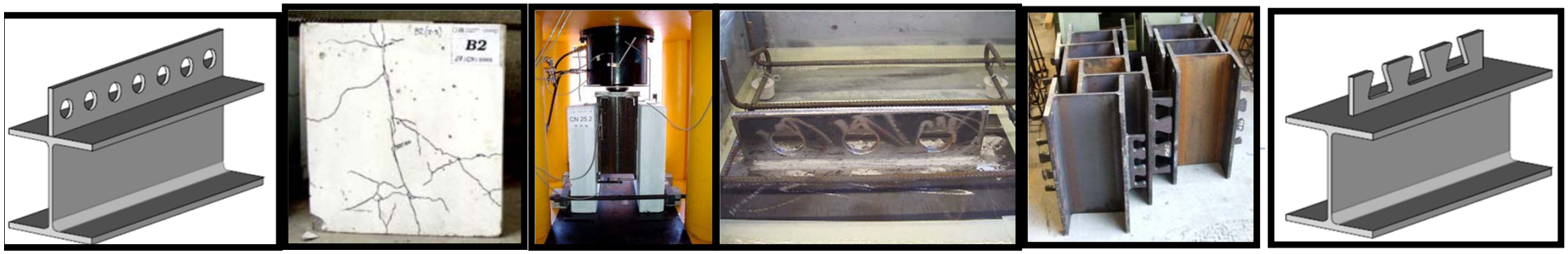


Título: Fundamentación experimental de sistemas estructurales y productos para el desarrollo competitivo de la construcción compuesta

Equipo investigador:

Dr. Oscar Ramírez UTP

Dr. Rafael Larrúa UC, Cuba

Dr. Ramiro Vargas UTP

Dr. Francisco Yeomans ITESM, México

Ing. Milagros Pinto UTP

Fecha de inicio: Octubre, 2007,

Finalización Segunda Etapa, Agosto 2010.

INDICE

Introducción

Objetivo General

Etapa Concluida - Resultados

Aportes

Conclusiones

Recomendaciones

INDICE

Introducción

Objetivo General

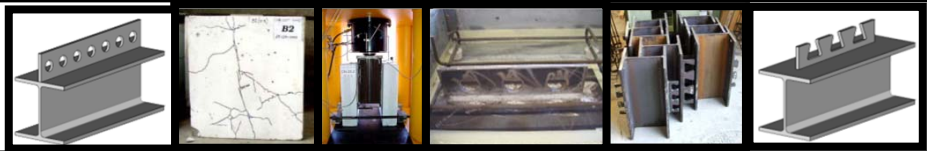
Etapa Concluida - Resultados

Aportes

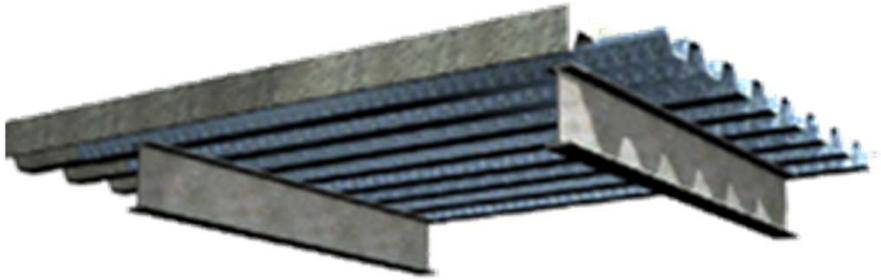
Conclusiones

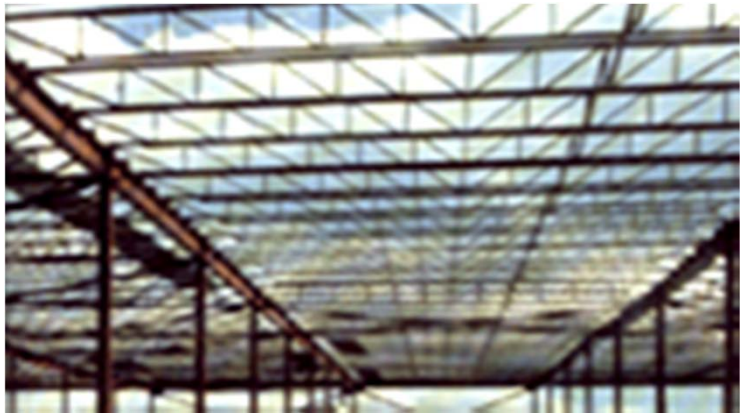
Recomendaciones

INTRODUCCIÓN



Uno de los grandes desafíos que enfrenta la Ingeniería en la actualidad es el desarrollo sustentable. Un modo de aportar al mismo es diseñar estructuras compuestas aprovechando al máximo las características de cada uno de ellos.





PRÁCTICA PANAMEÑA

Conectores

Pernos (stud)

Barras

Perfiles

Placa continua

INTRODUCCIÓN

En la fase I se abordó el estado del arte, los elementos de conexión entre el concreto y el acero y el diseño del marco experimental ejecutado en la segunda etapa.

INTRODUCCIÓN

. .

La concepción del diseño del experimento, tiene como centro los ensayos monotónicos de especímenes con lámina plegada, según tres matrices independientes: una para cada tipo de conector, del tipo factorial 2^2 (dos factores con dos niveles), con una réplica.

Lo anterior se complementa con el ensayo de especímenes con losa maciza bajo igual tipo de carga (4 para los conectores tipos B y C, y 6 para los conectores tipo P), para un total de 38 especímenes previstos. .

INDICE

Introducción

Objetivo General

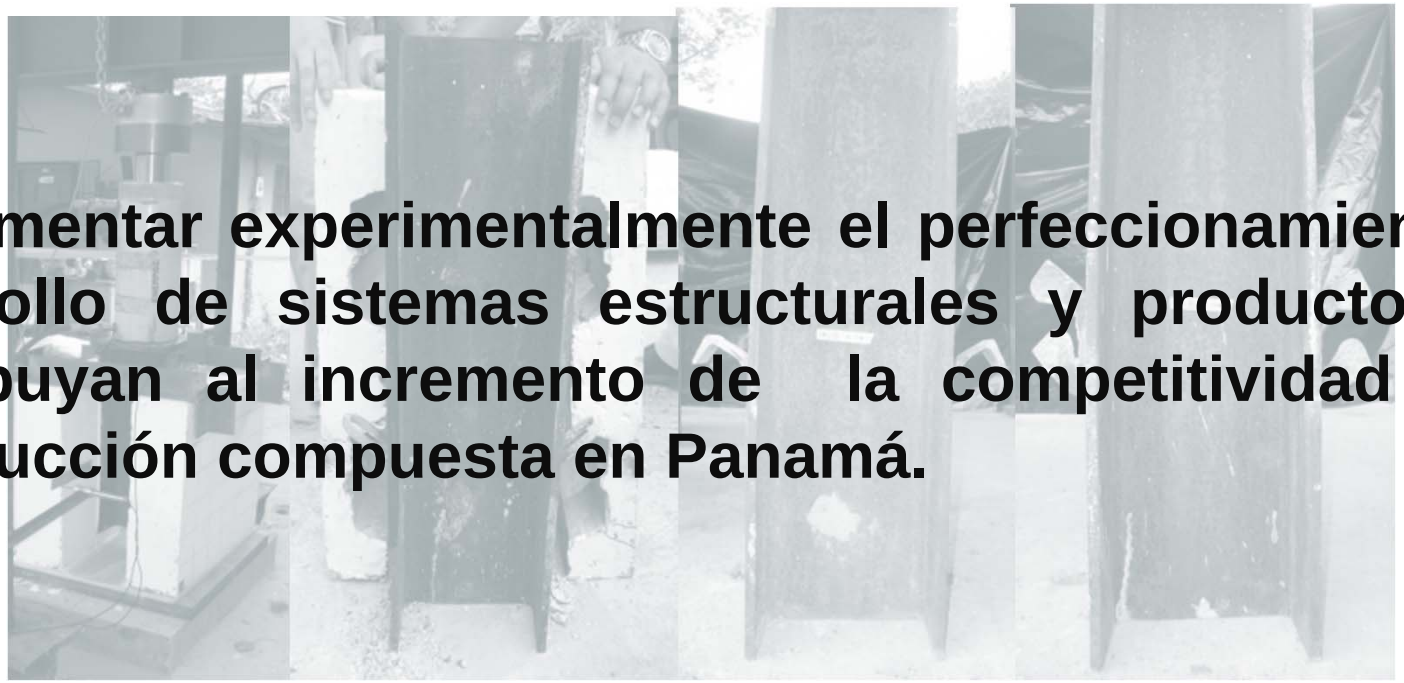
Etapa Concluida - Resultados

Aportes

Conclusiones

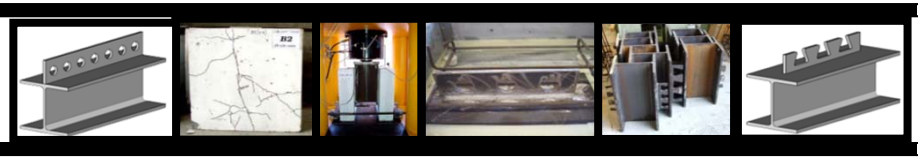
Recomendaciones

OBJETIVO GENERAL



Fundamentar experimentalmente el perfeccionamiento y/o desarrollo de sistemas estructurales y productos que contribuyan al incremento de la competitividad de la construcción compuesta en Panamá.

OBJETIVO ESPECÍFICO



Caracterizar experimentalmente diferentes productos y elementos para construcción compuesta, a partir de un diseño experimental, que establezca: generalidades y alcance, características generales de los especimenes, procedimientos para la construcción de los especimenes, instrumentación y procedimiento de ensayo de conectores en vigas compuestas.

ETAPAS GENERALES

Etapa	Fecha
I. Estado del conocimiento y la práctica constructiva. Fase preparatoria experimental	Octubre 2007 – Marzo 2008
II. Ensayos de Conectores	Abril 2009 – Agosto 2010

INDICE

Introducción

Objetivo general

Etapa Concluida - Resultados

Aportes

Conclusiones

Recomendaciones

Abril 2009 – Agosto 2010

Fabricación de Especímenes

Instrumentación y Calibración del sistema de adquisición de datos.

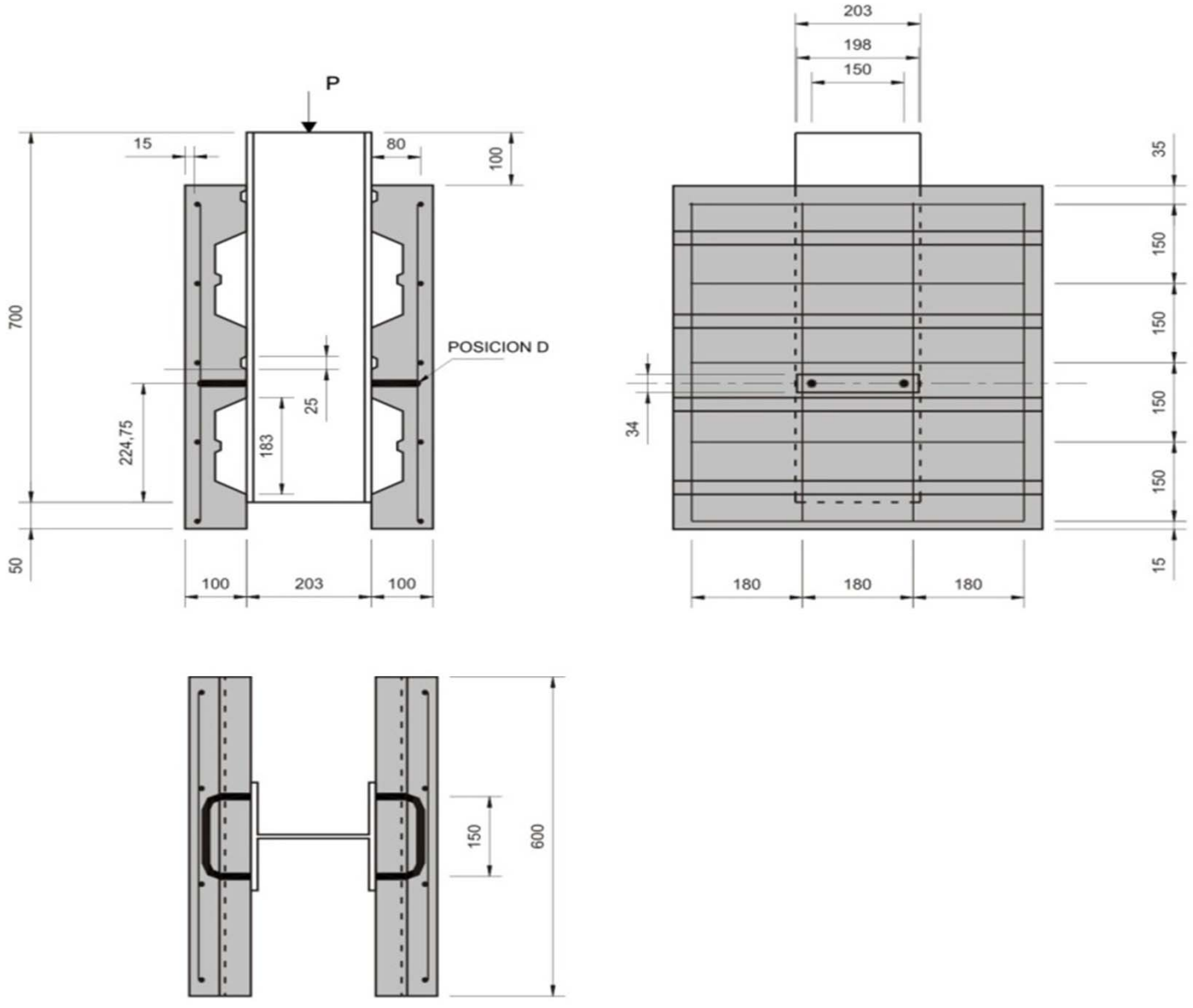
Desarrollo experimental – Pruebas Monotónicas

Valoración de resultados

Análisis estadísticos de los resultados experimentales

Uso de los resultados experimentales para validar modelos analíticos.

Fabricación de Especímenes
Espécimen de Conector Tipo Barra



Experimentación

Armado de la Formaleta y Preparación de los especímenes

Marco de Prueba e Instrumentación

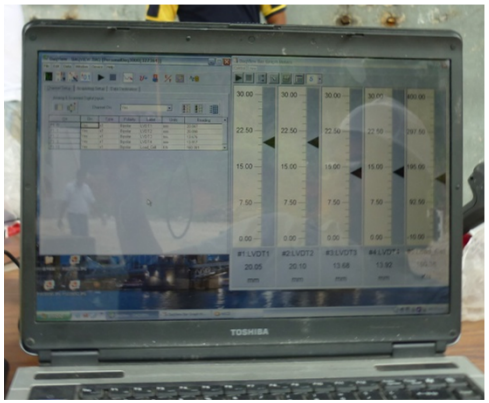
Almacenamiento de Especímenes

Calibración de Equipos

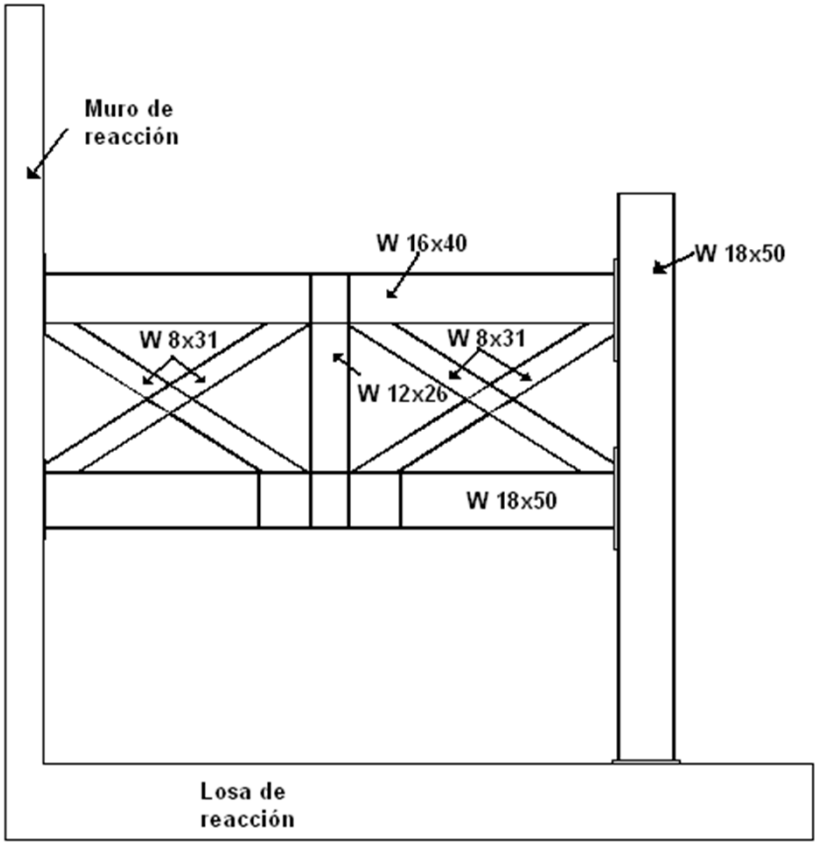
Pruebas de Control de Calidad - Materiales

Registro de datos durante y post-ensayos

Sistema de Adquisición de datos


TOSHIBA

OMEGA
OMEGA


Muro de
reacción
W 16x40
W 18x50
W 8x31
W 8x31
W 12x26
W 18x50
Losa de
reacción

Conector Tipo Barra

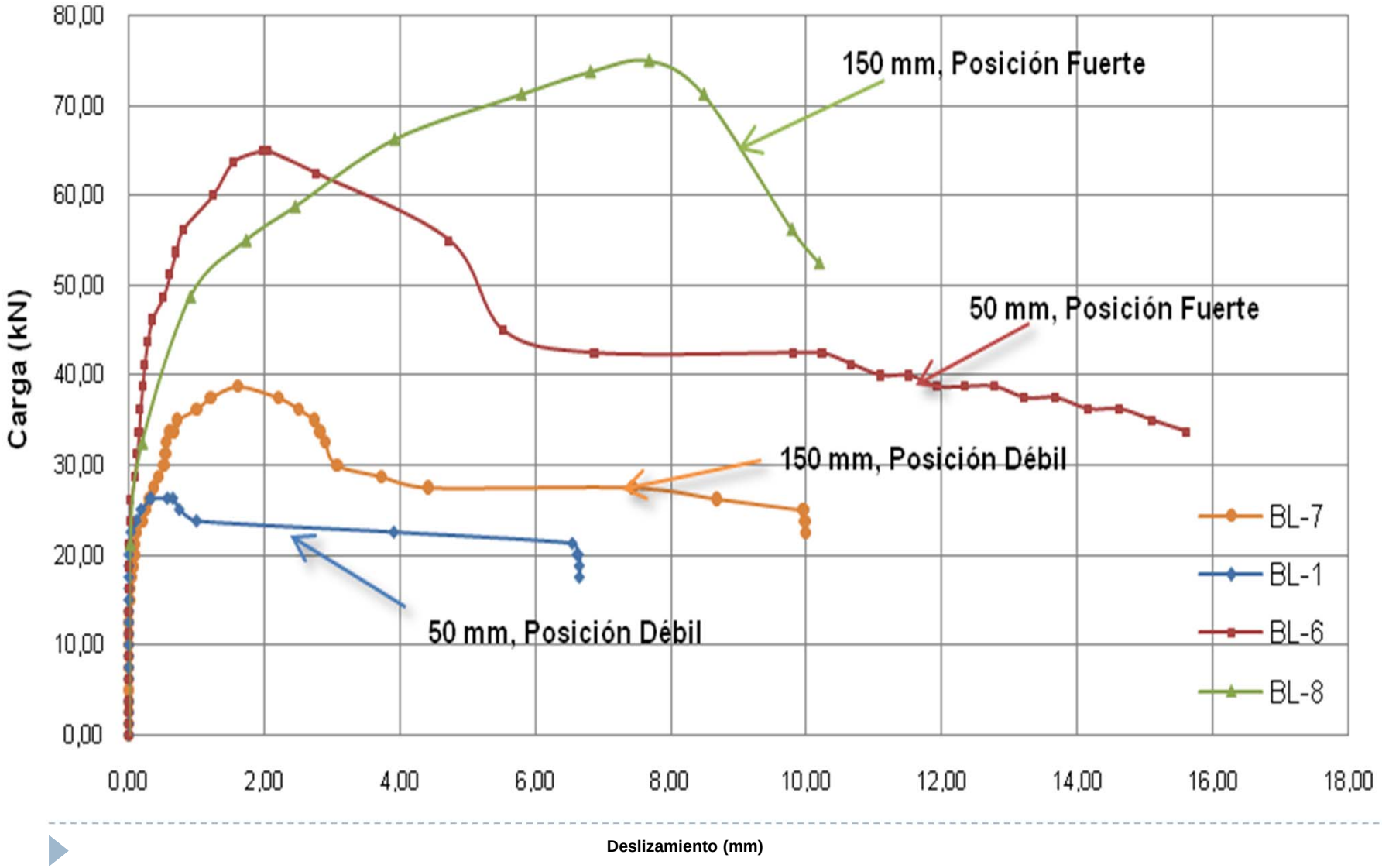
(a) (b) (c)

Losa con lámina

(a) (b) (c)

Losa maciza

Curva Carga – Deslizamiento - Barra



Conector Tipo Canal

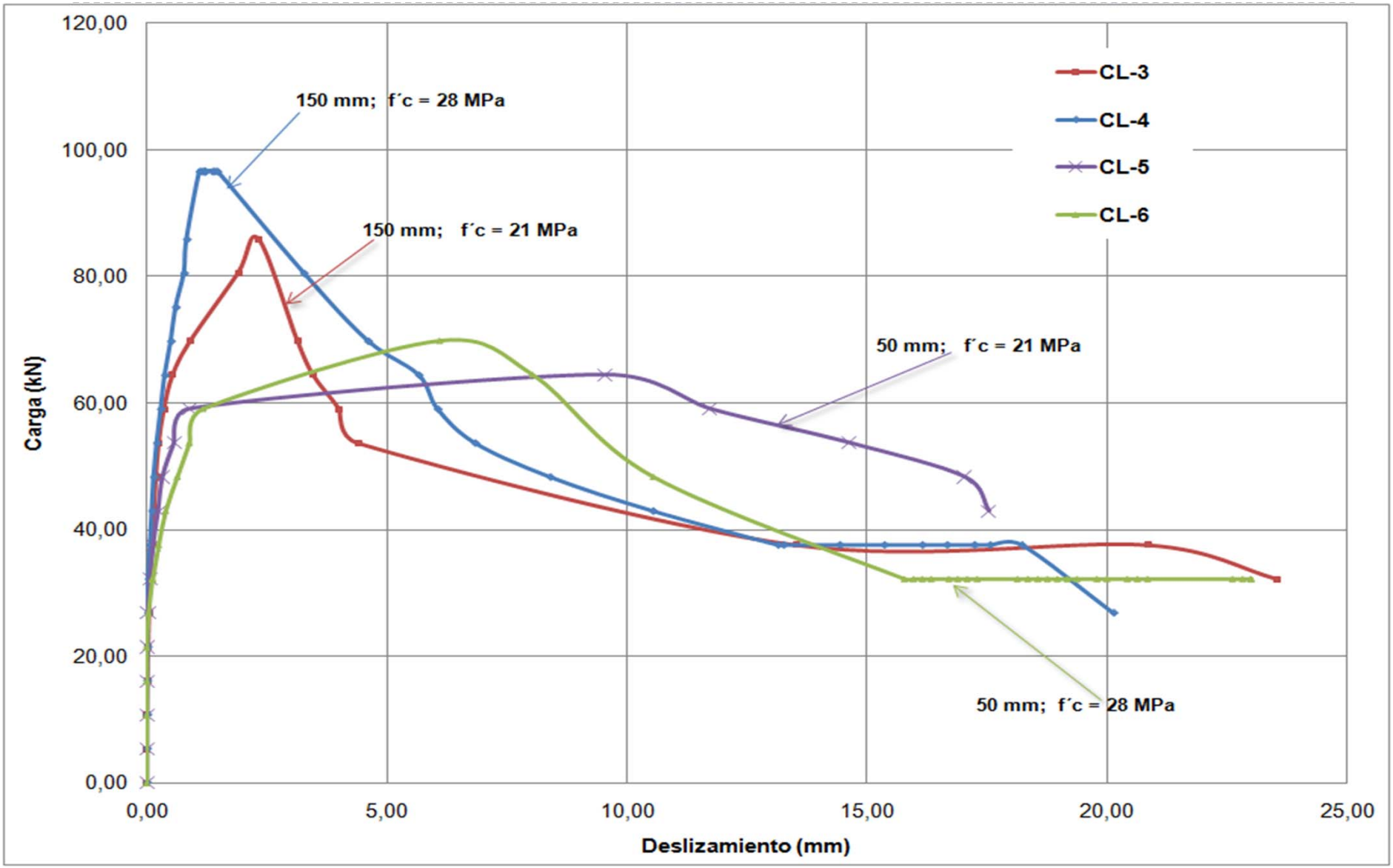
Losa con lámina

(a) (b) (c)

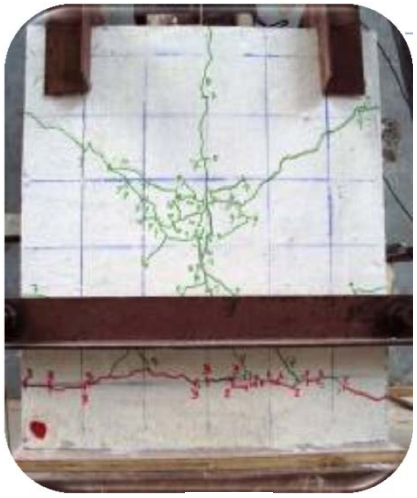
Losa maciza

(a) (b) (c)

Curva Carga-Deslizamiento - Canal



Conector Tipo Placa



(a)

(b)

(c)

Losa con lámina

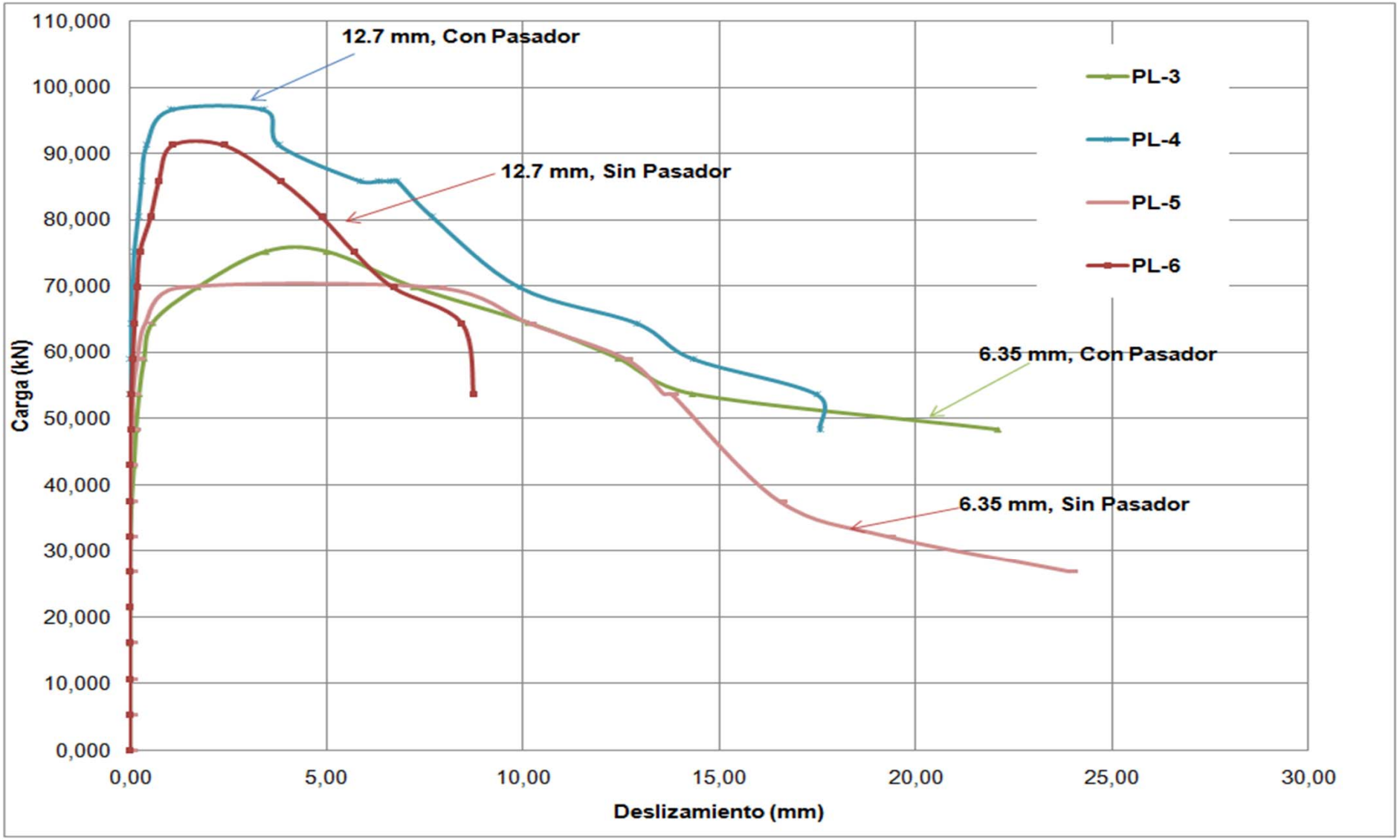
(a)

(b)

(c)

Losa maciza

Curva Carga-Deslizamiento - Placa



Comparación de resultados experimentales con formulaciones de normas y autores internacionales.

Conexiones tipo B.

Espe-cimen	Ancho (mm)	Posición	Capacidad Resistente Experimental (kN)	$\frac{Exp}{AISC}$	$\frac{Exp}{R.R}$	$\frac{Exp}{NC}$	$\frac{Exp}{Bonilla}$	$\frac{Exp}{Eurocode\ 4}$
BL-1	50	D	26.28	0.440	0.627	0.712	0.603	0.481
BL-2	50	F	72.64	0.976	1.223	1.969	1.100	1.421
BL-3	150	D	45.05	0.757	1.075	1.221	1.034	0.825
BL-4	150	F	77.58	1.043	1.150	2.103	1.175	1.421
BL-6	50	F	65.07	0.875	0.965	1.764	0.986	1.192
BL-7	150	D	38.79	0.652	0.926	1.052	0.890	0.711
BL-8	150	F	75.08	1.009	1.113	2.035	1.137	1.375
BS-9	50	-	132.78	1.260	-	1.253	1.703	1.703
BS-10	50	-	126.45	1.200	-	1.120	1.621	1.621
BS-11	50	-	142.71	1.354	-	1.354	1.830	1.830
BS-12	50	-	128.95	1.224	-	1.224	1.653	1.653

Comparación de resultados experimentales con formulaciones de normas y autores internacionales.

Conexiones tipo C.

Especi-men	Resistencia a la compresión del concreto (MPa)	Ancho (mm)	Capacidad Resistente Experimental (kN)	$\frac{Exp}{AISC}$	$\frac{Exp}{NC}$	$\frac{Exp}{CSA}$	$\frac{Exp}{Pashan}$	$\frac{Exp}{Propuestas}$
CL-1	21.9	50	69.80	-	-	-	-	1.16
CL-2	27.5	50	75.17	-	-	-	-	1.12
CL-3	21.9	150	85.91	-	-	-	-	0.99
CL-4	27.5	150	96.65	-	-	-	-	0.99
CL- 5	21.9	50	64.43	-	-	-	-	1.07
CL-6	27.5	50	69.80	-	-	-	-	1.04
CL-7	21.9	150	75.18	-	-	-	-	0.87
CS-9	21.9	50	204.05	2.23	3.09	2.67	1.30	1.02
CS-10	21.9	50	204.05	2.23	3.09	2.67	1.30	1.02
CS-11	21.9	50	204.05	2.23	3.09	2.67	1.30	1.02
CS-12	21.9	50	193.31	2.11	2.93	2.53	1.23	0.97

Formulaciones propuestas

- Conector Canal en losa maciza:

$$Qu = [1{,}6(t + w) + 0{,}5L]\sqrt{f'c}$$

- Coeficiente de reducción de la capacidad resistente en presencia de lámina perpendicular:

$$\mu = 0{,}113\left(\frac{Wr}{hr}\right) - 0{,}001L$$

Comparación de resultados experimentales con formulaciones de normas y autores internacionales, y formulaciones propuestas.

Conexiones tipo C.

Especi-men	Resistencia a la compresión del concreto (MPa)	Ancho (mm)	Capacidad Resistente Experimental (kN)	$\frac{Exp}{AISC}$	$\frac{Exp}{NC}$	$\frac{Exp}{CSA}$	$\frac{Exp}{Pashan}$	$\frac{Exp}{Propuestas}$
CL-1	21.9	50	69.80	-	-	-	-	1.16
CL-2	27.5	50	75.17	-	-	-	-	1.12
CL-3	21.9	150	85.91	-	-	-	-	0.99
CL-4	27.5	150	96.65	-	-	-	-	0.99
CL- 5	21.9	50	64.43	-	-	-	-	1.07
CL-6	27.5	50	69.80	-	-	-	-	1.04
CL-7	21.9	150	75.18	-	-	-	-	0.87
CS-9	21.9	50	204.05	2.23	3.09	2.67	1.30	1.02
CS-10	21.9	50	204.05	2.23	3.09	2.67	1.30	1.02
CS-11	21.9	50	204.05	2.23	3.09	2.67	1.30	1.02
CS-12	21.9	50	193.31	2.11	2.93	2.53	1.23	0.97

Comparación de resultados experimentales con formulaciones de autores internacionales.

Conexiones tipo P

Especi-men	Espesor (mm)	Barra Pasante	Capacidad Resistente Experimental (kN)	$\frac{Exp}{Veríssimo\ et.al.}$
PL-1	6.35	-	80.54	-
PL-2	12.7	-	91.28	-
PL-3	6.35	10 mm	75.17	-
PL-4	12.7	10 mm	96.65	-
PL- 5	6.35	-	69.8	-
PL-6	12.7	-	91.28	-
PL-7	6.35	10 mm	80.54	-
PL-8	12.7	10 mm	102.02	-
PS-9	6.35	-	198.68	0.91
PS-10	6.35	-	198.68	0.91
PS-11	6.35	10 mm	182.57	0.79
PS-12	6.35	10 mm	202.63	0.87
PS-13	6.35	10 mm	193.31	0.83
PS-14	6.35	10 mm	187.94	0.81

Formulaciones propuestas

- Conector Placa en losa maciza:

$$Qu = 2{,}4\frac{h_{sc}^2}{t_c}t_{sc}f'c + 2{,}9nD^2\sqrt{f'c} + 0{,}30A_{cc}\sqrt{f'c} + 5{,}0\times10^6\left(\frac{A_{tr}}{A_{cc}}\right)$$

- Coeficiente de reducción de la capacidad resistente en presencia de lámina perpendicular:

$$\mu = 0{,}37$$

Comparación de resultados experimentales con formulaciones de autores internacionales, y formulaciones propuestas.

Conexiones tipo P

Especi-men	Espesor (mm)	Barra Pasante	Capacidad Resistente Experimental (kN)	$\frac{Exp}{Veríssimo\ et.al.}$	$\frac{Exp}{Propuestas}$
PL-1	6.35	-	80.54	-	1.03
PL-2	12.7	-	91.28	-	1.04
PL-3	6.35	10 mm	75.17	-	0.91
PL-4	12.7	10 mm	96.65	-	1.04
PL- 5	6.35	-	69.8	-	0.90
PL-6	12.7	-	91.28	-	1.04
PL-7	6.35	10 mm	80.54	-	0.98
PL-8	12.7	10 mm	102.02	-	1.10
PS-9	6.35	-	198.68	0.91	0.99
PS-10	6.35	-	198.68	0.91	0.99
PS-11	6.35	10 mm	182.57	0.79	0.87
PS-12	6.35	10 mm	202.63	0.87	0.96
PS-13	6.35	10 mm	193.31	0.83	0.92
PS-14	6.35	10 mm	187.94	0.81	0.84

INDICE

Introducción

Objetivo general

Etapa Concluida – Resultados

Aportes

Conclusiones

Recomendaciones

CIIC 2010

II Convención Internacional de la Ingeniería en Cuba

3-5 Junio 2010

INGENIERIA, INNOVACION, IMPLICACION.

VI Conferencia Internacional Ingenierías Mecánica Eléctrica e Industrial, CIMEI 2010

INDICE

Introducción

Objetivo general

Etapa Finalizada – Resultados obtenidos

Aportes

Conclusiones

Recomendaciones

Conclusiones

1. El desarrollo del programa experimental permitió satisfacer el propósito inicial de caracterizar experimentalmente el comportamiento bajo carga monotónica de los tres tipos de conectores estudiados:

   Asas verticales elaboradas a partir de barras lisas de acero (Tipo B),
   Canales laminados en caliente (Tipo C) y
   Placa continua (Tipo P).

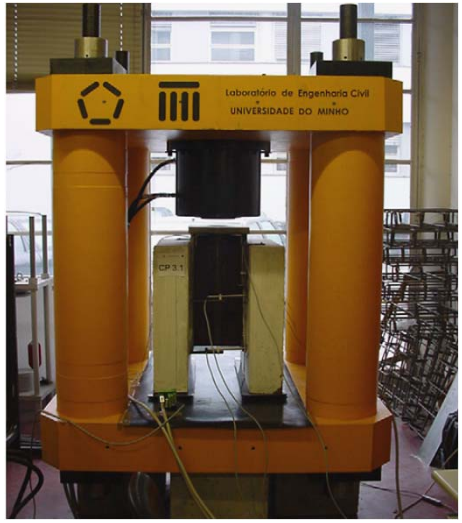
2. El programa incluyó el examen de los tres (3) tipos de conectores en presencia de lámina plegada perpendicular al eje de las vigas o en losas macizas de concreto normal. Los resultados que se exponen para todo los casos en presencia de lámina, son **inéditos.**

Conclusiones

3. El adecuado diseño estadístico del experimento y la consecuente evaluación estadística de los resultados ha permitido apreciar la significación de las variables independientes consideradas.

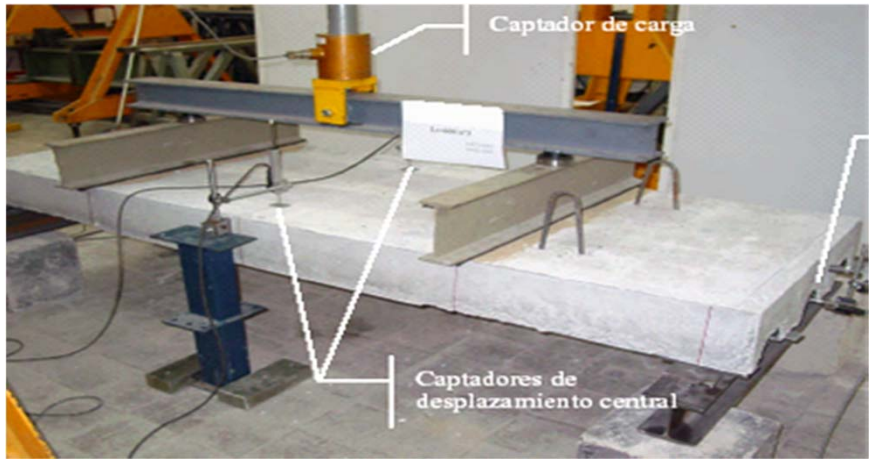
4. No se reportan ensayos precedentes ni formulaciones para el caso de conectores tipo C y tipo P en presencia de lámina perpendicular, por lo que la aplicación combinada de nuevas ecuaciones desarrolladas en esta investigación son un aporte al conocimiento en esta área.

RECOMENDACIÓN DE ENSAYOS



Conectores

Vigas



Escala natural

Simplificado

Referencias

- American Institute of Steel Construction, Inc. (AISC). (2005). “Specification for Structural Steel Buildings”. ANSI/AISC 360-05. pp. 77-89.

- Bonilla, J. (2008). “Estudio del comportamiento de conectores tipo perno de estructuras compuestas de hormigón y acero mediante modelación numérica”. Tesis Doctoral. UCLV, Santa Clara, Cuba. 127 p.

- European Committee for Standardization. (2004). “Design of Composite Steel and Concrete Structures – Part 1.1”. Eurocode 4. EN 1994-1-1. Brussels.

- Pashan , A. Behaviour of channel shear connectors: Push-out tests, 2006.

- Rambo-Roddenberry, M. D.(2002). “Behaviour and Strength of Welded Stud Shear Connectors”. PhD. Thesis. University of Blacksburg, Virginia. 245 p.

GRACIAS
POR SU ATENCIÓN
Proyecto UTP SENACYT COL06-007