



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y GEOTECNICA

INFORME N°.....21 329.1

**ENSAYO DE CARGA HORIZONTAL
DE PANELES PREFABRICADOS**

para

ICR Industrial Ltda.

por

**DICTUC S.A.
Laboratorio de Ingeniería Estructural**

Santiago, 03 de mayo del 2000.



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y GEOTECNICA

INFORME N°.....213291

SOLICITANTE : **ICR Industrial Ltda.**
RUT : **79.601.700-7**
DIRECCIÓN : **Santa Elena 1032, Santiago**
ATENCIÓN : **Sra. Graciela Maldonado**
TELÉFONO : **222-3048, Fax: 222-3048**
TRABAJO SOLICITADO : Realización de tres ensayos de carga horizontal de paneles prefabricados compuestos por un núcleo de poliestireno expandido, mallas electrosoldadas y estuco por ambas caras.
NORMA : **NCh 802 Of. 70; NCh 806 Of. 71**

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe da a conocer los resultados obtenidos en los ensayos de carga horizontal de tres paneles prefabricados confeccionados por la firma ICR Industrial Ltda. Los paneles se denominan ARQUIPANEL y están compuestos por un núcleo de poliestireno expandido de 5 cm de espesor cubierto por ambas caras con un estuco de mortero de cemento reforzado con una malla de acero electrosoldada. Las dimensiones nominales de los paneles son de 245 cm x 125 cm x 12 cm.

Las probetas utilizadas fueron preparadas por el mandante. Todas las características de los materiales empleados en la fabricación de los paneles así como su metodología de construcción fue integralmente informada y proporcionada por el cliente.

Los ensayos fueron realizados a petición de la Sra. Graciela Maldonado.

El informe se divide en: Antecedentes, Ensayos Realizados, Resultados de los Ensayos, Conclusiones y Observaciones.

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y GEOTECNICA

2.- ANTECEDENTES

Las probetas utilizadas en los ensayos fueron preparadas por el mandante el 27 de marzo del 2000.

Según información proporcionada por ICR Industrial Ltda, están compuestas básicamente por:

- Un núcleo de poliestireno expandido fabricado por SHELL SAIC bajo Norma DIN 4102 que tiene 5 cm de espesor y una densidad de 10 kg/m^3 .

- Malla metálica fabricada por ACMA, compuesta por barras de acero de 4,2 mm de diámetro y separadas 150 mm entre sí, en ambos sentidos. Estas barras están electrosoldadas y son de acero tipo AT 56-50H

- Estuco compuesto por cemento Polpaico Especial grado corriente, cal hidráulica, arena gruesa de planta procedente del Río Maipo, agua potable sin aditivos a temperatura ambiente.

La metodología de construcción del panel base informada por ICR Industrial Ltda. se resume básicamente en dos etapas:

A.- Armado estructura metálica:

Luego de cortar los paños de la malla de fábrica (ACMA C-92) se procede a entrelazar un refuerzo zig-zag al centro del panel. Este refuerzo se fabrica de barras similares a las que forman la malla. Se procede luego a soldar el refuerzo referido con soldadura MIG, dándole la separación a las mallas según el tipo de panel. En las probetas utilizadas para el ensayo de compresión la separación entre las mallas fue de 70 mm.

Los separadores utilizados al centro, se desplazan luego hacia los costados longitudinales para soldar los refuerzos zig-zag perimetrales, en sus cuatro costados.

Finalmente se sueldan los separadores transversales rectos que permiten rigidizar completamente la estructura y mantener una separación uniforme de las mallas. En

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y GEOTECNICA

ese momento, mediante una grifa manual, se hace un doblado en 90° a todas las puntas de malla sobresaliente de las diagonalizaciones perimetrales, las que aportan mayor adherencia en los encuentros entre paneles.

B.- Incorporación de aislación interior:

En el panel standard se considera la aislación en cuatro trozos de poliestireno expandido de 28 x 238 cm, los cuales se inmovilizan mediante trozos de poliestireno de 1 cm de espesor encolados a las planchas y trabados con los fierros de las mallas. La separación entre las planchas permite que el mortero se una en ambas caras del panel al igual que entre paneles formando pequeños pilares de mortero armado cada 30 cm. de una construcción continua de paneles.

Una vez construido el panel base, se procede al estucado, el que se divide en tres partes:

C1.- Carga del panel:

Se procede a la preparación del mortero de arena gruesa, para chicotear los paneles hasta cubrir superficialmente las mallas. Debe cuidarse especialmente que queden llenos los espacios entre aisladores y entre paneles. La dosificación del mortero es: Cemento 1; Cal 0,25; Arena 3,5; el agua se incorporó hasta lograr un amasado homogéneo más bien seco.

Los separadores permiten que entre las mallas y la aislación haya 1 cm de separación por ambas caras y que al proyectar la mezcla la aislación no quede pegada a la malla posterior. La próxima carga debe ejecutarse con no menos de 24 horas de diferencia.

C2.- Carga final plachada:

Según el espesor final del tabique terminado, se darán 1 o 2 capas más de estuco. Ambas capas se hacen con reglas sobre fajas previamente ejecutadas y se ocupa ahora la misma arena anterior, pero arneada con malla de 4 mm.

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y GEOTECNICA

C3.- Rasgos:

Similar operación se realiza para la ejecución de los cantos. Una carga inicial entre reglas y luego se ejecuta un platabado final en ambas caras en los bordes de los rasgos.

Aproximadamente dos semanas después de la fecha de construcción de los paneles, éstos fueron transportados al Laboratorio de Ingeniería Estructural por el mandante. Durante la primera semana de construidos, se mojaron los paneles dos veces al día, dejándose éstos a la intemperie.

Dado que algunas caras de apoyo de los paneles sufrieron daños durante el transporte, se procedió a repararlos con un mortero de características similares a los descritos con anterioridad, incorporándole un acelerador de fraguado.

Las dimensiones y características de los paneles ensayados se resumen en la Tabla 2.1.

Tabla N° 2.1

Dimensiones de los paneles ensayados a carga horizontal.

Panel N°	Ensayo	Peso (kg)	Altura H (cm)	Ancho A (cm)	Espesor e (cm)	Planeidad (cm/m)	Fecha de Confección	Fecha de Ensayo
P-H-01	Carga horizontal	440	241	125,0	12,0	0,17	27.03.2000	27.04.2000
P-H-02	Carga horizontal	418	244	124,7	12,0	0,09	27.03.2000	28.04.2000
P-H-03	Carga horizontal	424	242	125,5	11,0	0,13	27.03.2000	28.04.2000

3.- ENSAYOS REALIZADOS

Los paneles se sometieron a un ensayo de carga horizontal en posición vertical, tal como se aprecia en la Fig. N° 1 del Anexo, utilizando un gato hidráulico de 20 toneladas de capacidad de marca Lukas para aplicar la carga horizontal. Se utilizó un marco rígido como apoyo del panel y del gato hidráulico.



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y GEOTECNICA

Para fijar el panel a la base del marco rígido, se colocaron dos tensores verticales de acero de 25 mm de diámetro y luego un apoyo rígido horizontal al lado opuesto inferior de donde se aplicó la carga horizontal, tal como se señala en Fig. N° 1 del Anexo.

Se instalaron luego cuatro transductores (LVDT) con el objeto de registrar las deformaciones que experimenta el panel durante el ensayo tanto vertical como horizontalmente. Su ubicación se resume de la siguiente forma: - un transductor horizontal (denominado 4) con el objeto de medir el desplazamiento lateral del panel al nivel de aplicación de la carga, - dos transductores verticales (denominados 1 y 2) a cada lado del panel en las caras de menor área puestos en la zona inferior del panel, los que permiten estimar que fracción del desplazamiento anterior se debió al giro de la base del panel por estiramiento de los tensores verticales y aplastamiento del lado opuesto del panel, y finalmente - un transductor horizontal (denominado 3) que permite medir el desplazamiento de la zona inferior del panel debido a posibles deformaciones del apoyo horizontal inferior del panel.

La Fig. N° 1 muestra un esquema del ensayo realizado y la disposición de los transductores. En Foto N° 1 se aprecia el ensayo de carga horizontal de dichos paneles.

Durante el ensayo se incrementó la carga horizontal en forma monotónica, primero llegando hasta un nivel del orden del 20% de la carga máxima esperada y luego descargando hasta un nivel cero de carga. Posteriormente se procedió a cargar nuevamente hasta un nivel del orden del 40% de la carga máxima esperada y luego se descargó hasta cero. Se realizó luego la misma secuencia para un nivel de carga del 60% y 80%. Finalmente se procedió a cargar el panel hasta alcanzar la rotura de éste.

Se midieron las deformaciones experimentadas por los LVDT para distintos niveles de carga y se registraron las señales eléctricas obtenidas mediante un equipo de adquisición de datos digital de origen japonés marca TML, modelo TDS-301.

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y GEOTECNICA

4.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Como resultado de los ensayos, se obtuvieron las curvas carga vs deformación lateral que se presentan en las Figs. N° 2 a 4 del Anexo. En estas figuras se grafica para cada panel la relación entre la carga aplicada y el desplazamiento de la parte superior descontando el desplazamiento debido a la traslación del apoyo horizontal.

En la Tabla N° 4.1, se resume la carga máxima registrada durante los ensayos por unidad de largo de cada panel, su deformación horizontal medida (ya corregida) y la rigidez del panel utilizando el criterio del 50%, es decir determinando la deformación del panel para una carga aplicada del 50% de la carga máxima registrada, por unidad de largo de panel.

$k_{50\%} = (0,5P_u) / (A \times d_{0,5P_u})$, en que A = ancho del panel y $d_{0,5P_u}$ corresponde a la deformación lateral del panel cuando la carga lateral alcanza el 50% de la carga de rotura (descontado el desplazamiento lateral debido a la traslación del apoyo horizontal).

Tabla N° 4.1

Resultados obtenidos durante los ensayos de carga horizontal.

Panel N°	Altura H (cm)	Ancho A (cm)	Espesor e (cm)	P_u (kg/m)	d_{max} (mm)	$k_{50\%}$ (kg/mm/m)	Descripción de la falla
P-H-01	241	125,0	12,0	2.801,5	34,7	350,2	Aplastamiento en zona donde se aplicó la carga.
P-H-02	244	124,7	12,0	1.678,8	24,8	113,2	Aplastamiento en zona donde se aplicó la carga.
P-H-03	242	125,5	11,0	2.174,5	11,5	324,9	Aplastamiento en zona donde se aplicó la carga.

Notas: P_u :Carga horizontal máxima que resiste el panel por unidad de longitud de panel.

d_{max} :Deformación máxima del panel para P_u (descontado sólo el desplazamiento por traslación del apoyo inferior horizontal).

$k_{50\%}$:Rigidez lateral secante medida al 50% de P_u por unidad de ancho en curvas de Fig.N° 2 a 4.

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y GEOTECNICA

Las deformaciones producidas debido al giro y traslación de la base por estiramiento de los tensores verticales y desplazamiento del apoyo horizontal, resultaron prácticamente iguales al desplazamiento medido por el transductor horizontal a nivel de aplicación de la carga, por lo que las deformaciones por corte y flexión del panel son prácticamente despreciables con respecto a aquellas que incluyen el giro del panel que a su vez se deben fundamentalmente a problemas de aplastamiento en las zonas de aplicación de la carga y en los extremos de apoyo comprimido del extremo inferior.

En Foto N° 2 se muestra el panel P-H-03 después del ensayo. Se aprecia la falla por aplastamiento de la zona donde se aplicó la carga horizontal. En Foto N° 3 se muestra un detalle de la falla por aplastamiento de la zona de apoyo superior. En Foto N° 4 se muestra un detalle del apoyo inferior.

5.- CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

A continuación se enumeran algunas conclusiones y observaciones deducidas de los ensayos de carga horizontal de paneles descrita en los puntos anteriores:

5.1.- Los paneles se clasifican según la Norma Nch806. Eof.71 como sigue:

Panel N°	Tipo	Clase	Grado	Subgrado
P-H-01	VII	H	RT3	RTc
P-H-02	VII	H	RT3	RTc
P-H-03	VII	H	RT3	RTc

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y GEOTECNICA

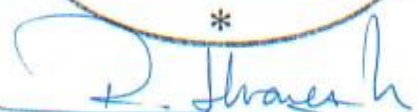
5.2.- Los tres paneles presentaron la misma falla: aplastamiento de la zona de aplicación de la carga horizontal y la zona de apoyo inferior del panel. No se detectó problemas en otras zonas del panel.

5.3.- La dispersión del comportamiento de los paneles que se sometieron a ensayo es muy alta (ver Tabla N° 4.1)

5.4.- Los paneles no fallaron por corte.

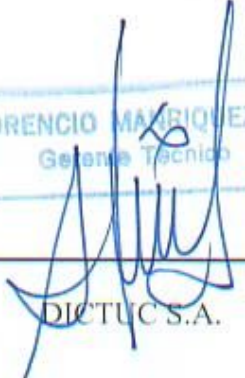
5.5.- Las deformaciones por corte y flexión del panel son prácticamente despreciables con respecto a aquellas que incluyen el giro del panel.

5.6.- Toda información de los materiales y sus propiedades mecánicas fueron proporcionadas por el mandante.



DICTUC S.A.
LABORATORIO DE
INGENIERIA ESTRUCTURAL
*

Raúl Álvarez Medel
Jefe Laboratorio Ing. Estructural



ING. FLORENCIO MÁRQUEZ CASTRO
Gerente Técnico
DICTUC S.A.

03 MAY 2000

"La información contenida en el presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la autorización previa y por escrito de Dietuc S.A."

RAM/CLS
Santiago, 03 de mayo del 2000
c.c.: LIE/2700



DICTUC SA
FILIAL DE LA PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

21 3291

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y GEOTECNICA

ANEXO

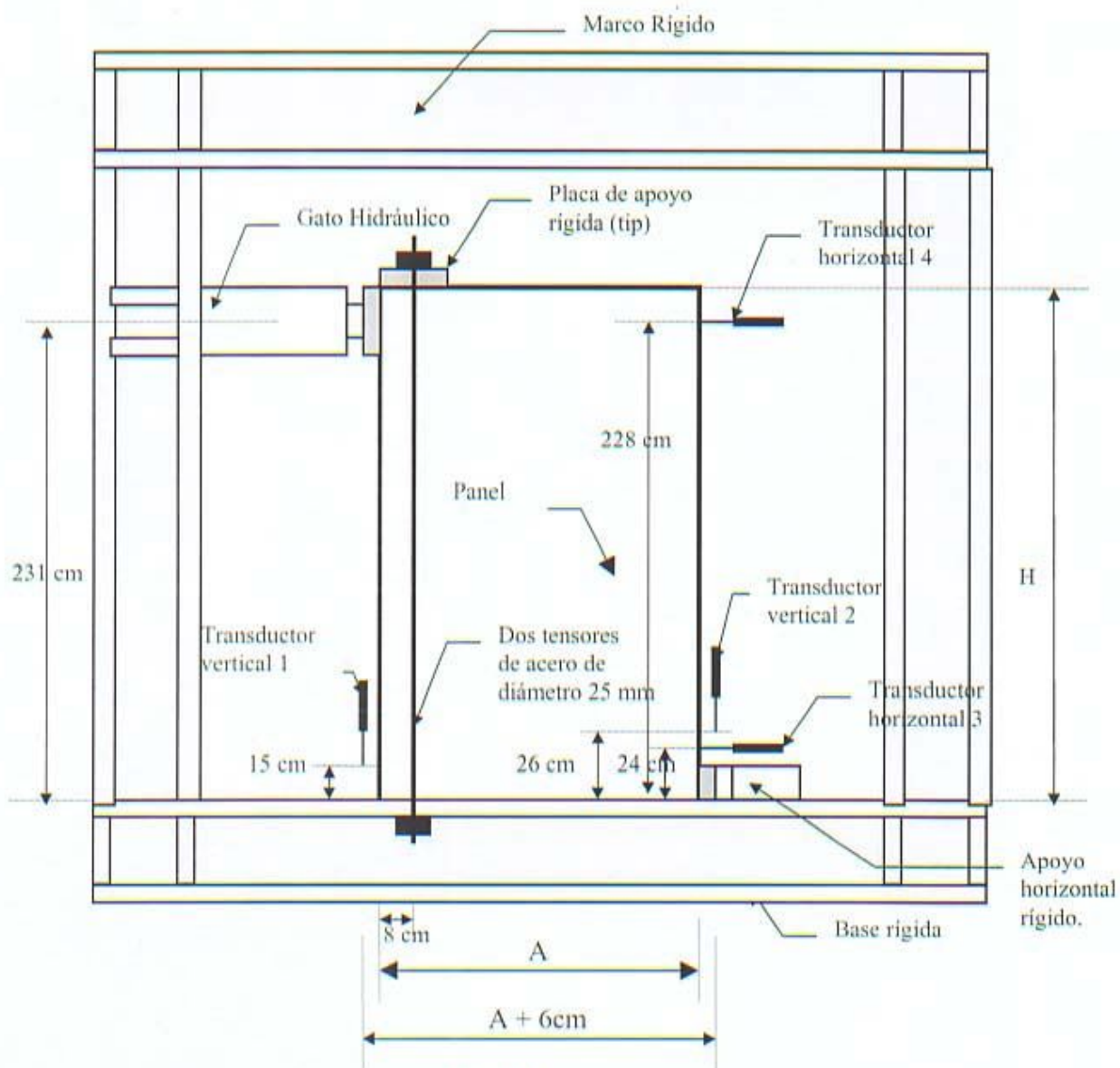


Fig. N° 1

Esquema del ensayo de carga horizontal de paneles.

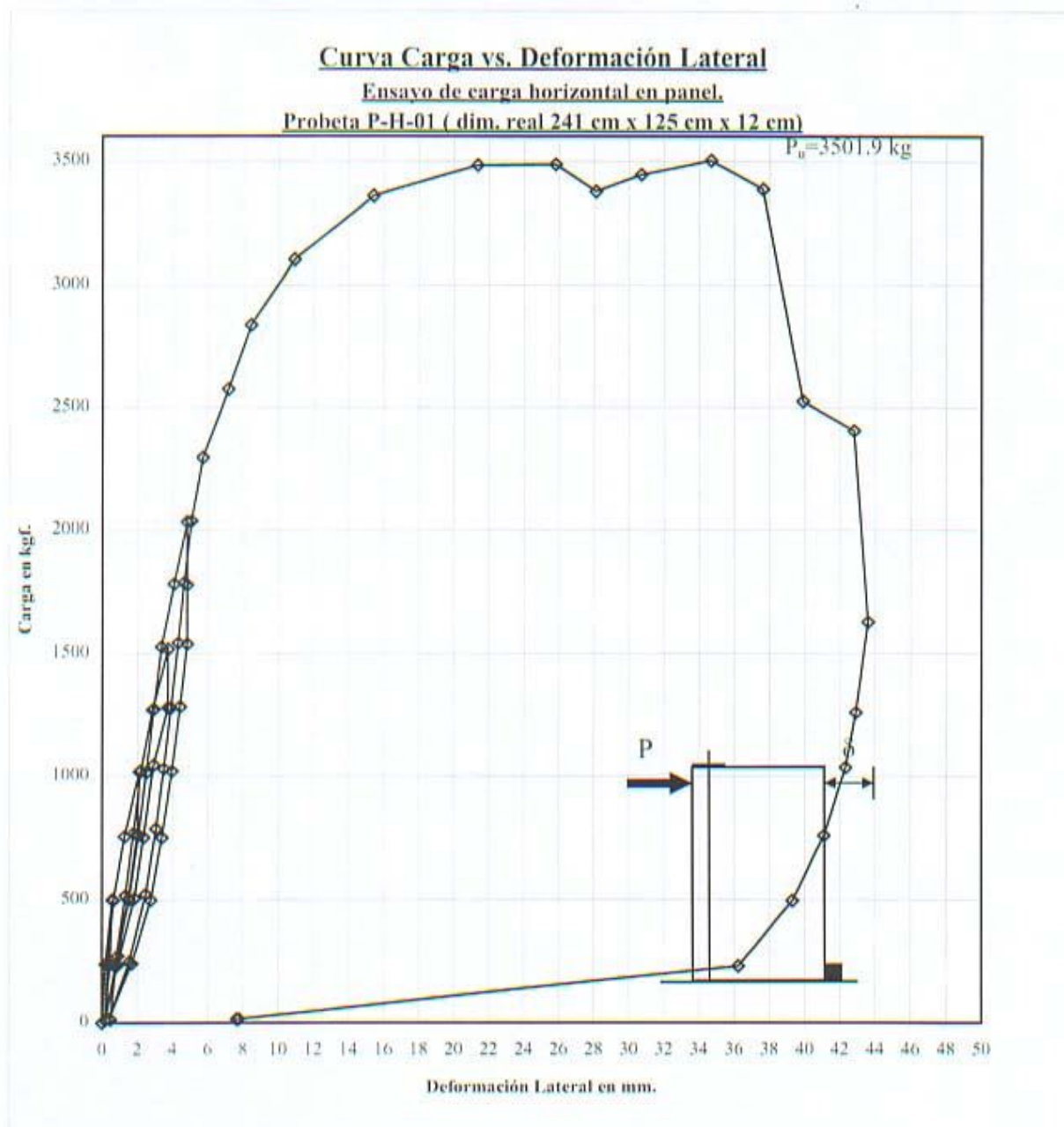


Fig. N° 2
Curva Carga vs Deformación Lateral
obtenida del ensayo de carga horizontal al panel P-H-01.

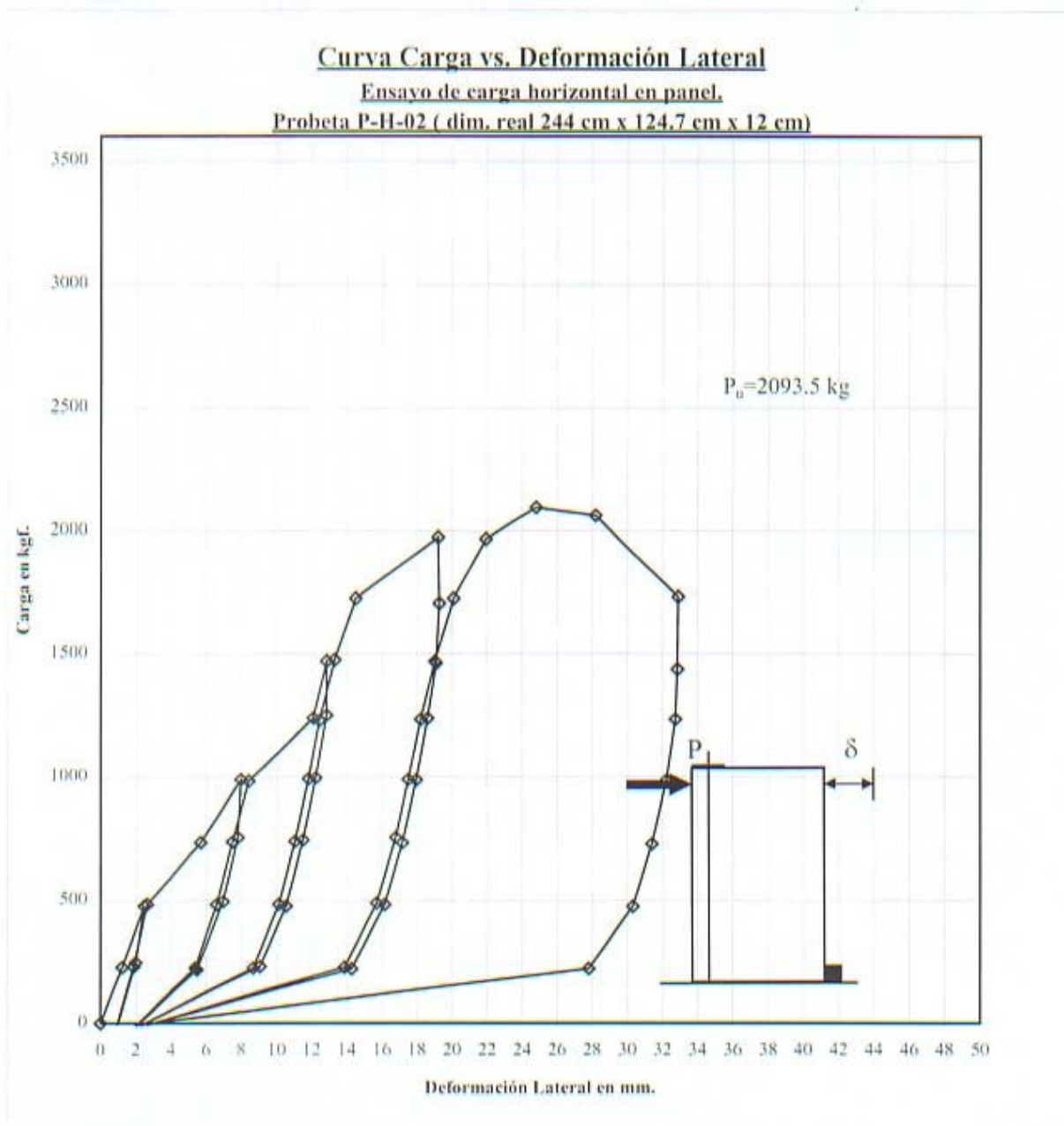


Fig. N° 3
Curva Carga vs Deformación Lateral
obtenida del ensayo de carga horizontal al panel P-H-02.

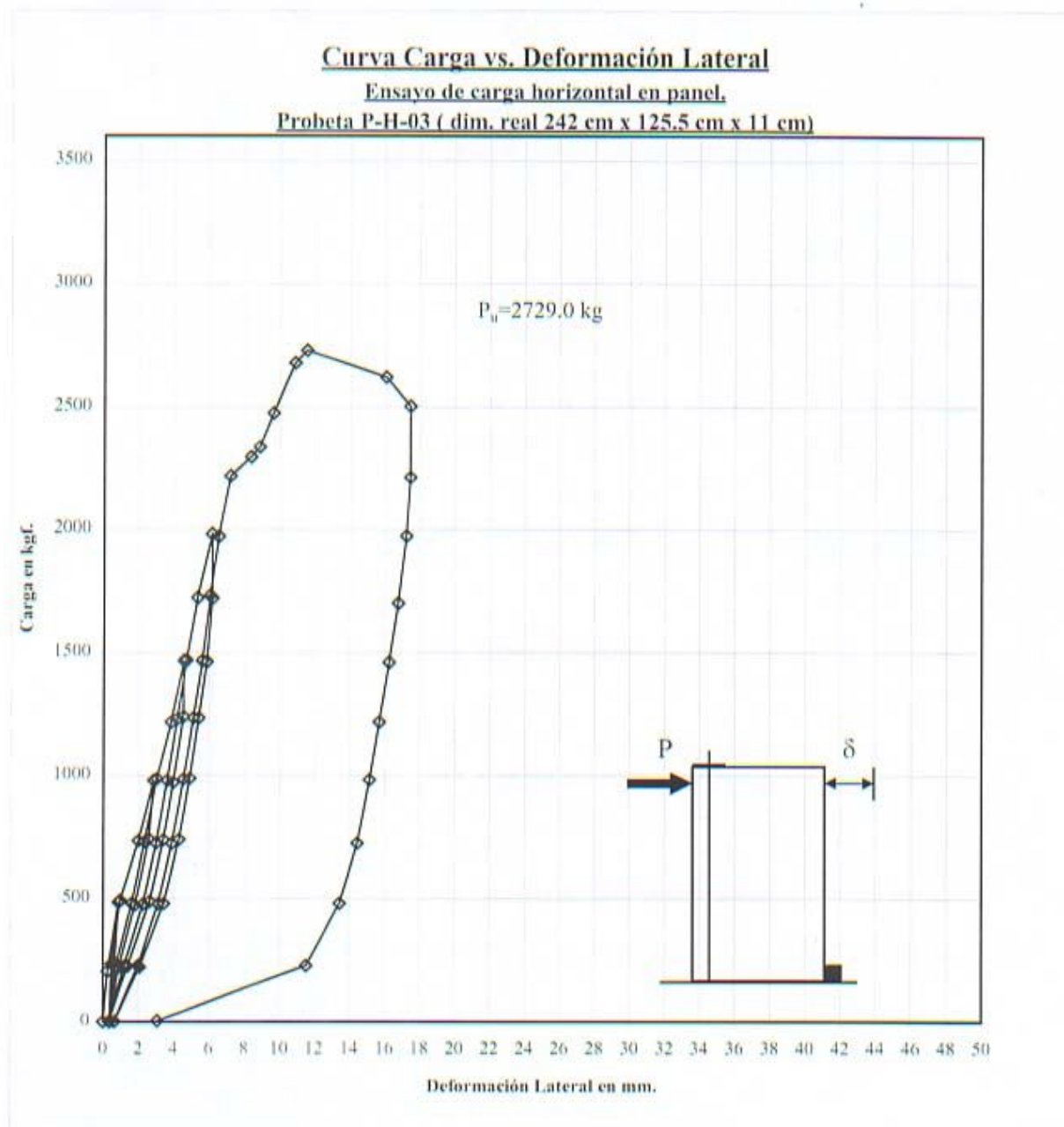


Fig. N° 4
Curva Carga vs Deformación Lateral
obtenida del ensayo de carga horizontal al panel P-H-03.



FOTO N° 1

Ensayo de carga horizontal de panel P-H-03.



FOTO N° 2

Panel P-H-03 después del ensayo de carga horizontal.



FOTO N° 3: Detalle de la falla por aplastamiento del punto de aplicación de la carga horizontal en Panel P-H-03 después del ensayo de carga horizontal.



FOTO N° 4: Detalle del apoyo inferior del Panel P-H-03 después del ensayo de carga horizontal.