

## INFORME ELECTRÓNICO DE ENSAYO N° 612412-05

**Ensayo de flexión a un panel de losa termo-aislante con núcleo de poliestireno expandido y revestimientos de cielo de mortero de cemento y de piso de hormigón, reforzado con alambres de acero galvanizado y barras de acero para hormigón armado.**

### CLIENTE

PANELES ESTRUCTURALES COVINTEC CHILE LTDA.  
Rut. 78.111.570 – 3  
Carretera General San Martín 9360, Quilicura.  
Sr. Antonio Romero Castro

### ENSAYO

**Ensayo de flexión fuera de plano**, basado en la norma chilena NCh803.Of2003: "Elementos de construcción – Paneles – Ensayo de flexión". Este ensayo consiste en someter a un módulo aislado del panel, colocado en posición horizontal y simplemente apoyado en sus extremos de menor longitud, a la acción de una carga aplicada perpendicular a su plano, sobre la cara de servicio, en los cuartos de la luz entre apoyos (luz entre apoyos: 2.8 m). La carga se aplica de forma incremental y cuasi-estática, mediante ciclos de carga – descarga. Durante el ensayo se mide la deflexión o deformación transversal del panel (al centro) bajo carga máxima y al descargar (deflexión residual o permanente).

### DESCRIPCIÓN DEL PANEL

Se ensayan tres muestras de un panel de losa, correspondientes a un módulo de 3.04 m de largo x 1.22 m de ancho x 150 mm de espesor conformado por:

- **Estructura interna:** Estructura tridimensional ("armazón") de alambre de acero galvanizado calibre #14 (diámetro 2 mm) de masa lineal 2.5 g/m<sup>1</sup>, conformada por dos doble malla electrosoldadas de alambres longitudinales y transversales de módulo 50 mm x 50 mm, paralelas entre sí, separadas a 70 mm, conectadas por medio de un tejido vertical con forma de diente de sierra colocado cada 50 mm (coincidente la posición de los alambres longitudinales, ver Figura 1 en el Anexo B), el cual se encuentra electrosoldado a las mallas en cada punto de unión. Al interior del armazón se aloja un núcleo de poliestireno expandido de densidad nominal<sup>2</sup> de 10 kg/m<sup>3</sup>, constituido por secciones o prismas de 100 mm x 50 mm de sección y 2440 mm de longitud. Como refuerzo inferior se colocan embebidas en el revestimiento inferior de mortero (cielo), justo bajo la malla inferior del armazón de alambres, seis barras de acero para hormigón armado de grado A630-420H, espaciadas a 200 mm (ver Figura 2 en el Anexo B).
- **Revestimiento inferior (cielo):** Estuco de mortero de cemento de 45 mm a 50 mm de espesor, de dosificación<sup>2</sup> 1:4 (cemento: arena), reforzada con fibra de polipropileno de dosificación 2 gramos por litro de agua<sup>2</sup>; la cantidad de agua adicionada a la mezcla queda a criterio del albañil. En la Tabla 1, se presentan las características del mortero.
- **Revestimiento superior (piso):** Hormigón normal de 50 mm a 65 mm de espesor, predosificado en seco, grado nominal H20; la cantidad de agua adicionada a la mezcla queda a criterio del albañil. En la Tabla 2 se presentan las características del hormigón.

<sup>1</sup> Valor obtenido en el Laboratorio.

<sup>2</sup> Información proporcionada por el cliente.

Cada muestra se conforma de dos módulos; uno de 2.44 m de largo x 1.22 m de ancho y el otro de 0.60 m de largo x 1.22 de ancho, unidos a través de dos trozos de malla de acero galvanizado similar a la malla de la estructura interna del panel, traslapándose y engrapándose a ésta 100 mm a cada lado (ver Figura 2 en el Anexo B y Fotos 1 a la 4 en el Anexo C).

**Tabla 1.** Características del mortero de cemento de revestimiento de cielo <sup>(1)</sup>.

Probeta	Edad (días)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia a la flexo-tracción (MPa)	Resistencia a la compresión (MPa)
1	7	2145	1.6	4.8
2	28	2148	2.7	8.4
3	28	2133	2.5	8.7

Nota: (1) La determinación de las propiedades se realizó según NCh2261.Of1996, "Morteros - Determinación de las resistencias mecánicas de probetas confeccionadas en obra", empleando la probeta RILEM de 40 x 40 x 160 mm.

**Tabla 2.** Características del hormigón de revestimiento de piso <sup>(1)</sup>.

Probeta	Edad (días)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Asentamiento (mm)	Compresión Cúbica 20 (MPa)
1	7	2230	150	6.6
2	28	2240		10.8
3	28	2260		10.4

Nota: (1) hormigón predosificado en seco de grado nominal H 20.

## MONTAJE E INSTRUMENTACIÓN

El panel se monta en forma horizontal sobre un marco de acero mecano, dejándolo simplemente apoyado sobre tubos de acero, materializando una luz entre apoyos de 2.8 m. Para aplicar la carga en los cuartos de la luz entre apoyos, se utilizan un par de tubos de acero que abarcan todo el largo del panel y una viga de acero para distribuir la carga (ver Foto 1, Anexo C).

Se emplean dos transductores de desplazamiento para medir la deflexión del panel y un sensor de presión para registrar la carga aplicada (ver Foto 1, Anexo C).

## PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

El procedimiento de ensayo consiste, básicamente, en:

- Montar el panel en el marco de reacción y colocar los sensores de desplazamiento.
- A continuación, se aplica la carga en forma incremental, mediante ciclos de carga – descarga, aumentando progresivamente la carga máxima aplicada. El incremento de carga definido para la muestra N° 1 es de 0.98 kN (100 kgf) hasta los 4.12 kN (420 kgf), luego, se aumenta a 1.96 kN (200 kgf) hasta los 15.9 kN (1620 kgf) y en 3.92 kN (400 kgf) en adelante. Para la muestras N° 2 y N° 3 el incremento de carga definido es de 0.98 kN (100 kgf) hasta los 4.12 kN (420 kgf), luego, de 1.96 kN (200 kgf) hasta los 10.0 kN (1020 kgf) y de 7.84 kN (800 kgf) en adelante. En cada ciclo de carga se mide la deflexión del panel bajo carga máxima y al descargar. El ensayo se inicia con una carga básica de 1.96 kN (muestra N° 1) y de 0.49 kN (muestras N° 2 y N° 3).
- Terminado el ensayo, se observa el modo de falla del panel.

## RESULTADOS

En la Tabla 3, se presentan los resultados globales obtenidos en el ensayo de flexión fuera de plano. Aquí se indican las cargas y las deflexiones asociadas a los estados límites siguientes: a) pérdida de proporcionalidad en el comportamiento carga – deflexión; y b) resistencia máxima a la flexión fuera de plano. Complementariamente, en el Anexo A, se presentan las curvas carga – deflexión y carga – deformación longitudinal registradas durante el ensayo.

**Tabla 3.** Resultados del ensayo de flexión fuera de plano al panel.

Muestra del panel (N°)	Pérdida de proporcionalidad <sup>(1)</sup>			Resistencia máxima <sup>(3)</sup>		
	Carga total aplicada (kN)	Carga normalizada <sup>(2)</sup> (kN/m)	Deflexión central (mm)	Carga total aplicada (kN)	Carga normalizada <sup>(2)</sup> (kN/m)	Deflexión central (mm)
1	4.77	3.82	1.04	67.97	54.38	.. <sup>(4)</sup>
2	7.10	5.68	1.47	67.74	54.19	34.36
3	5.11	4.09	0.54	65.22	52.18	27.66

Notas:

- (1) Corresponde al momento donde la curva carga – deflexión del ensayo de flexión deja de ser cuasi-lineal.
- (2) Corresponde a la carga total aplicada dividida por el largo del panel.
- (3) La falla del panel se debe a la rotura por flexión y corte (falla combinada) del revestimiento de hormigón y de mortero en la zona de unión de los módulos del panel (zona con discontinuidad en el armazón de alambre).
- (4) En la muestra N°1, la medición de la deflexión se interrumpe antes de alcanzar la carga máxima (falla).

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, 31 de Agosto de 2010.



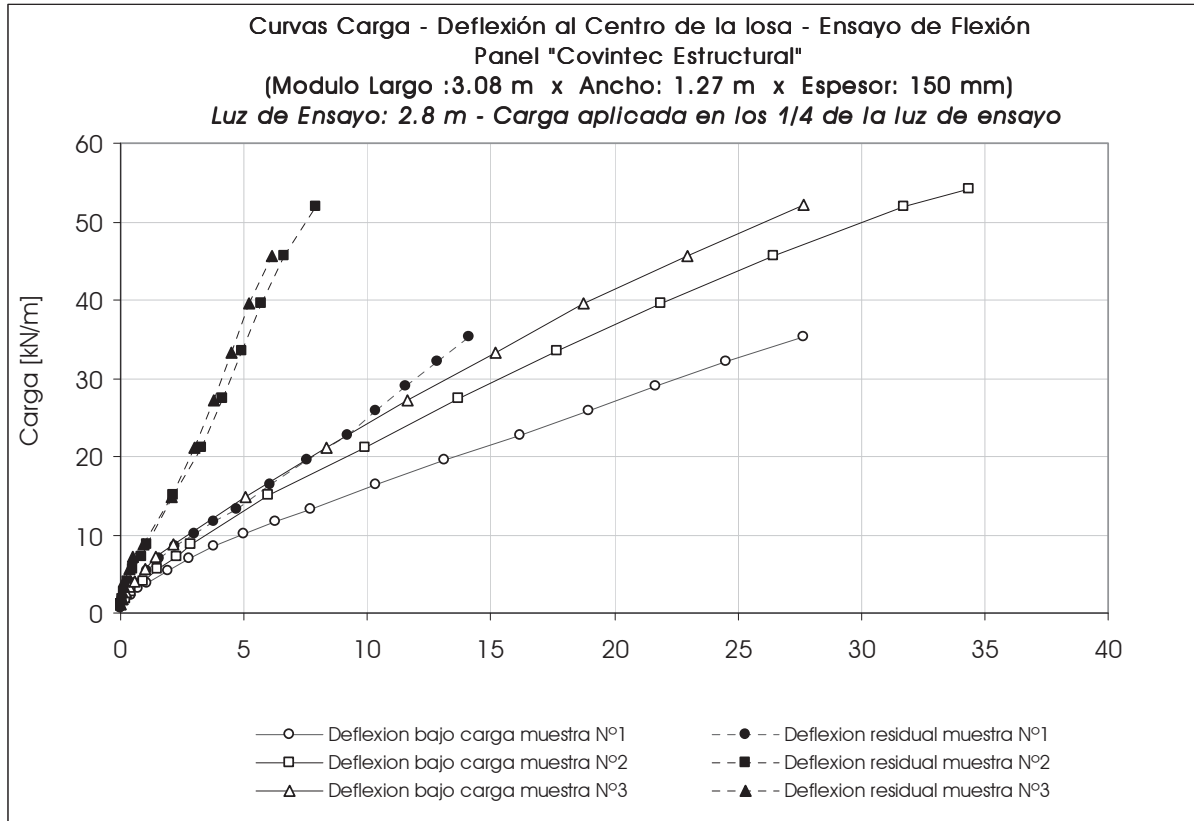
PERLA VALDÉS CALQUÍN  
Jefe Área  
Área Estructuras




GUILLERMO SIERRA RUBILAR  
Jefe Sección  
Sección Estructuras - Ensayos

PCM/SLA/AFA/RVL

**ANEXO A. GRÁFICOS**



**Gráfico 1.** Curvas carga – deflexión ensayo de flexión a losa<sup>3</sup>  
(Carga normalizada por el largo del panel).

<sup>3</sup> En la muestra N°1, la medición de la deflexión se interrumpe antes de alcanzar la falla.

**ANEXO B. ESQUEMA ESTRUCTURA INTERNA PANEL.**

(Dimensiones en milímetros)

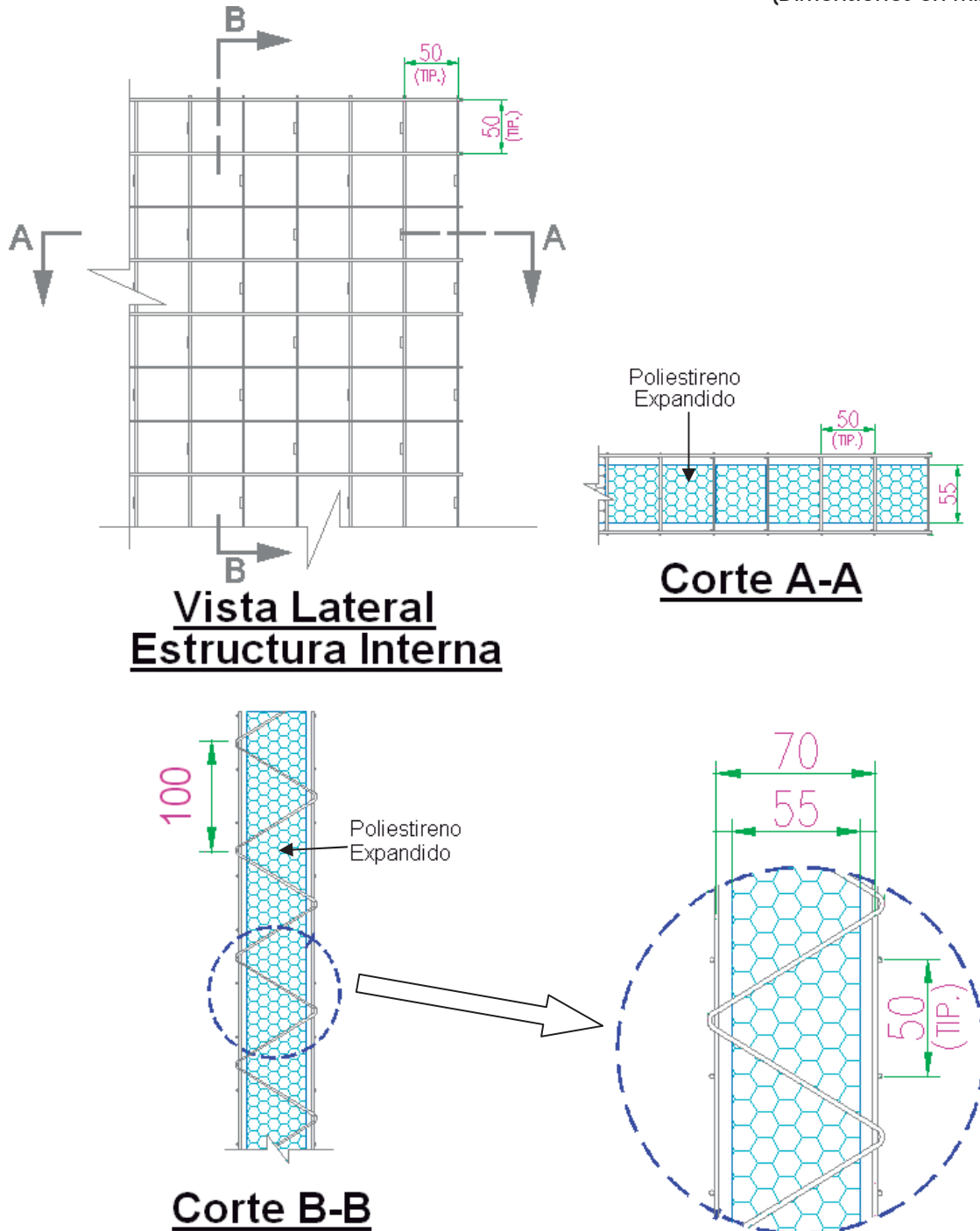
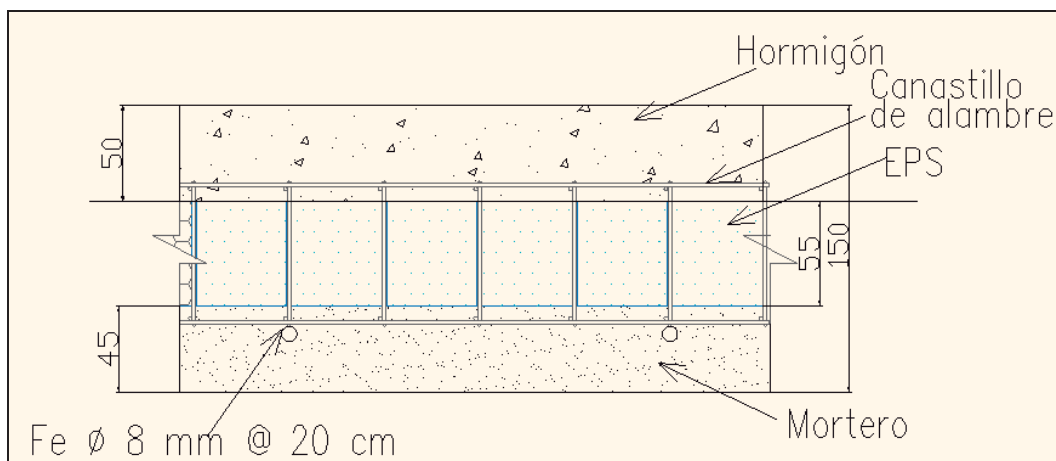
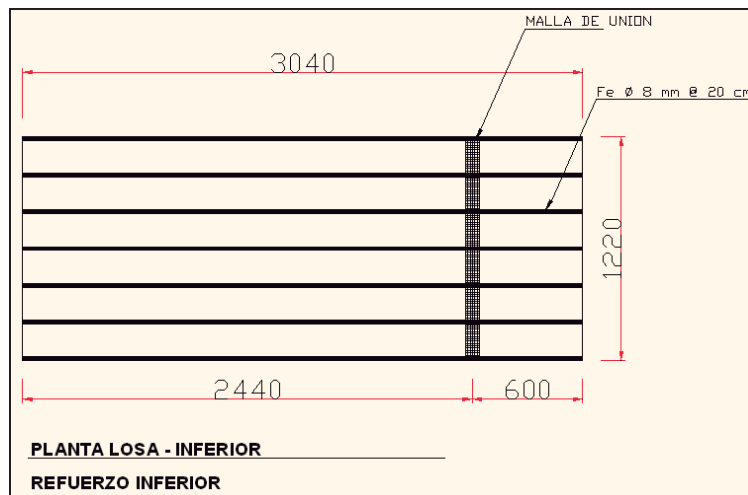
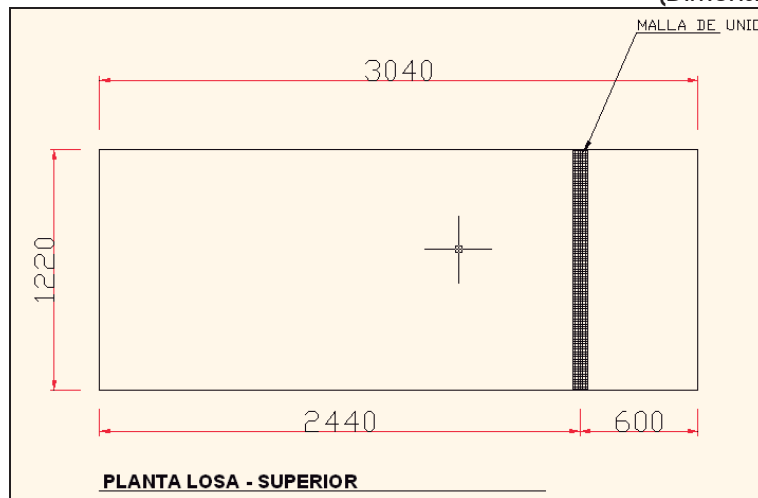


Figura 1: Esquema de estructura interna del panel "Covintec Estructural".



(Dimensiones en milímetros)



Corte típico en eje central transversal

Nota: Dimensiones sin remates con mortero de bordes.

Figura 2: Esquema de la muestra para ensayo de flexión.

**ANEXO C. FOTOS**



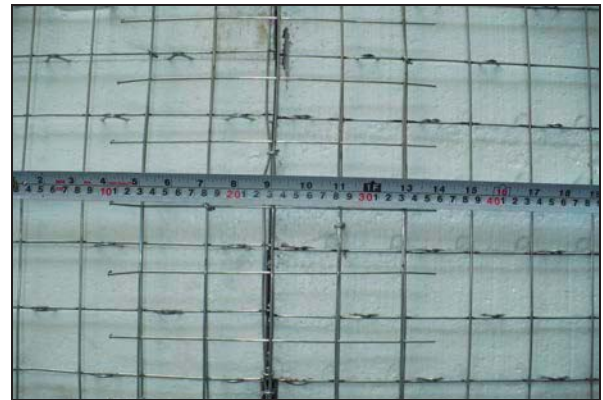
**Foto 1.** Barras de refuerzo inferior.



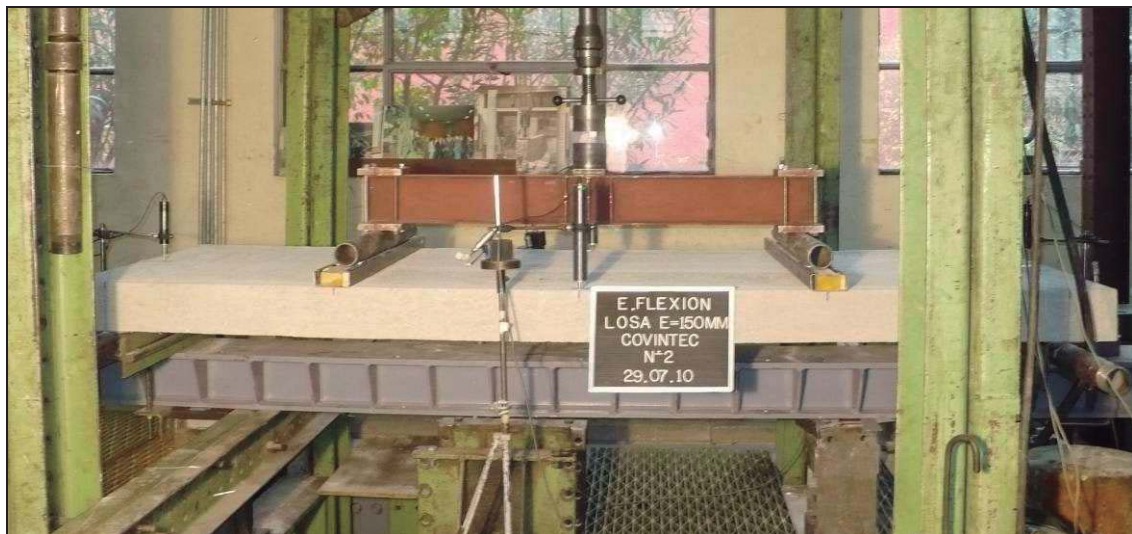
**Foto 2.** Colocación del revestimiento de mortero.



**Foto 3.** Refuerzo superior losa,



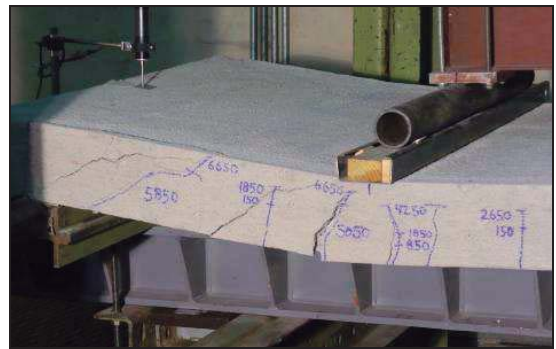
**Foto 4.** Acercamiento a encuentro de paneles.



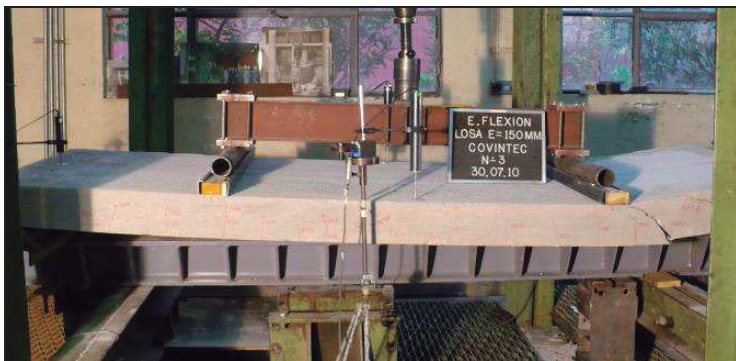
**Foto 5.** Vista general del montaje del ensayo de flexión al panel.



Fotos 6 y 7. Modo de falla del panel n° 1.



Fotos 8 y 9. Modo de falla del panel n° 2.



Fotos 10 y 11. Modo de falla del panel n° 3.