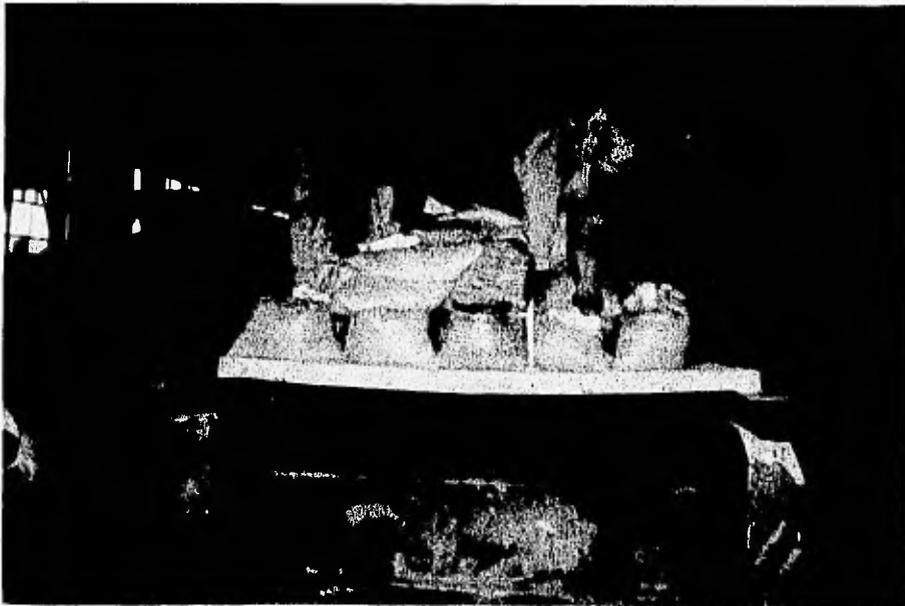
No. 17 Agrietamiento en la cara inferior del elemento losa



No. 18 y 19 Comportamiento de los apoyos del elemento losa al aplicar la carga.



No. 20 Sistema de aplicación de carga para la losa tres



No. 21 Carga máxima aplicada en la tercer losa. Se observa la deflexión que presentó el elemento mediante la línea horizontal y la punta del vernier.

Bibliografía.

- **Estructuras de acero comportamiento y diseño.**
Oscar de Buen L.
Editorial Limusa S.A.
México, 1982.

- **Normas Técnicas complementarias del Reglamento de Construcción para el D.F.**
Alfonso Olvera López.
Centro de Actualización Profesional, C.I.C.M.

- **Leyes y Reglamentos Relacionados con la Construcción en el D.F.**
Alfonso Olvera López.
Centro de Actualización Profesional, C.I.C.M.

- **Panel Panacord, Folleto de Especificaciones del fabricante.**
- **Panel Covintec, Folleto de Especificaciones del fabricante.**