



LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

Universidad Tecnológica de Panamá, Campus Víctor Levi Sasso
Vía Ricardo J. Alfaro, Teléfono: 560-3538
RT-LABEST-027, Rev.01

INFORME DE ENSAYOS A FLEXIÓN: ESPECÍMENES FLEX - 1,23 m - 01, 02, 03

Cotización N°:	CEI 04 - 100 - 2017.	
Solicitud de trabajo N°:	CEI 04 - 063 - 2017.	
Informe N°:	CEI 04 - 0912 - 2017.	
Cliente:	Modular Building International, S.A.	
Dirección del cliente:	Calle 1ra El Carmen en Vía Brasil – Edificio Le Blue – Piso 3, Oficina 3C.	
Dirección del proyecto:	Laboratorio de Estructuras (Lugar de los ensayos), Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Panamá Oeste, La Chorrera.	
Fecha de la solicitud:	2017-06-12.	
Identificación de los especímenes / Fecha de ensayo:	FLEX - 1,23 m - 01	2017-09-13
	FLEX - 1,23 m - 02	2017-09-14
	FLEX - 1,23 m - 03	2017-09-19
País y fecha del informe:	República de Panamá, 30 de octubre de 2017.	
Nombre de la persona responsable de los ensayos:	Ing. Ma. Alejandra Espinosa.	
Muestreo efectuado por:	El Cliente.	



CENTRO EXPERIMENTAL
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS

1 INTRODUCCIÓN

Este informe describe y presenta los resultados de los ensayos a flexión realizados a tres (3) especímenes FLEX - 1,23 m - 01, 02 y 03, a solicitud del cliente del cliente Modular Building International, S.A. Los ensayos fueron realizados por el Laboratorio de Estructuras (LABEST) del Centro Experimental de Ingeniería (CEI).

2 OBJETIVO

Determinar la capacidad a flexión de los paneles sin perfiles metálicos del cliente Modular Building International, S.A., de acuerdo a la normativa de ensayo ASTM E-72-14.

3 ALCANCE DEL INFORME

En este informe se determina únicamente la capacidad experimental a flexión de una unidad de pared representativa de lo que se espera encontrar en una vivienda típica. La Universidad Tecnológica de Panamá no es responsable de establecer cuál debe ser la capacidad nominal de diseño del sistema. Además, queda como responsabilidad del ingeniero civil idóneo de

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017.

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

Universidad Tecnológica de Panamá, Campus Víctor Levi Sasso
 Vía Ricardo J. Alfaro, Teléfono: 560-3538
 RT-LABEST-027, Rev.01

proyecto el determinar si la capacidad a flexión de una pared instalada es suficiente para soportar las demandas del proyecto específico, manteniendo factores de seguridad adecuados tales que contemplen una probabilidad de falla dentro de lo aceptable en estructuras de acuerdo a su importancia.

4 DESCRIPCIÓN DE ESPECÍMENES

Los especímenes ensayados consisten en paneles tipo sándwich *quïckplack - Basic* con núcleo de poliestireno expandido *quïckfôam* recubierto por doble capa de mortero flexible *quïckmôrtar* con entramado de malla de fibra de vidrio 160 g *quïckfiber* (información suministrada por el Cliente). Las dimensiones de los especímenes se muestran en la figura 4.1.

Los especímenes se encontraban en buenas condiciones al ser recibidos por el Laboratorio.



Figura 4.1 Esquema de los especímenes FLEX - 1,23 m.

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017 RS. Este informe es un Reemplazo Suplementario (RS) del informe CEI 04-0912-2017.



LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

Universidad Tecnológica de Panamá, Campus Víctor Levi Sasso
Vía Ricardo J. Alfaro, Teléfono: 560-3538
RT-LABEST-027, Rev.01

INFORME DE ENSAYOS A FLEXIÓN: ESPECÍMENES FLEX - 1,23 m - A - 01, 02, 03

Cotización N°:	CEI 04 - 155 - 2017.	
Solicitud de trabajo N°:	CEI 04 - 063 - 2017.	
Informe N°:	CEI 04 - 0912 A - 2017 RS.	
Cliente:	Modular Building International, S.A.	
Dirección del cliente:	Calle 1ra El Carmen en Vía Brasil – Edificio Le Blue – Piso 3, Oficina 3C.	
Dirección del proyecto:	Laboratorio de Estructuras (Lugar de los ensayos), Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Panamá Oeste, La Chorrera.	
Fecha de la solicitud:	2017-06-12.	
Identificación de los especímenes / Fecha de ensayo:	FLEX - 1,23 m - A - 01	2017-09-13
	FLEX - 1,23 m - A - 02	2017-09-15
	FLEX - 1,23 m - A - 03	2017-09-15
País y fecha del informe:	República de Panamá, 20 de junio de 2018.	
Nombre de la persona responsable de los ensayos:	Ing. Ma. Alejandra Espinosa.	
Muestreo efectuado por:	El Cliente.	



CENTRO EXPERIMENTAL
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS

1 INTRODUCCIÓN

Este informe describe y presenta los resultados de los ensayos a flexión realizados a tres (3) especímenes FLEX - 1,23 m - A - 01, 02 y 03, a solicitud del cliente del cliente Modular Building International, S.A. Los ensayos fueron realizados por el Laboratorio de Estructuras (LABEST) del Centro Experimental de Ingeniería (CEI).

2 OBJETIVO

Determinar la capacidad a flexión de los paneles con perfiles metálicos del cliente Modular Building International, S.A., de acuerdo a la normativa de ensayo ASTM E-72-14.

3 ALCANCE DEL INFORME

En este informe se determina únicamente la capacidad experimental a flexión de una unidad de pared representativa de lo que se espera encontrar en una vivienda típica. La Universidad Tecnológica de Panamá no es responsable de establecer cuál debe ser la capacidad nominal de diseño del sistema. Además, queda como responsabilidad del ingeniero civil idóneo de cada

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912 A-2017 RS. Este informe es un Reemplazo Suplementario (RS) del informe CEI 04-0912 A-2017.

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

Universidad Tecnológica de Panamá, Campus Víctor Levi Sasso
 Vía Ricardo J. Alfaro, Teléfono: 560-3538
 RT-LABEST-027, Rev.01

5 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

5.1 APARATO DE PRUEBA E INSTRUMENTACIÓN

La carga es aplicada a los especímenes mediante un cilindro hidráulico con capacidad de 98,1 kN, conectado a una bomba eléctrica, y a un manómetro digital por medio del cual se realiza la medición. Sobre el espécimen se ubica la estructura de transferencia de carga, la cual se encarga de distribuir la carga linealmente a L/4 de los extremos del panel. La estructura de transferencia de carga se compone de tubos cuadrados de acero con ángulos, ubicados sobre reglas metálicas que van encima del espécimen.

La deflexión (D1, D2) se registró en dos puntos, utilizando dos deformómetros (#1, #2) en posición vertical ubicados cerca de los bordes, en la línea del centro de la luz del espécimen. La figura 5.1 muestra la ubicación de la carga aplicada (L/4) y las figuras 5.2 y 5.3 muestran la instrumentación utilizada para el ensayo a flexión.

Tabla 5.1 Especificaciones técnicas de los deformómetros.

Posición	Especímen	Rango (mm)	Precisión (mm)
#1	FLEX - 1,23 m - 01, 02, 03	50	0,001
#2	FLEX - 1,23 m - 01, 02, 03	50	0,001

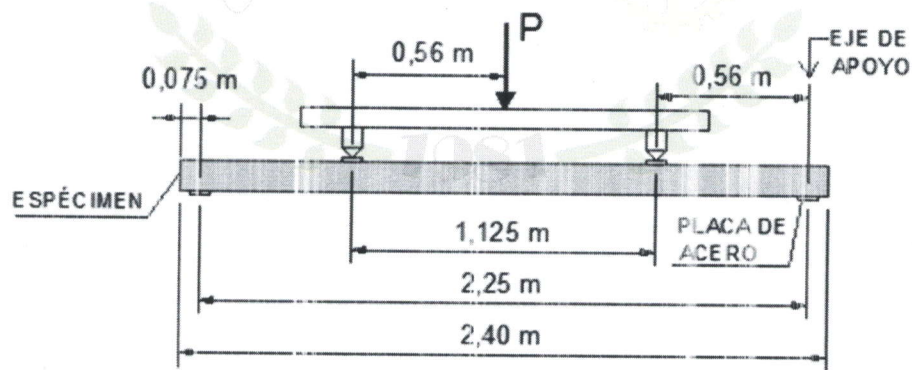


Figura 5.1 Posición de la carga aplicada, vista lateral.

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017.

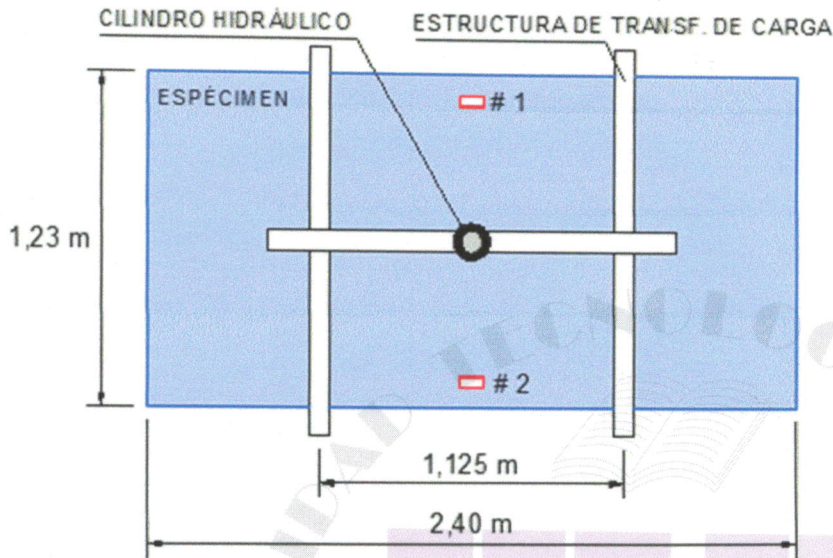


Figura 5.2 Esquema de la vista en planta del sistema de instrumentación del ensayo a flexión (FLEX - 1,23 m).

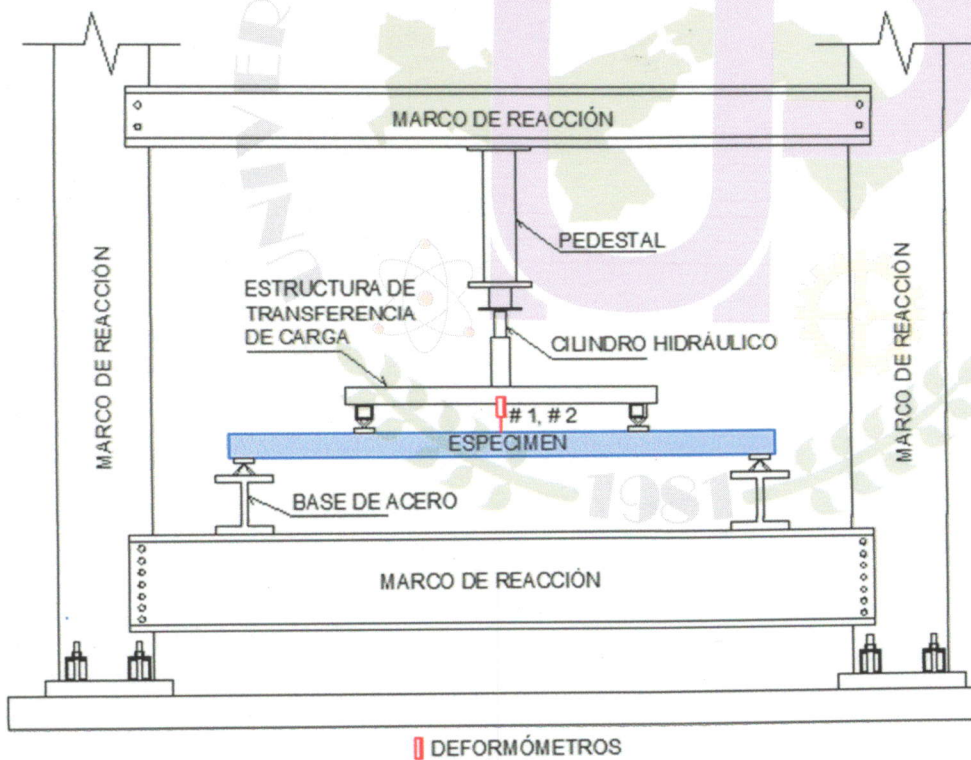


Figura 5.3 Esquema de la vista lateral del sistema de instrumentación del ensayo a flexión (FLEX - 1,23 m).

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017.



Figura 5.4 Vista lateral del ensayo a flexión (FLEX - 1,23 m - 03).



5.2 PROTOCOLO DE CARGA

El procedimiento se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Lectura inicial de los indicadores, colocación de la estructura de transferencia de carga y lectura de las deflexiones respectivas.
2. Aplicación de una carga base y registro de las deflexiones inmediatamente después de aplicar este primer incremento de carga.
3. Se mantiene esa magnitud de carga por un periodo de tiempo de aproximadamente 3 minutos.
4. Registro de las deflexiones antes de la aplicación del siguiente incremento de carga.
5. Aplicación del siguiente incremento de carga y registro inmediato de las deflexiones.
6. Se sostiene esa magnitud de carga por un periodo de tiempo de aproximadamente 3 minutos.

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017.

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

Universidad Tecnológica de Panamá, Campus Víctor Levi Sasso
Vía Ricardo J. Alfaro, Teléfono: 560-3538
RT-LABEST-027, Rev.01

7. Registro de las deflexiones antes de la descarga hasta la carga base.
8. Descarga hasta la magnitud de carga base (primer incremento) y registro de las deformaciones y desplazamientos.
9. Se sostiene este nivel de carga por un periodo de tiempo de aproximadamente 3 minutos.
10. Se lleva a cabo nuevamente el paso 4, aumentando la magnitud del incremento de carga realizado en el paso 5. Se continúa con los ciclos de carga hasta llegar a la carga de falla.

6 RESULTADOS

Durante los ensayos se registraron las cargas máximas aplicadas para las pruebas realizadas y las deflexiones a las que fue sometido cada espécimen. En esta sección se incluyen todos los datos registrados durante el ensayo mediante tablas y gráficas. Las deflexiones expresadas en estas tablas y gráficas, están relacionadas con las posiciones mencionadas en la sección 5.1 de este informe.

Tabla 6.1 Máximas cargas soportadas por los especímenes.

Especímen	Carga máxima (kN)
FLEX - 1,23 m - 01	9,66
FLEX - 1,23 m - 02	10,74
FLEX - 1,23 m - 03	5,57

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017.

6.1 REGISTRO TABULADO

Tabla 6.2 Resumen de deflexiones promedios verticales al plano e índice de deflexión de los especímenes FLEX - 1,23 m - 01, 02, 03.

Ciclo	Carga (kN)	Etapa de Carga					Etapa de Descarga *			
		Deflexión a L/2 (mm)				Índice de deflexión L/δ	Deflexión a L/2 (mm)			
		Especímen			Prom.		Especímen			Prom.
		01	02	03		01	02	03		
Inicio	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	----	0,00	0,00	0,00	0,00
Instr.	1,56	4,11	6,03	4,95	5,03	447,51	4,11	6,03	4,95	5,03
1° inc.	2,09	4,11	6,03	6,36	5,64	398,59	4,11	6,03	6,36	5,64
2° inc.	2,56	4,14	6,04	8,95	6,38	352,81	4,13	6,05	8,39	6,19
3° inc.	3,10	4,91	6,05	----	----	----	4,42	6,01	----	----
4° inc.	3,69	6,38	6,42	12,87	8,55	263,01	5,22	5,97	11,18	7,46
5° inc.	4,04	7,36	7,26	15,77	10,13	222,18	5,81	6,03	12,68	8,17
6° inc.	4,55	8,88	8,60	18,89	12,12	185,61	6,78	6,34	13,89	9,01
7° inc.	5,04	10,93	11,00	21,47	14,47	155,52	8,07	7,59	14,86	10,17
8° inc.	5,49	13,36	12,68	28,65	18,23	123,44	9,32	8,88	25,74	14,65
9° inc.	6,01	16,11	15,45	----	----	----	10,45	10,19	----	----
10° inc.	6,49	----	18,08	----	----	----	----	11,40	----	----

Inc. = incremento de carga
 Instr. = peso de la instrumentación
 Prom. = deflexión promedio de los especímenes a la mitad de su longitud (L/2)
 * La descarga de los especímenes se realizó a 2,09 kN.



CENTRO EXPERIMENTAL
 DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE
 ESTRUCTURAS

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017.

Tabla 6.3 Rigidez flexionante y momento máximo de los especímenes FLEX - 1,23 m - 01, 02, 03.

Esp.	b (m)	Le (m)	Carga Pe (kN)	Δ (mm)	Pe/ Δ (kN/m)	EI (kN·m ²)	Le/ Δ (m/m)	Carga uniforme equivalente (kN/m ²)	Momento máximo (kN·m)
01	1,23	2,25	6,03	16,111	374,38	61,08	140	2,04	2,72
02	1,23	2,25	6,49	18,082	359,14	58,59	124	2,20	3,02
03	1,23	2,25	5,57	28,648	194,29	31,70	79	1,89	1,57

Esp.: Especímen

b: ancho efectivo del espécimen

Le: longitud efectiva del espécimen

Pe: Carga al límite de comportamiento lineal elástico

Δ : deflexión a la mitad de la longitud del espécimen

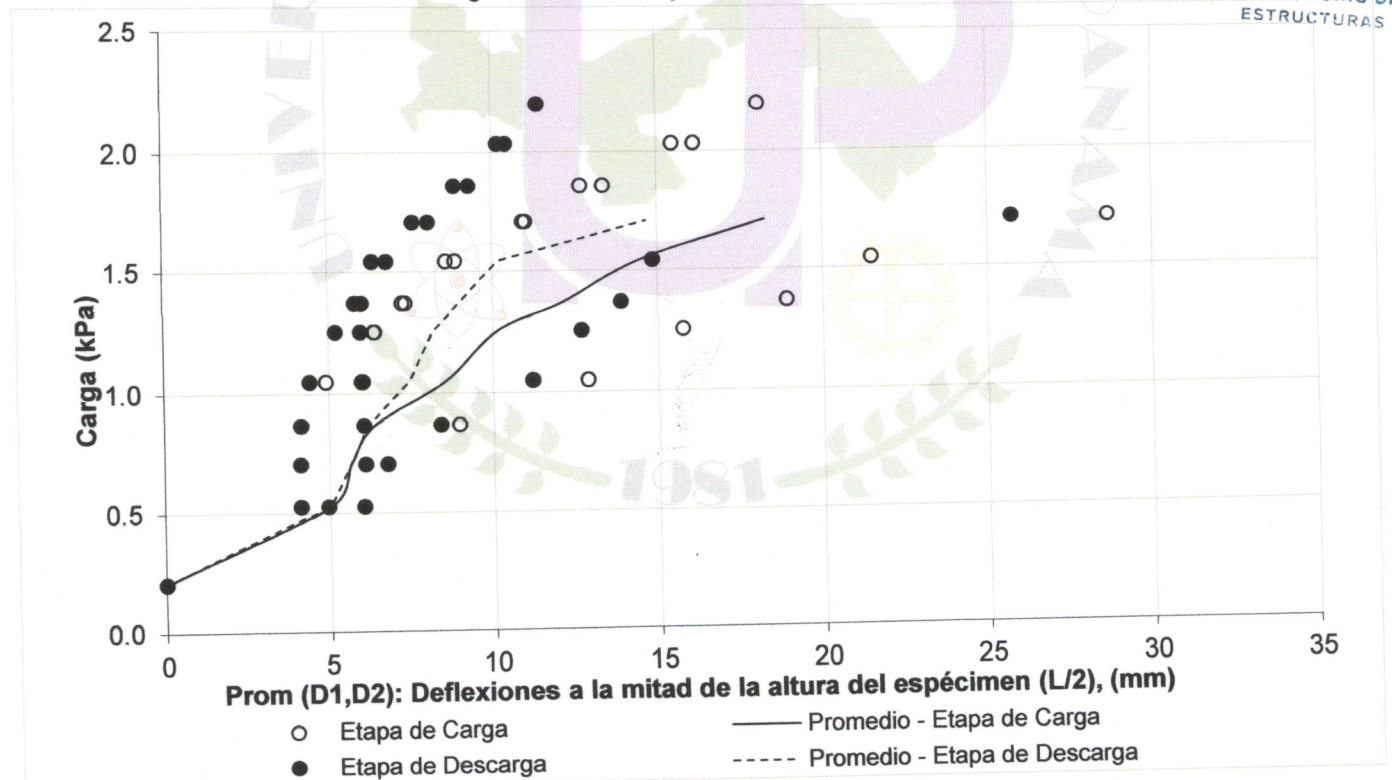
EI: rigidez flexionante

$EI = (1/24) \cdot a \cdot (3Le^2 - 4a^2) \cdot ((Pe/2)/\Delta)$

$a = Le/4$

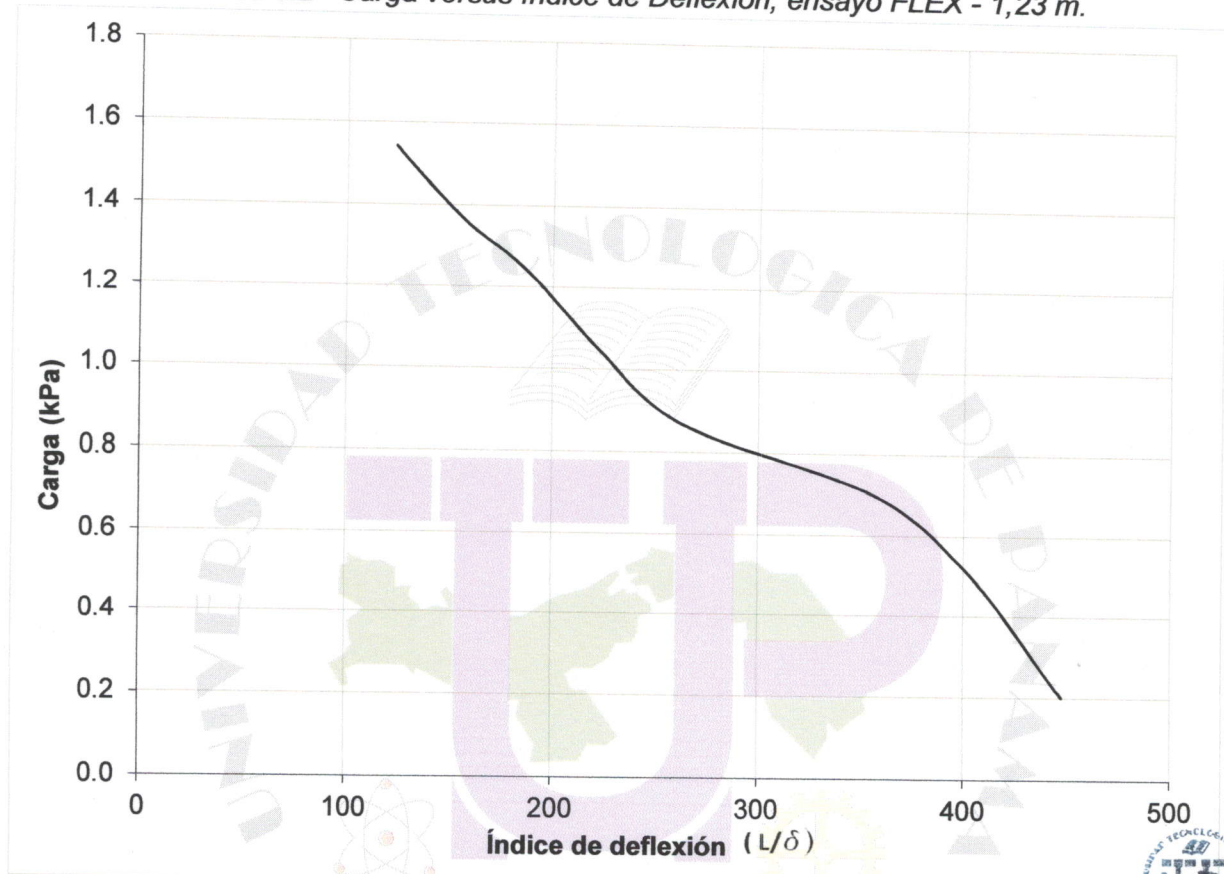
6.2 CURVAS DE DEFLECCIÓN Y DE ÍNDICE DE DEFLECCIÓN

Gráfica 6.1 Carga vs deflexión promedio, ensayo FLEX - 1,23 m.



Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017.

Gráfica 6.2 Carga versus Índice de Deflexión, ensayo FLEX - 1,23 m.



CENTRO EXPERIMENTAL
 DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE
 ESTRUCTURAS

6.3 DESCRIPCIÓN DE LA FALLA

La falla en los especímenes FLEX - 1,23 m se dio por deflexión de los paneles, ocurriendo la rotura del núcleo de poliestireno expandido a $L/4$ del apoyo en los especímenes 01 y 02 y a $L/3$ del apoyo en el espécimen 03. Los especímenes permanecieron como una sola pieza aún después de la falla, debido a la malla de fibra de vidrio que los cubría.

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017.



Figura 6.1 Falla del espécimen FLEX - 1,23 m - 01.



CENTRO EXPERIMENTAL
 DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE
 ESTRUCTURAS



Figura 6.2 Falla del espécimen FLEX - 1,23 m - 02.

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017.



Figura 6.3 Falla del espécimen FLEX - 1,23 m - 03.

6.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO

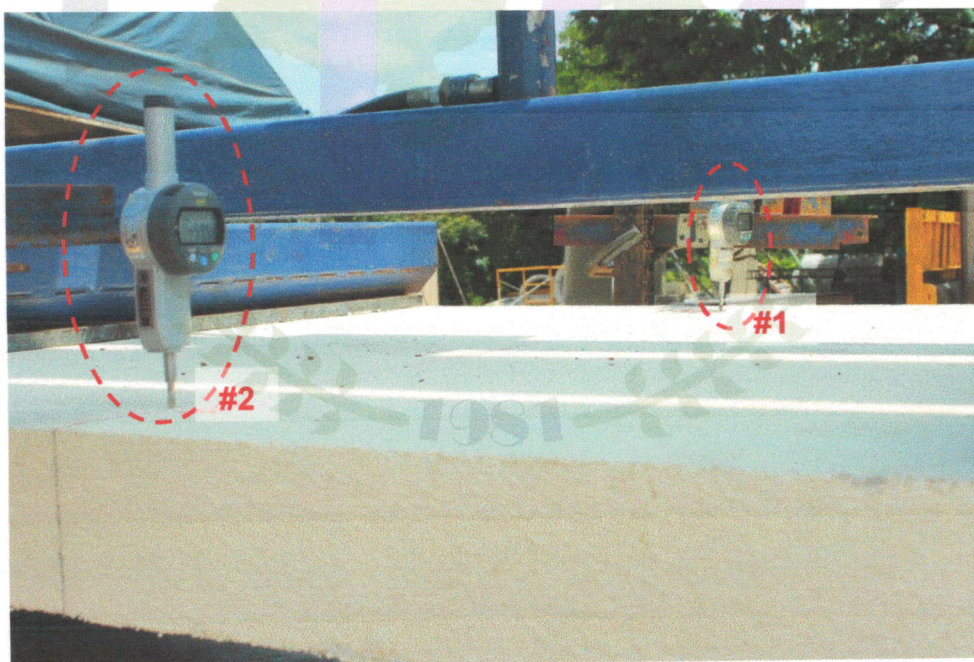


Figura 6.4 Deformómetros #1 y #2 en espécimen FLEX - 1,23 m - 02.

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017.

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

Universidad Tecnológica de Panamá, Campus Víctor Levi Sasso
Vía Ricardo J. Alfaro, Teléfono: 560-3538
RT-LABEST-027, Rev.01

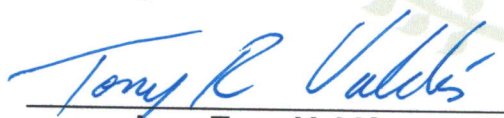


Figura 6.5 Espécimen FLEX - 1,23 m - 03 con instrumentación.



7 REFERENCIA

- REP – 2014 Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá.
- ASTM -E575 – 06 Practice for Reporting Data from Structural Test of Building Constructions, Elements, Connections, and Assemblies.
- ASTM E72-14 Standard Test Methods of Conducting Strength Test of Panels for Building Construction.


Ing. Tony Valdés
Jefe del
Laboratorio de Estructuras


Ing. Ramiro Vargas, Ph. D.
Director del Centro Experimental de
Ingeniería

Fin del Informe

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. No se autoriza la publicación o reproducción de este documento sin la autorización por escrito del laboratorio. Cliente: Modular Building International, S.A., Solicitud: CEI 04-063-2017, Informe: CEI 04-0912-2017.