

INFORME ELECTRÓNICO DE ENSAYO N° 618671-03

Ensayos mecánicos a muros de hormigón confeccionados con encofrado modular perdido de poliestireno expandido de alta densidad

PARTE 3: Ensayo de compresión

CLIENTE

EXACTA LTDA.
Rut. 76.058.030-9
Av. Del Cóndor Norte 844, Of. 316, Comuna de Huechuraba.
Sr. Sebastián Goldberger K.

ENSAYO

Compresión vertical excéntrica, de acuerdo a la norma chilena NCh801.Of2003. Este ensayo consiste en someter a un módulo aislado del muro, colocado en posición vertical y simplemente apoyado en sus extremos superior e inferior, a la acción de una carga vertical aplicada de manera excéntrica, a una distancia de la cara interior igual a un tercio del espesor total del muro, de modo de inducir una curvatura hacia su cara exterior. La carga de compresión se aplica de forma incremental y cuasi-estática, mediante ciclos de carga – descarga. Durante el ensayo se mide la deformación longitudinal y la deflexión transversal del muro bajo carga máxima y al descargar.

DESCRIPCIÓN DEL MURO

Se ensayan tres muestras de un muro de hormigón, correspondientes a un módulo aislado de 1.25 m de largo x 2.40 m de alto x 132 mm de espesor y 430 kg de masa, conformado por:

- o **Encofrado modular perdido:** constituido por unidades o “ladrillos” de poliestireno expandido de alta densidad, de dimensiones nominales de 1000 mm largo, 125 mm ancho y 300 mm de alto denominadas comercialmente como **“Exacta 12”**, fabricadas por la empresa AISLAPOL S.A.¹. Estas unidades poseen ocho huecos verticales de forma cuadrada de 75 mm de lado, distribuidos uniformemente a lo largo de la unidad, además, de un rebaje cóncavo en la cara superior, que al materializar las “hiladas” conforman una bovedilla horizontal que permite materializar los elementos horizontales de hormigón y alojar las barras de refuerzo horizontal. La unión entre las unidades se realiza con un sistema de aparejo “trabado”. Para armar el encofrado las unidades poseen un “endentado” en sus caras de asiento (ver Figura 1, Anexo B).
- o **Hormigón de relleno:** Mortero premezclado en húmedo, denominado MR20.0(90)10-10, de tamaño máximo nominal de 10 mm y cono de 10 cm, transportado en camión mixer. En la Tabla 1, se presentan las características del mortero, determinadas en el Laboratorio a partir de muestras extraídas durante la construcción de las probetas.
- o **Armadura de refuerzo:** Barras de acero para hormigón de 10 mm de diámetro, grado nominal A630-420H. El refuerzo horizontal distribuido lo conforman 1 ϕ 10@600 mm (4 barras en total) y el refuerzo vertical 1 ϕ 10@ 375 mm (4 barras en total). Además, en el coronamiento del muro (sobre la última hilada), se coloca una barra de 10 mm de diámetro (ver Figura 2, Anexo B).
- o **Revestimientos exterior e interior:** Estuco de mortero de cemento de 3 mm a 4 mm de espesor, predosificado en seco, reforzado con una malla de fibra de vidrio, denominado comercialmente como **“Estuco Exacta”**¹, el cual se prepara empleando 2.7 a 3.7 litros de agua potable por cada bolsa de 25 kg; se adiciona el agua hasta que quede con una consistencia pastosa¹.

¹ Información proporcionada por el cliente.

**Tabla 1.** Características del mortero de cemento de relleno⁽¹⁾.

Probeta	Edad (días)	Densidad (kg/m ³)	Asentamiento (cm)	Compresión Cúbica 20 (MPa)
1	7	2260	12.0	24.6
2	28	2250		33.4
3	28	2260		32.3

Nota: (1) La determinación de las propiedades se realizó con una muestra cúbica de 150 mm, tomada en obra.

Los muros fueron diseñados por el cliente y construidos por él en dependencias de la obra ubicada en calle Balmaceda 058, comuna de Malloco. La construcción se realizó entre los días 1 y 2 de Junio de 2010.

MONTAJE E INSTRUMENTACIÓN

El muro se monta en forma vertical, apoyándolo entre los platos de la Máquina de Ensayo. La distribución de la carga sobre las caras de apoyo del muro se materializa por medio de placas de acero que abarcan toda la longitud de la cara de apoyo del muro. La excentricidad de la carga se logra por medio de una placa de acero con apoyo excéntrico (ver Foto 1, Anexo C).

La instrumentación utilizada se define de acuerdo a lo especificado en la norma NCh801. Se emplean cuatro transductores de desplazamiento para medir la deformación longitudinal del muro, dos transductores de desplazamiento para medir la deflexión a media altura del muro y un sensor de presión para medir la carga aplicada (ver Foto 3, Anexo C).

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

El procedimiento de ensayo consiste, básicamente, en:

- Fijar el muro en la Máquina de Compresión y colocar la instrumentación.
- A continuación, se aplica la carga de forma incremental, mediante ciclos de carga – descarga, aumentando progresivamente la carga máxima aplicada en incrementos previamente definidos. Para la muestra N° 1 se define un incremento de 9.8 kN hasta los 58.8 kN, 19.6 kN hasta los 157 kN, 58.8 kN hasta los 216 kN y de 98.1 kN en adelante. Para las muestras N° 2 y N° 3 se define un incremento de 19.6 kN hasta los 49.0 kN, 29.4 kN hasta los 78.5 kN, 39.2 kN hasta los 216 kN, 58.8 kN hasta los 392 kN y de 98.1 kN en adelante. En cada ciclo de carga se mide la deformación longitudinal y la deflexión transversal del muro bajo carga máxima y al descargar. El ensayo se inicia con una carga básica de 9.8 kN (1000 kgf).
- Terminado el ensayo, se observan el modo de falla del muro y los daños locales presentados.

RESULTADOS

En la Tabla 2, se presentan los resultados globales obtenidos en el ensayo de compresión excéntrica. Aquí se indican las cargas y las deformaciones asociadas a los estados límites siguientes: a) pérdida de proporcionalidad en el comportamiento carga – deflexión; y b) resistencia máxima a la compresión. Adicionalmente, en el Anexo A, se presentan las curvas carga – deflexión y carga – deformación longitudinal registradas durante el ensayo.



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



INFORME ELECTRÓNICO DE ENSAYO N° 618671-03

Tabla 2. Resultados del ensayo de compresión excéntrica al muro.

Muestra del muro (N°)	Pérdida de proporcionalidad ⁽¹⁾				Resistencia máxima ⁽³⁾			
	Carga aplicada (kN)	Carga normalizada ⁽²⁾ (kN/m)	Deflexión Central (mm)	Deformación axial (mm)	Carga aplicada (kN)	Carga normalizada ⁽²⁾ (kN/m)	Deflexión central (mm)	Deformación Axial (mm)
1	156.4	125.1	3.87	0.50	367.3	293.8	17.77	...(4)
2	116.0	92.8	2.83	0.21	335.9	268.7	12.53	0.37
3	119.0	95.2	3.15	0.18	276.1	220.9	8.95	0.44

Notas:

- (1) Corresponde al momento donde la curva carga – deflexión del ensayo de compresión excéntrica deja de ser cuasi-lineal (se descarta el tramo inicial de acomodo del sistema).
- (2) Corresponde a la carga aplicada dividida por el largo del muro.
- (3) La falla del muro es por flexo-compresión (pandeo).
- (4) En la muestra N°1, la medición de la deformación axial se interrumpe antes de alcanzar la carga máxima.

CLASIFICACIÓN

En la Tabla 3, se presenta la clasificación del muro de acuerdo a su comportamiento a la compresión, según la norma NCh806.EOf71: "Arquitectura y Construcción. Paneles Prefabricados. Clasificación y Requisitos".

Tabla 3. Clasificación del muro según la norma NCh806.EOf71.

Tipo de muro	Muestra del muro (N°)	Clasificación	
		Grado RC	Subgrado RC
▪ Unidad Poliestireno Expandido: "Exacta 12", encofrado perdido. ▪ Hormigón: MR20.0(90)10-10 ▪ Refuerzo: A630-420H Vertical: 1φ10@375 mm; Horizontal: 1φ10@600 mm ▪ Revestimientos Exterior e Interior: Estuco de mortero reforzado con fibra de vidrio.	1	3	c
	2	3	c
	3	3	c

Los resultados presentados en informe sólo son válidos para las muestras identificadas en él, y no pueden ser referidos a partidas o lotes. El presente informe no constituye una certificación de productos. Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe para fines publicitarios sin la autorización escrita de IDIEM.

Santiago, 08 de Septiembre de 2010

PERLA VALDÉS CALQUÍN
Jefe Área
Área Estructuras

PCM/SLA/AFA/RVL/pcm



GUILLERMO SIERRA RUBILAR
Jefe Sección
Sección Estructuras - Ensayos



ANEXO A. GRÁFICOS

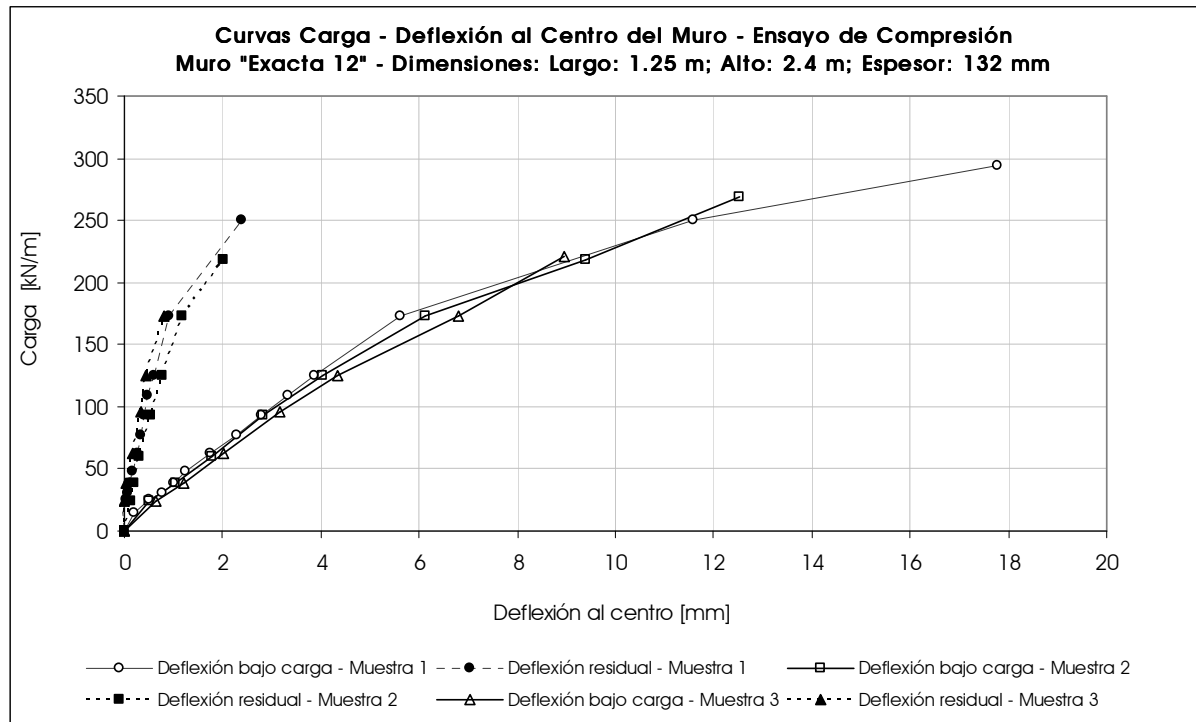


Gráfico 1. Curvas carga – deflexión (carga normalizada por el largo del muro).

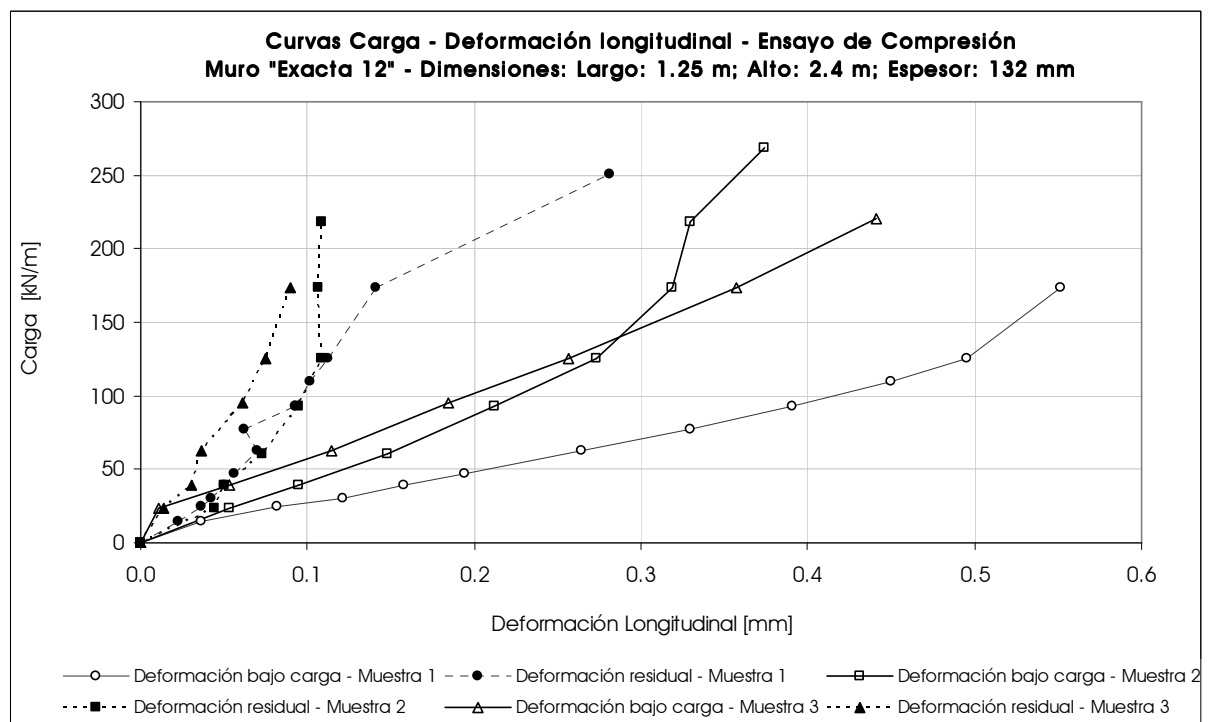


Gráfico 2. Curvas carga – deformación longitudinal (carga normalizada por el largo del muro).²

² En la muestra N°1, la medición de la deformación axial se interrumpe antes de alcanzar la carga máxima (falla).



ANEXO B. ESQUEMA ESTRUCTURA INTERNA MURO.

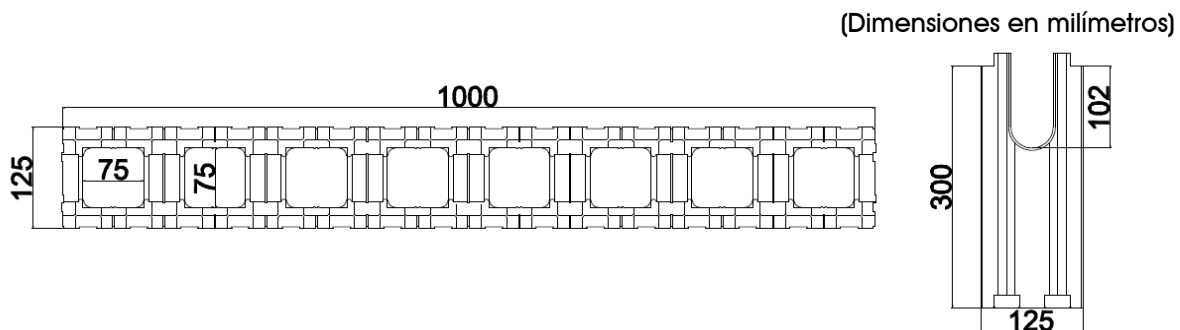


Figura 1: Esquema de unidad "Exacta 12".

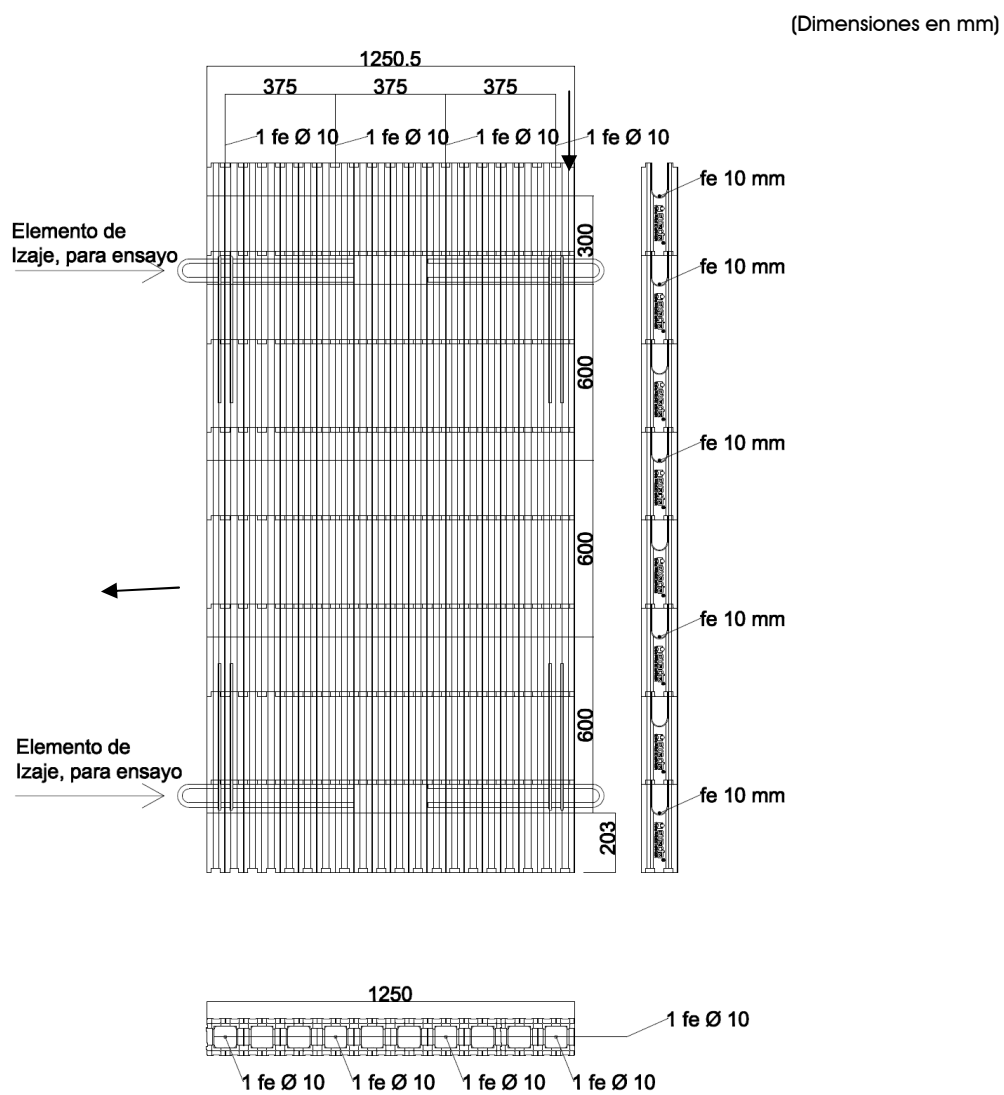


Figura 2: Esquema de muestra de ensayo, muro "Exacta 12".

ANEXO C. FOTOS



Foto 1. Construcción de probetas, refuerzos verticales y horizontales.



Foto 2. Construcción de probetas, vaciado del hormigón.

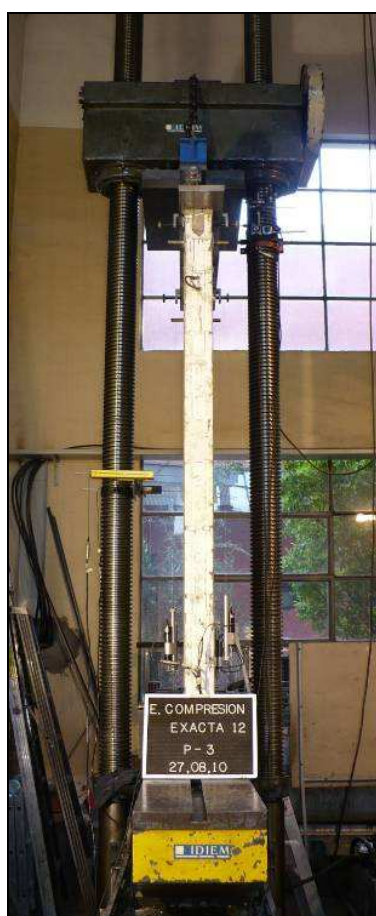


Foto 3. Vista general del montaje del ensayo de compresión excéntrica al muro.



fcfm

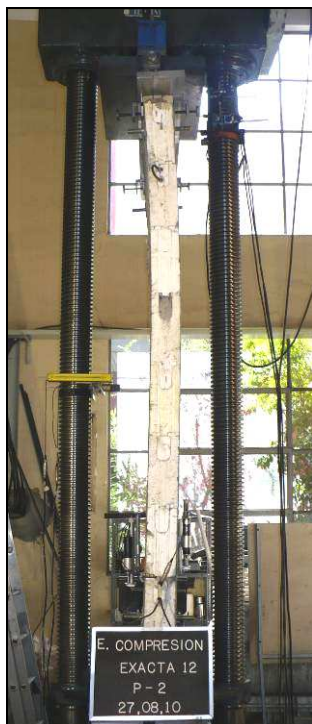
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

ldiem
UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO

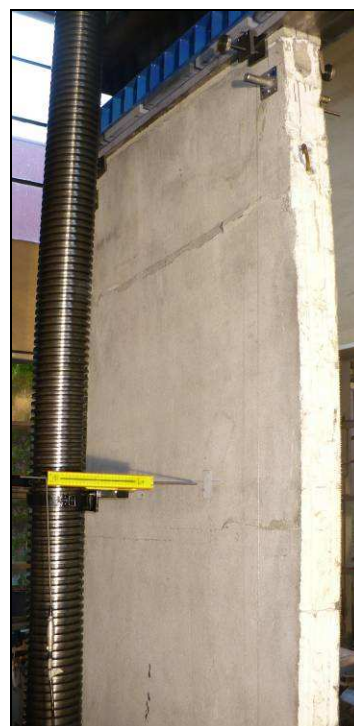
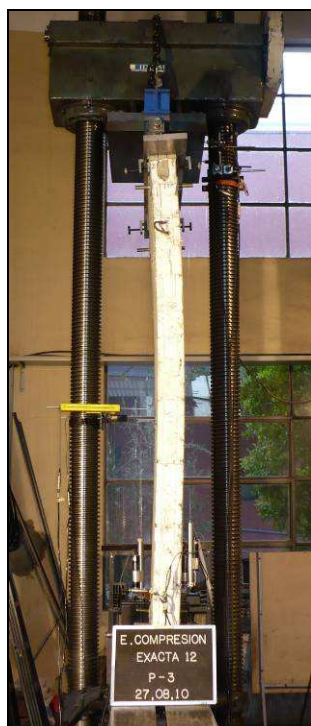
INFORME ELECTRÓNICO DE ENSAYO Nº 618671-03



Fotos 4 y 5. Modo de falla de la muestra Nº 1. Falla por flexo-compresión en el tramo central.



Fotos 6 y 7. Modo de falla de la muestra Nº 2. Falla por flexo-compresión en la zona superior del muro (2ª hilada).



Fotos 8 y 9. Modo de falla de la muestra N° 3. Falla por flexo-compresión en la zona superior del muro (2º hilada).

Para verificar este documento ingrese a: <http://repositorio.idiem.cl>

El código del documento es: fPyt9kebd7