



Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Luis Jaime Henao Rodríguez

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería Civil con Énfasis en Ingeniería Estructural

Directora:
Ing. Nancy Torres Castellano, Ph.D

Línea de Profundización

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Posgrado en Ingeniería Civil
Bogotá, Colombia
2020.

~~2Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~

La tesis de Maestría Titulada
"Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformado por viguetas en celosía, concreto reforzado y lámina colaborante" presentada por Luis Jaime Henao Rodríguez, cumple con los requisitos para optar al título de Magister en Ingeniería Civil con énfasis en Ingeniería Estructural.



Ing. Nancy Torres Castellanos, Ph.D

Directora de la Tesis



Ing. Luis Garza Vásquez, MSc

Asesor



Ing. Fabián Lamus, Ph.D.

Jurado

Bogotá D.C., Agosto 10 de 2020.

Con formato: Izquierda

3 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Dedicatoria

Dedicatoria

A toda mi familia, en especial a mi esposa Victoria Cabarcas y a mi hijo Emilio Henao, gracias a las palabras de aliento y apoyo constante de todos ellos para poder culminar este trabajo.

4 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Agradecimientos especiales a:

La Ingeniera Nancy Torres Castellanos. Directora del trabajo de grado, por todo el apoyo y el aporte constante de sus conocimientos y de su experiencia.

La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, a los directivos por su apoyo económico y el interés a la presente investigación, al personal administrativo, a los docentes de la Maestría en Ingeniería Civil, al personal del laboratorio de estructuras Jairo Páez, Ramón Torres, Cristian Cogollo y Luis Beltrán, por toda su colaboración.

La Empresa Colombiana Acesco S.A, a los directivos por apoyar económicamente la presente investigación con la donación de las láminas colaborantes, a los Ingenieros Claudia Juliana Maya y Francisco Granados, por su interés y colaboración en la investigación.

~~5 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. La Empresa Colombiana Tibocor Ltda. por apoyar económicamente la presente investigación, al Ingeniero Raúl Rodríguez por toda su colaboración y participación en la investigación.~~

Al Ingeniero Germán Santos Granados, Director del Programa de Maestría en Ingeniería Civil por todo el apoyo en el proceso de la Maestría.

Al Ingeniero Luis Garza Vásquez, asesor del trabajo de grado, por todo el aporte de su conocimiento y experiencia.

Con formato: Sangría: Primera línea: 0 cm

Resumen

El sistema de entrepiso conformado por viguetas en celosía, actuando en sección

El sistema de entrepiso conformado por viguetas en celosía, actuando en sección compuesta con la losa de concreto reforzado, se ha desarrollado e implementado con éxito en Estados Unidos desde 1928, gracias al Steel Joist Institute (SJI). Entidad encargada de suministrar las especificaciones y los manuales de diseño. Este sistema ha tenido una constante evolución dirigida a obtener estructuras cada vez más livianas, resistentes, pero sobre todo más seguras. Si bien el sistema ha evolucionado, actualmente de acuerdo con el Reglamento de Construcciones Sismo Resistente NSR- 10 el único tipo de conector de cortante que se puede usar integrado con lámina colaborante es el denominado conector de esparrago o espigo.

~~6 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. En Colombia, en la actualidad, se utilizan diferentes tipos de conectores de cortante para conformar la sección compuesta, entre ellos, el conector tipo canal integrado con la~~

lámina colaborante, que resulta ser el de mayor uso empleado sobre vigas en celosía o vigas en alma llena sin embargo este tipo de conector aún no está aprobado por el Reglamento de Construcción Sismo Resistente NSR- 10 para usar sobre lamina colaborante.

En la actualidad, ya se han realizado diferentes estudios en Colombia para determinar la capacidad de los conectores de cortante tipo canal; [actuando](#) en sección [compuesta](#); [los](#) estudios fueron realizados por el ingeniero Huertas (2013) en la Universidad Nacional de Colombia , quien estudió la posición media del conector de cortante sobre viguetas en alma llena. Posteriormente el Ingeniero Hoyos (2015) en la Universidad del Valle estudió las posiciones débil, media y fuerte del conector y por su parte el Ingeniero Marulanda (2017) en el Informe Ejecutivo N° 110.17 ACESCO estudió la posición media del conector de cortante también sobre viguetas en alma llena y por último El Ingeniero Rodríguez (2019) en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito investigó sobre el comportamiento de los conectores tipo canal sobre viguetas en celosía, lamina colaborante y concreto; actuando el conector en la posición débil dentro del valle de la lámina colaborante para lo cual se realizaron 25 probetas con variables en la longitud y altura del conector, altura de la lámina colaborante y espesor de la losa de concreto, dichas probetas se sometieron al ensayo de corte directo.

La presente investigación es complemento al trabajo realizado por el Ingeniero Raúl Rodríguez (2019) y consistió en:

- Una primera etapa en la reestimación de la ecuación que propuso Raúl Rodríguez (2019) para el cálculo de la capacidad a corte de los conectores tipo canal y la posterior validación de los resultados empleando modelos de regresión no lineal,
- Una segunda etapa, consistente en la verificación de los factores que afectan la capacidad del conector y sus efectos,
- Una tercera etapa, consistente en la reestimación de la capacidad del conector a través de la modelación por elementos finitos utilizando el software ANSYS R2019.3 y

~~7 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripise conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripise conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripise conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~

- La cuarta y última etapa, en la cual se realizó un análisis comparativo de los resultados de las etapas uno y tres.

En los resultados de la reestimación de la ecuación de diseño, se obtuvo que los parámetros estimados en la ecuación desarrollada en la presente investigación dan resultados muy cercanos a los obtenidos en la ecuación propuesta por (Rodríguez, 2019).

Igualmente, se encontró que los factores que más afectan la capacidad del conector de cortante son la longitud del conector en los distintos niveles de la relación altura y ancho de la lámina colaborante y la longitud del conector a los distintos niveles del espesor de la losa; de tal manera que la mayor capacidad a corte del conector se obtiene cuando se dispone de la longitud del conector de 113 mm y a una altura de losa de 100 mm.

Por último, los resultados obtenidos por medio de la modelación de elementos finitos al contemplar el comportamiento elástico de los materiales, dan alejados de los resultados experimentales, obteniendo porcentajes de diferencia en el rango de 2 al 30 % aproximadamente, pero al realizar otros modelos empleando la no linealidad del acero y teniendo en cuenta la consideración de fricción concreto-acero se pudo obtener una disminución en la diferencia entre los resultados experimentales y los resultados de los modelos con elementos finitos.

Palabras clave: viguetas en celosía, sección compuesta, concreto reforzado, conector de

Palabras clave: viguetas en celosía, sección compuesta, concreto reforzado, conector de cortante, canal, lámina colaborante.

Con formato: Justificado, Interlineado: 1.5 líneas

8 ~~Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~
Abstract
~~Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~

the reinforced concrete slab, has been successfully developed and implemented in the United States since 1928, thanks to the Steel Joist Institute (SJI). Entity responsible for supplying the specifications and design manuals. This system has had a constant evolution aimed at obtaining ever lighter, stronger, but above all safer structures. Although the system has evolved, currently according to the NSR-10 Earthquake Resistant Building Regulations the only type of shear connector that can be used integrated with a collaborating sheet is the so-called stud or spigot connector.

In Colombia, currently, different types of shear connectors are used to form the composite section, among them, the channel-type connector integrated with the collaborating sheet, which turns out to be the most widely used on truss girders or truss girders. However, this type of connector is not yet approved by the NSR-10 Earthquake Resistant Construction Regulations for use on collaborating foil.

Currently, different studies have already been carried out in Colombia to determine the capacity of channel type shear connectors; acting in composite section; The studies were carried out by the engineer Huertas (2013) at the National University of Colombia, who studied the average position of the shear connector on joists in full core. Later, the Engineer Hoyos (2015) at the Universidad del Valle studied the weak, medium and strong positions of the connector, and for his part, the Engineer Marulanda (2017) in Executive Report No. 110.17 ACESCO studied the average position of the shear connector also on joists in a full soul and lastly, Engineer Rodríguez (2019) at the Colombian School of Engineering Julio Garavito investigated the behavior of channel connectors on lattice joists.

9 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado, colaborating sheet and concrete, acting the connector in the weak position within the valley
Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado, of the collaborating sheet, for which 25 specimens were made with variables in the length

and height of the connector, height of the contributing sheet and thickness of the concrete slab, these specimens were subjected to the test direct cut.

This research is a complement to the work carried out by the Engineer Raúl Rodríguez (2019) and consisted of:

- A first stage in the re-estimation of the equation proposed by Raúl Rodríguez (2019) for calculating the shear capacity of channel-type connectors and the subsequent validation of the results using non-linear regression models,

- A second stage, consisting of the verification of the factors that affect the capacity of the connector and its effects,

- A third stage, consisting of the re-estimation of the connector capacity through finite element modeling using the ANSYS R2019.3 software and

- The fourth and last stage in which a comparative analysis of the results of stages one and three was carried out.

In the results of the re-estimation of the design equation, it was obtained that the parameters estimated in the equation developed in the present investigation give results very close to those obtained in the equation proposed by (Rodríguez, 2019).

Likewise, it was found that the factors that most affect the capacity of the shear connector are the length of the connector at the different levels of the height and width relation of the collaborating sheet and the length of the connector at the different levels of the thickness of the slab; in such a way that the greater capacity to cut of the connector is

10 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. ~~obtained when the length of the connector is available at 113 mm and at a slab height of 100 mm.~~ Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Finally, the results obtained by means of the finite element modeling when contemplating the elastic behavior of the materials, give away from the experimental results, obtaining percentages of difference in the range of 2 to 30% approximately, but when making other models using the non-linearity of the steel and taking into account the concrete-steel friction, a decrease in the difference between the experimental results and the results of the models with finite elements could be obtained.

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Key words: joists, composite section, reinforced concrete, shear connector, channel, steel deck.

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

11 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Abstract

The mezzanine system made up of lattice joists, acting in composite section with the reinforced concrete slab, has been successfully developed and implemented in the United States since 1928, thanks to the Steel Joist Institute (SJI). Entity responsible for supplying the specifications and design manuals. This system has had a constant evolution aimed at obtaining ever lighter, stronger, but above all safer structures. Although the system has evolved, currently, in accordance with the NSR-10 Earthquake Resistant Building Regulations, the type of shear connector most widely used that can be used integrated with collaborating sheet is the so-called stud or spigot connector, whose system is integrated to a collaborating sheet.

In Colombia, currently, different types of shear connectors are used to form the composite section, among them, the channel type connector, which turns out to be the most widely used, without being approved yet by the NSR Earthquake Resistant Construction Regulations. 10 integrated with the collaborating foil. The present work seeks, through tests and analyzes, to obtain formulations that describe the behavior of channel type shear connectors within the mezzanine system with lattice joists acting in a composite section with a reinforced concrete slab cast on a collaborating sheet.

Currently, different studies have already been carried out in Colombia to determine the resistance capacity of channel shear connectors acting in a composite section, but on joists in full core. The studies were carried out by the engineer Huertas (2013) (Huertas, 2013) at the National University of Colombia studied the average position of the shear connector. Subsequently, the

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Interlineado: Doble

12 ~~Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. medium and strong positions of the connector and~~

finally, e. The Engineer Marulanda (2017) (Marulanda, 2017) Marulanda (2017) in the Executive Report No. 110.17 ACESCO studied the average position of the shear connector and lastly, The Engineer Rodríguez (2019) (Rodríguez, 2019) Raul Rodriguez (2019) at the Colombian School of Engineering Engineering Julio Garavito investigated a study of the behavior of channel-type connectors on lattice joists, collaborating sheet and concrete.

The present investigation investigated the study of the weak position of the shear connector within the valley of the collaborating sheet, for which 25 specimens were made with variables in the length and height of the connector, height of the collaborating sheet and the thickness of the concrete slab. These specimens were subjected to the direct cut test. In addition to the above, the work carried out by the Engineer Raúl Rodríguez Rodríguez (2019) (2019) was supplemented, which

The methodological aspect of the present investigation was developed in four stages: the first one consisted of a first stage in the re-estimation of the equation and validation of the results using non-linear regression models, the second stage consisted in the verification of the factors affecting the connector resistance capacity and its effects, a third stage consisted of re-estimating the connector resistance capacity through finite element modeling using the ANSYS R2019.3 software and the fourth and last stage in which a comparative analysis of the results of stages one and three.

In the results of the reestimation of the design equation, it was obtained that the parameters estimated in the equation developed for this investigation give results very close to those obtained in the equation (Rodríguez, 2019). Rodríguez-Garza-Torres (2019).

Con formato: Sangría: Primera línea: 1.27 cm, Interlineado: Doble

Con formato: Interlineado: Doble

13 ~~Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~

~~It was obtained that the most significant factors that affect the capacity of the shear~~

~~connector are the length of the connector at the different levels of the height and width relation of the collaborating sheet, and the length of the connector at the different levels of the thickness of the slab. It was also concluded that the highest connector shear capacity is obtained when the connector length is 113 mm and at a slab height of 100 mm.~~

~~The results obtained by means of the finite element modeling when contemplating the elastic behavior of the materials, are far from the experimental results, obtaining percentages of difference in the range of 2 to 30% approximately, but when making other models using non-linearity of steel and taking into account the consideration of concrete-steel friction, it was possible to obtain a decrease in the difference between the experimental results and the results of the models with finite elements.~~

~~14 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~

TABLA DE CONTENIDO

<u>Resumen</u>	<u>5</u>
<u>Abstract</u>	<u>11</u>
<u>1. MARCO TEÓRICO.....</u>	<u>38</u>
<u>1.1 Acción compuesta</u>	<u>41</u>
<u>1.2 Viguetas en celosía</u>	<u>46</u>
<u>1.3 Conectores de cortante.....</u>	<u>47</u>
<u>1.4 Consideraciones de Diseño de viguetas en celosía actuando en sección compuesta.....</u>	<u>50</u>
<u>1.5 Ensayos de corte directo (push-out) y probetas</u>	<u>55</u>
<u>2. ESTADO DEL ARTE</u>	<u>60</u>
<u>2.1 Behaviour of channel shear connectors: push-out tesis, pashan.....</u>	<u>60</u>
<u>2.2 proyecto senacyt col 006 – 007. fundamentación experimental de sistemas estructurales y productos para el desarrollo competitivo de la construcción compuesta.....</u>	<u>61</u>
<u>2.3 Comportamiento de canales como conectores de cortante para un sistema de sección compuesta usando láminas colaborantes.....</u>	<u>63</u>
<u>2.4 Ensayos de corte directo de conectores de cortante tipo canal en losas de concreto sobre lámina colaborante.....</u>	<u>68</u>
<u>2.5 Informe ejecutivo N° 110.17 ACESCO- Marulanda (2017).....</u>	<u>73</u>
<u>2.6 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, concreto reforzado y lámina colaborante - Rodríguez (2019).....</u>	<u>75</u>
<u>3.1 Objetivo general.....</u>	<u>77</u>
<u>3.2 Objetivos específicos.....</u>	<u>77</u>
<u>3. METODOLOGÍA.....</u>	<u>78</u>
<u>4.1 Descripción de las probetas.....</u>	<u>78</u>
<u>4.1.1 Variables.....</u>	<u>78</u>
<u>4.1.2 Constantes.....</u>	<u>78</u>
<u>4.2 Materiales de las probetas.....</u>	<u>80</u>
<u>4.2.1 Concreto.....</u>	<u>80</u>
<u>4.2.2 Conectores de cortante.....</u>	<u>81</u>
<u>4.2.3 Ángulos de la celosía.....</u>	<u>81</u>
<u>4.2.4 Lamina colaborante.....</u>	<u>82</u>

16	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	
	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	
	Comparación de costos de conectores de cortante tipo barra con cabeza y conectores de cortante tipo canal.	
	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	159
	7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
	7.1 Conclusiones	163
	7.2 Recomendaciones	167
	8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	170
8	ANEXOS	172
	Abstract	9
	1. Marco Teórico	27
	1.1 Acción Compuesta	30
	1.2 Viguetas en Celosía	38
	1.3 Conectores de Cortante	51
	1.4 Consideraciones de Diseño	54
	1.4.1. Resistencia nominal general de la vigueta en celosía	56
	1.4.2. Resistencia nominal miembros de la vigueta en celosía	61
	1.5 Criterios de Servicio	67
	1.5.1 Deflexiones	67
	1.6 Construcción y Montaje	68
2	Estado del Arte	70
	2.1 Ensayos de Corte Directo (push-out) y Probetas	70
	2.2 Investigaciones Realizadas Sobre Conectores Tipo Canal	77
	2.2.1 Behaviour of Channel Shear Connectors: Push-out tesis, Pashan	77
	2.2.2 Proyecto SENACYT COL-006-007	79
	2.2.3 Comportamiento de Canales como Conectores de Cortante para un Sistema de Sección Compuesta Usando Láminas Colaborantes	81
	2.2.4 Ensayos de Corte Directo de Conectores de Cortante Tipo Canal en Losas de Concreto sobre Lámina Colaborante	86
3	Objetivos	98

17	<u>Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.</u>	98
----	--	----

4	<u>Programa experimental</u>	100
---	------------------------------	-----

4.1	<u>Descripción de las Probetas</u>	100
-----	------------------------------------	-----

4.1.1	<u>Variables</u>	100
-------	------------------	-----

4.1.2	<u>Constantes</u>	100
-------	-------------------	-----

4.2	<u>Materiales de las Probetas</u>	109
-----	-----------------------------------	-----

4.5.1	<u>Concreto</u>	110
-------	-----------------	-----

4.5.2	<u>Conectores de Cortante</u>	110
-------	-------------------------------	-----

4.5.3	<u>Ángulos de la Celosía</u>	111
-------	------------------------------	-----

4.5.4	<u>Lamina Colaborante</u>	111
-------	---------------------------	-----

4.5.5	<u>Malla Electrosoldada</u>	112
-------	-----------------------------	-----

4.3	<u>Proceso Constructivo de las Probetas</u>	113
-----	---	-----

4.3.1	<u>Fabricación</u>	113
-------	--------------------	-----

4.3.2	<u>Vaciado del Concreto</u>	116
-------	-----------------------------	-----

4.3.3	<u>Armado de las Probetas</u>	124
-------	-------------------------------	-----

4.3.4	<u>Equipos Usados</u>	125
-------	-----------------------	-----

4.3.5	<u>Montaje del Ensayo e Instrumentación</u>	126
-------	---	-----

4.3.6	<u>Procedimiento del ensayo</u>	136
-------	---------------------------------	-----

5	<u>Resultados Experimentales</u>	138
---	----------------------------------	-----

5.1	<u>Resultados de los Ensayos de Corte Directo</u>	138
-----	---	-----

5.2	<u>Comparación De Resultados Del Ensayo Con Valores Calculados Con Ecuaciones Disponibles</u>	139
-----	---	-----

5.3	<u>Análisis De La Variabilidad De La Carga Máxima Promedio Por Conector En Cada Serie</u>	141
-----	---	-----

5.4	<u>Gráfica Del Comportamiento De La Carga Promedio Por Conector Vs. El Deslizamiento Promedio</u>	152
-----	---	-----

18	<u>Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.</u>	
	<u>Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.</u>	
	<u>Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado y La Altura De La Losa De Concreto.</u>	163
5.7	<u>Gráfica del Comportamiento De La Carga Promedio Por Conector Vs La Altura Del Conector.</u>	169
5.8	<u>Mecanismos de Falla</u>	170
5.8.1	<u>Mecanismo De Falla Tipo 1 Aplastamiento Del Concreto.</u>	170
5.8.2	<u>Mecanismo De Falla Tipo 2 Plastificación Del Conector De Cortante.</u>	171
5.8.3	<u>Mecanismo de Falla Tipo 3 Fractura Del Alma Del Conector De Cortante.</u>	172
5.8.4	<u>Mecanismo de Falla Tipo 4 Abombamiento Y Desgarramiento De La Lámina Colaborante.</u>	173
5.8.5	<u>Mecanismo de Falla Tipo 5 Fractura De La Losa De Concreto.</u>	174
6	<u>Metodología Formulación De La Ecuación De Diseño</u>	179
6.1	<u>Tratamiento de los Datos</u>	179
6.2	<u>Datos de experimentación</u>	181
6.3	<u>Definición de Etapas de Análisis</u>	183
6.3.1	<u>Descripción Etapa 1. Estimación de la Ecuación y Validación de Resultados.</u>	183
6.3.2	<u>Descripción Etapa 2. Verificación de los Factores Que Afectan La Capacidad Y Su Efecto.</u>	185
6.3.3	<u>Descripción Etapa 3. Reestimación y Validación De La Capacidad Del Conector A Través De La Modelación De Elementos Finitos.</u>	186
6.4	<u>Etapa 1 Reestimación De La Ecuación Y Validación De Los Resultados</u>	186
6.4.1	<u>Comparación de Estimaciones Y Valores Observados</u>	190
6.5	<u>Etapa 2: Verificación de los Factores Que Afectan La Capacidad Y Su Efecto</u>	191
6.6	<u>Etapa 3. Reestimación y Validación De La Capacidad A Través De Modelación Elementos Finitos.</u>	199

19 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado..... 202

6.6.3 Caracterización del Modelo..... 205

6.6.4 Resultados..... 209

6.6.5 Resultados Modelo no Lineal..... 216

7. Conclusiones y Recomendaciones..... 222

7.1 Conclusiones..... 222

7.2 Recomendaciones..... 226

8. Referencias Bibliográficas..... 227

8 Anexos..... 229

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado, Sangría: Primera línea: 1.27 cm, Espacio Después: 0 pto, Interlineado: 1.5 líneas

LISTA DE FIGURAS

20 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Figura 1. Sistema de sección en viga compuesta. Fuente: Galeto (2014).....	40
Figura 2. Instalaciones a través de las viguetas en celosía. Fuente: ESJ (2007)	25
Figura 3. Esquema de trabajo a flexión de un elemento compuesto. Fuente: Galeto (2014).....	26
Figura 4. Esfuerzos reales y uniformes equivalentes en el ancho efectivo. Fuente: Vizuetz (2007).....	27
Figura 5.....	28
Figura 6. Uso total del concreto y EPN ubicado en el acero. Fuente: Seguí (1999).....	29
Figura 7. Comportamiento de la sección compuesta total. Fuente: Seguí (1999).....	29
Figura 8. Partes generales de una vigueta en celosía que forma parte de un sistema de entrepiso. Fuente: Steel Joist Institute (2007).....	30
Figura 9. Tipos de conectores de Cortante. Fuente: De Buen López (2004).....	31
Figura 10. Armadura compuesta. Fuente: De Buen López (2004).....	35
Figura 11. Ensayo de corte directo. Fuente: Elaboración propia.....	40
Figura 12. Probetas de ensayo a corte directo normalizado según Eurocódigo 4. Fuente: CEN (1992).....	42
Figura 13. Cizallamiento del conector justo encima del cordón de soldadura. Fuente: CEN (1992).....	42
Figura 14. Aplastamiento alrededor de la base del conector según Eurocódigo 4. Fuente: CEN (1992).....	42
Figura 15. Arrancamiento de un cono hormigón concreto. Fuente: CEN (1992).....	43
Figura 16. Cizallamiento del nervio hormigón concreto. Fuente: CEN (1992).....	43
Figura 17. Fisuración del nervio hormigón concreto. Fuente: CEN (1992).....	44
Figura 18. Configuración típica de las probetas para el ensayo de corte directo. Fuente: Hoyos (2015).....	54
Figura 19. Configuración típica del ensayo de corte directo. Fuente: Hoyos (2015).....	55
Figura 20. Configuración típica de las probetas para el ensayo de corte directo. Fuente: Marulanda (2017).....	61
Figura 21. Configuración típica del ensayo de corte directo. Fuente: Marulanda (2017).....	61
Figura 22. Serie 1 vista lateral. Fuente: Elaboración propia.....	65
Figura 23. Serie 1 vista frontal. Fuente: Elaboración propia.....	65
Figura 24. Serie 2 vista lateral. Fuente: Elaboración propia.....	66
Figura 25. Serie 2 vista frontal. Fuente: Elaboración propia.....	66
Figura 26. Serie 3 vista frontal. Fuente: Elaboración propia.....	67
Figura 27. Serie 3 vista lateral. Fuente:.....	67
Figura 28. Serie 4 vista frontal. Fuente: Elaboración propia.....	68
Figura 29. Serie 4 vista lateral. Fuente: Elaboración propia.....	68
Figura 30. Serie 5 vista frontal. Fuente: Elaboración propia.....	69
Figura 31. Serie 5 vista lateral. Fuente: Elaboración propia.....	69

21 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. ~~Figura 1. Sistema de sección en viga combinada. Fuente: Galero (2014).~~ ~~Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~

Figura 34. Serie 7 vista frontal. Fuente: Elaboración propia.....	71
Figura 35. Serie 7 vista lateral. Fuente: Elaboración propia.....	71
Figura 36. Serie 8 vista lateral. Fuente: Elaboración propia.....	72
Figura 37. Serie 8 vista frontal. Fuente: Elaboración propia.....	72
Figura 38. Sección transversal canal 3y 4 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: Elaboración propia.....	73
Figura 39. Sección transversal canal 3y 4 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: elaboración propia.....	74
Figura 40. Sección transversal lamina colaborante 2 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: elaboración propia.....	74
Figura 41. Sección transversal lamina colaborante 3 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: elaboración propia.....	75
Figura 42. Corte de canales.....	76
Figura 43. Corte de lámina colaborante y malla electrosoldada. Fuente: elaboración propia.....	76
Figura 44. Corte y perforación de ángulos. Fuente: elaboración propia.....	76
Figura 45. Armado de conjuntos. Fuente: Elaboración propia.....	77
Figura 46. Posicionamiento de la lámina colaborante. Fuente: Elaboración propia.....	78
Figura 47. Formaleta. Fuente: Elaboración propia.....	79
Figura 48. Ubicación de probetas en las formaletas. Fuente: Elaboración propia.....	80
Figura 49. Vaciado y vibrado del concreto. Fuente: Elaboración propia.....	81
Figura 50. Afinado y curado del concreto. Fuente: elaboración propia.....	82
Figura 51. Localizaciones parejas de probetas. Fuente: Elaboración propia.....	84
Figura 52. Localización de platinas y apriete de tornillos. Fuente: Elaboración propia.....	84
Figura 53. Componentes externos probetas. Fuente: Elaboración propia.....	85
Figura 54. Componentes internos probetas. Fuente: Elaboración propia.....	86
Figura 55. Vista general montaje de ensayo. Fuente: Elaboración propia.....	88
Figura 56. Elementos adicionales para montaje de ensayo. Fuente: Elaboración propia.....	88
Figura 57. Vista posterior montaje de ensayo. Fuente: Elaboración propia.....	89
Figura 58. Gato y celda para carga axial. Fuente: Elaboración propia.....	90
Figura 59. Gato y celda para carga horizontal. Fuente: Elaboración propia.....	91
Figura 60. Transductores de desplazamiento lineal inferiores. Fuente: Elaboración propia.....	92
Figura 61. Transductores de desplazamiento lineal superior. Fuente: Elaboración propia.....	92
Figura 62. Lectores de carga. Fuente: Elaboración propia.....	93

22	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	
	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	
	Figura 1. Sistema de sección en viga combinada. Fuente: Galero (2014).	40
	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	94
	Figura 65. Detalle Homogenización base probetas. Fuente: Elaboración propia	94
	Figura 66. Ensayo de corte directo. Fuente: Elaboración propia	95
	Figura 67. Variabilidad carga máxima promedio por conector de la serie uno (1). Fuente: Elaboración propia	100
	Figura 68. Variabilidad carga máxima promedio por conector de la serie dos (2).	101
	Figura 69. Variabilidad carga máxima promedio por conector de la serie tres (3). Fuente: Elaboración propia	102
	Figura 70. Variabilidad carga máxima promedio por conector de la serie cuatro (4). Fuente: Elaboración propia	103
	Figura 71. Variabilidad carga máxima promedio por conector de la serie cinco (5). Fuente: Elaboración propia	104
	Figura 72. Variabilidad carga máxima promedio por conector de la serie seis (6). Fuente: Elaboración propia	105
	Figura 73. Variabilidad carga máxima promedio por conector de la serie siete (7). Fuente: Elaboración propia	106
	Figura 74. Variabilidad carga máxima promedio por conector de la serie ocho (8). Fuente: Elaboración propia	107
	Figura 75. Gráfica carga por conector vs. Desplazamiento serie uno (1). Fuente: Elaboración propia	108
	Figura 76. Gráfica carga por conector vs. Desplazamiento serie dos (2). Fuente: Elaboración propia	109
	Figura 77. Gráfica carga por conector vs. Desplazamiento serie tres (3). Fuente: Elaboración propia	109
	Figura 78. Gráfica carga por conector vs. Desplazamiento serie cuatro (4). Fuente: Elaboración propia	110
	Figura 79. Gráfica carga por conector vs. Desplazamiento serie cinco (5). Fuente: Elaboración propia	111
	Figura 80. Gráfica carga por conector vs. Desplazamiento serie seis (6). Fuente: Elaboración propia	111
	Figura 81. Gráfica carga por conector vs. Desplazamiento serie siete (7). Fuente: Elaboración propia	112
	Figura 82. Gráfica carga por conector vs. Desplazamiento serie ocho (8). Fuente: Elaboración propia	112
	Figura 83. Gráfica carga por conector vs. Longitud conector serie 1 y 2 Fuente: Elaboración propia	113
	Figura 84. Gráfica carga por conector vs. Longitud conector serie 3 y 4 Fuente: Elaboración propia	114
	Figura 85. Gráfica carga por conector vs. Longitud conector serie 5 y 6 Fuente: Elaboración propia	115
	Figura 86. Gráfica carga por conector vs. Longitud conector serie 5 y 6 Fuente: Elaboración propia	115
	Figura 87. Gráfica carga por conector vs. Longitud conector serie 1, 2, 3 y 4 Fuente: Elaboración propia	116
	Figura 88. Gráfica carga por conector vs. Longitud conector serie 5, 6, 7 y 8 Fuente: Elaboración propia	117
	Figura 89. Gráfica carga por conector vs. Altura losa serie 1 y 3 Fuente: Elaboración propia	118
	Figura 90. Gráfica carga por conector vs. Altura losa serie 2 y 4 Fuente: Elaboración propia	118

23	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	
	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	
	Figura 1. Sistema de sección en viga compuesta. Fuente: Galero (2014).	40
	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	120
	Figura 93. Gráfica carga por conector vs. Altura losa serie 1, 2, 3 y 4 Fuente: Elaboración propia.	120
	Figura 94. Gráfica carga por conector vs. Altura losa serie 5, 6, 7 y 8 Fuente: Elaboración propia.	121
	Figura 95. Gráfica carga por conector vs. Altura losa serie 3 y 4 Fuente: Elaboración propia.	122
	Figura 96. Gráfica carga por conector vs. Altura losa serie 4 y 8 Fuente: Elaboración propia.	122
	Figura 97. Aplastamiento del concreto Fuente: elaboración propia.	123
	Figura 98. Plastificación del conector de cortante Fuente: elaboración propia.	124
	Figura 99. Fractura del alma del conector de cortante Fuente: Elaboración propia.	125
	Figura 100. Abombamiento lamina colaborante Fuente: Elaboración propia.	126
	Figura 101. Desgarramiento lámina colaborante Fuente: Elaboración propia.	126
	Figura 102. Fractura de losa y desprendimiento lámina colaborante.	127
	Figura 103. Fractura de losa cerca a valle de lámina colaborante Fuente: Elaboración propia.	128
	Figura 104. Ejemplo de recolección de datos en campo Fuente: Elaboración propia.	132
	Figura 105. Ejemplo de resultados probeta 1 serie 1 Fuente. Elaboración propia.	132
	Figura 106. Resultados regresión no lineal. Fuente elaboración propia.	138
	Figura 107. Comparación entre Q_n observado, estimado y RGT. Fuente: Elaboración propia.	140
	Figura 108. Distribucionalidad de los residuos del modelo para Q_n . Fuente: Elaboración propia.	141
	Figura 109. Transformación Box-Cox. Fuente Elaboración propia.	142
	Figura 110. Distribucionalidad de los residuos del modelo para Q_n transformada. Fuente: Elaboración propia.	144
	Figura 111. Interacciones de dobles significancias para Q_n transformada. Fuente: Elaboración propia.	145
	Figura 112. Probeta serie 2, vista formal y lateral. Fuente: Elaboración propia.	147
	Figura 113. Detalles de las mallas generadas para la geometría. Fuente: Elaboración propia.	148
	Figura 114. Desplazamientos aplicados sobre el conector. Fuente: Elaboración propia.	150
	Figura 115. Gráfica tiempo desplazamiento aplicados en el modelo. Fuente: Elaboración propia.	150
	Figura 116. Geometría del elemento SOLID187. Fuente: Elaboración propia.	151
	Figura 117. Geometría del elemento SOLID187. Fuente: Elaboración propia.	152
	Figura 118. Asignación del concreto en ANSYS. Fuente: Elaboración propia.	153
	Figura 119. Asignación del acero en ANSYS. Fuente: Elaboración propia.	154
	Figura 120. f.	155
	Figura 121. Esfuerzos de Von Mises presentes en el conector de cortante. Fuente: Elaboración propia.	156
	Figura 122. Esfuerzo-Desplazamiento para el conector del cortante. Fuente: Elaboración propia.	157
	Figura 123. Esfuerzo de Von Mises presentes en el concreto. Fuente: Elaboración propia.	158
	Figura 124. Asignación propiedades no lineales del acero en ANSYS. Fuente: Elaboración propia.	161

24	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	
	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	40
	Figura 1. Sistema de sección en viga compuesta. Fuente: Galeto (2014).	40
	Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.	163
	Figura 127. Gráfica de fuerza desplazamiento del modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia.	164
	Figura 128. Esfuerzos Von Mises en conector de cortante modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia.	164
	Figura 129. Gráfica esfuerzo desplazamiento modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia.	165
	Figura 130. Gráfica esfuerzo Von Mises en concreto modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia.	165
	Figura 1. Sistema de sección en viga compuesta. Fuente: Galeto (2014).	4025
	Figura 2. Instalaciones a través de las viguetas en celosía. Fuente: ESJ (2007)	41
	Figura 3. Esquema de trabajo a flexión de un elemento compuesto. Fuente: Galeto (2014).	42
	Figura 4. Esfuerzos reales y uniformes equivalentes en el ancho efectivo. Fuente: Vizuet (2007).	43
	Figura 5. Distribución equivalente de esfuerzos de Whitney, uso tota del acero. Fuente: Segui (1999).	44
	Figura 6. Uso total del concreto y EPN ubicado en el acero. Fuente: Segui (1999).	45
	Figura 7. Comportamiento de la sección compuesta total. Fuente: Segui (1999).	45
	Figura 8. Partes generales de una vigueta en celosía que forma parte de un sistema de entrepiso. Fuente: Steel Joist Institute (2007).	46
	Figura 9. Tipos de conectores de Cortante. Fuente: De Buen López (2004).	48
	Figura 10. Armadura compuesta. Fuente: De Buen López (2004).	51
	Figura 11. Probetas de ensayo a corte directo normalizado según Eurocódigo 4. Fuente: CEN (1992).	56
	Figura 12. Cizallamiento del conector justo encima del cordón de soldadura. Fuente: CEN (1992).	58
	Figura 13. Aplastamiento alrededor de la base del conector según Eurocódigo 4. Fuente: CEN (1992).	58
	Figura 14. Arrancamiento de un cono concreto. Fuente: CEN (1992).	58
	Figura 15. Cizallamiento del nervio concreto. Fuente: CEN (1992).	59
	Figura 16. Fisuración del nervio concreto. Fuente: CEN (1992).	59
	Figura 17. Configuración típica de las probetas para el ensayo de corte directo. Fuente: Hoyos (2015).	68
	Figura 18. Configuración típica del ensayo de corte directo. Fuente: Hoyos (2015).	69
	Figura 19. Configuración típica de las probetas para el ensayo de corte directo. Fuente: Marulanda (2017).	74
	Figura 20. Configuración típica del ensayo de corte directo. Fuente: Hoyos (2015).	74
	Figura 21. Sección transversal canal 3y 4 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: Elaboración propia.	81
	Figura 22. Sección transversal canal 3y 4 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: elaboración propia.	82

25 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. ~~Figura 23. Sección transversal lámina colaborante 4 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. 82~~

Figura 24. Sección transversal lámina colaborante 3 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: elaboración propia..... 83

Figura 25. Corte de lámina colaborante y malla 84

Figura 26. Corte de canales..... 84

Figura 27. Corte y perforación de ángulos. Fuente: elaboración propia 84

Figura 28. Armado de conjuntos. Fuente: Elaboración propia..... 85

Figura 29. Posicionamiento de la lámina colaborante. Fuente: Elaboración propia. 86

Figura 30. Formaleta. Fuente: Elaboración propia 87

Figura 31. Ubicación de probetas en las formaletas. Fuente: Elaboración propia 88

Figura 32. Vaciado y vibrado del concreto. Fuente: Elaboración propia 89

Figura 33. Afinado y curado del concreto. Fuente: elaboración propia 90

Figura 34. Localizaciones parejas de probetas. Fuente: Elaboración propia 92

Figura 35. Localización de platinas y apriete de tornillos. Fuente: Elaboración propia..... 92

Figura 36. Componentes externos probetas. Fuente: Elaboración propia 93

Figura 37. Componentes internos probetas. Fuente: Elaboración propia 94

Figura 38. Vista general montaje de ensayo. Fuente: Elaboración propia 96

Figura 39. Elementos adicionales para montaje de ensayo. Fuente: Elaboración propia 96

Figura 40. Vista posterior montaje de ensayo. Fuente: Elaboración propia 97

Figura 41. Gato y celda para carga axial. Fuente: Elaboración propia 98

Figura 42. Gato y celda para carga horizontal. Fuente: Elaboración propia 99

Figura 43. Transductores de desplazamiento lineal inferiores. Fuente: Elaboración propia 99

Figura 44. Transductores de desplazamiento lineal superior. Fuente: Elaboración propia..... 100

Figura 45. Lectores de carga. Fuente: Elaboración propia..... 101

Figura 46. Equipo para registro de datos. Fuente: Elaboración propia 101

Figura 47. Homogenización base probetas. Fuente: Elaboración propia 102

Figura 48. Detalle Homogenización base probetas. Fuente: Elaboración propia..... 102

Figura 49. Ensayo de corte directo. Fuente: Elaboración propia 103

Figura 50. Aplastamiento del concreto Fuente: elaboración propia 109

Figura 51. Plastificación del conector de cortante Fuente: elaboración propia..... 110

Figura 52. Fractura del alma del conector de cortante Fuente: Elaboración propia..... 111

Figura 53. Abombamiento lámina colaborante Fuente: Elaboración propia..... 112

Figura 54. Desgarramiento lámina colaborante Fuente: Elaboración propia 112

Figura 55. Fractura de losa y desprendimiento lámina colaborante..... 11393

26 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. ~~Figura 56. Fractura de losa cerca a valle de lámina colaborante. Fuente: Elaboración propia. 114~~
~~Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. 121~~

Figura 58. Ejemplo de resultados probeta 1 serie 1 Fuente: Elaboración propia..... 122

Figura 59. Resultados regresión no lineal. Fuente elaboración propia..... 130

Figura 60. Distribucionalidad de los residuos del modelo para Q_n . Fuente: Elaboración propia..... 133

Figura 61. Transformación Box- Cox. Fuente Elaboración propia. 134

Figura 62. Distribucionalidad de los residuos del modelo para Q_n transformada. Fuente: Elaboración propia..... 136

Figura 63. Interacciones de dobles significancias para Q_n transformada. Fuente: Elaboración propia. 137

Figura 64. Probeta serie 2, vista formal y lateral. Fuente: Elaboración propia. 139

Figura 65. Detalles de las mallas generadas para la geometría. Fuente: Elaboración propia. 141

Figura 66. Desplazamientos aplicados sobre el conector. Fuente: Elaboración propia..... 142

Figura 67. Gráfica tiempo-desplazamiento aplicados en el modelo. Fuente: Elaboración propia. 142

Figura 68. Geometría del elemento SOLID187. Fuente: Elaboración propia. 143

Figura 69. Geometría del elemento SOLID187. Fuente: Elaboración propia. 144

Figura 70. Asignación del concreto en ANSYS. Fuente: Elaboración propia. 145

Figura 71. Asignación del cero en ANSYS. Fuente: Elaboración propia. 146

Figura 72. fuerza-desplazamiento del modelo. Fuente: Elaboración propia. 147

Figura 73. Esfuerzos de Von Mises presentes en el conector de cortante. Fuente: Elaboración propia. 148

Figura 74. Esfuerzo-Desplazamiento para el conector del cortante. Fuente: Elaboración propia. 149

Figura 75. Esfuerzo de Von Mises presentes en el concreto. Fuente: Elaboración propia. 150

Figura 76. Asignación propiedades no lineales del acero en ANSYS. Fuente: Elaboración propia. 153

Figura 77. Regiones de contacto en el modelo ANSYS. Fuente: Elaboración propia..... 154

Figura 78. Gráfica de convergencia del modelo ANSYS. Fuente: Elaboración propia..... 155

Figura 79. Gráfica de fuerza-desplazamiento del modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia. 156

Figura 80. Esfuerzos Von Mises en conector de cortante modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia..... 156

Figura 81. Gráfica esfuerzo-desplazamiento modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia..... 157

Figura 82. Gráfica esfuerzo Von Mises en concreto modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia. 158

~~252526262727282829293030303031313333363641414242424242424343434352525353585858~~
~~586464656566666666767676768686868696970707171727273737575757676777779797980~~
~~808181828283838383848484848585858586868889909091919292929293939494101101102102~~

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

~~27 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: *Parámetros y niveles investigación Ramírez, et al (2007)* 62

Tabla 1: *Parámetros y niveles investigación Ramírez, et al (2007)* 6244

Tabla 2. *Configuración de las probetas* 80

Tabla 3. *Resumen de resultados de los ensayos de corte directo a las probetas* 105

Tabla 4. *Mecanismos de falla serie1 a serie 4* 115

Tabla 5. *Mecanismos de falla serie5 a serie 8* 116

Tabla 6. *Comparación capacidad experimental vs capacidad teórica del conector en canal usando la ecuación F.2.9.8.3 NSR-10* 118

Tabla 7. *Lista de variables* 122

Tabla 8. *Valores de variables y constantes para reestimación de la ecuación de diseño* 128

Con formato: Fuente: Sin Negrita

28 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. ~~Tabla 9. Comparación resultados Qn JG17 Qn Ecuación Reesumada~~ ~~Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~ ~~Tabla 10. Analisis de varianza para Qn in Suma de cuadrados tipo III~~ 131 135

Tabla 11. Medias por mínimos cuadrados para Q_n L_n con intervalos de confianza del 95.0%. 137

Tabla 12. Comparación de los resultados experimentales y resultados elementos finitos para las probetas analizadas. 151

Tabla 13. Comparación de los resultados experimentales y resultados elementos finitos modelo no lineal para las probetas analizadas. 158

Tabla 14. Comparación costos conectores tipo canal y tipo barra con cabeza. 162

Tabla 2. Configuración de Variables de las probetas 6363673

Tabla 3. Resumen de resultados de los ensayos de corte directo a las probetas 888898

Tabla 4. Comparación Qn ensayos con Qn ecuación (Hoyos 2015) ¡Error!

~~Marcador no definido. ¡Error! Marcador no definido.99~~

Tabla 5. Variabilidad carga máxima promedio por conector para serie uno (1) ¡Error! Marcador no definido. ¡Error! Marcador no definido.100

Tabla 6. Variabilidad carga máxima promedio por conector para serie dos (2) ¡Error! Marcador no definido. ¡Error! Marcador no definido.101

Tabla 7. Variabilidad carga máxima promedio por conector para serie tres (3) ¡Error! Marcador no definido. ¡Error! Marcador no definido.102

29 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.
Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.
Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Tabla 9. Variabilidad carga máxima promedio por conector para serie cinco (5)

¡Error! Marcador no definido.¡Error! Marcador no definido.104

Tabla 10. Variabilidad carga máxima promedio por conector para serie seis (6)

¡Error! Marcador no definido.¡Error! Marcador no definido.105

Tabla 11. Variabilidad carga máxima promedio por conector para serie siete (7)

¡Error! Marcador no definido.¡Error! Marcador no definido.106

Tabla 12. Variabilidad carga máxima promedio por conector para serie ocho (8)

¡Error! Marcador no definido.¡Error! Marcador no definido.107

Tabla 413. Mecanismos de falla serie1 a serie 4 — 959512995

Tabla 514. Mecanismos de falla serie5 a serie 8 — 969613096

Tabla 6. Comparacion capacidad experimental vs capacidad teorica del conector

98

Tabla 7-15. Lista de variables102102133102

Tabla 8. Valores de variables y constantes para reestimación de la ecuación de diseño107

Tabla 9. Comparacion resultados QmRGT/Qn estimada — 110

Tabla 1016. Análisis de varianza para Q_n I_n Suma de cuadrados tipo III

114114143114

Tabla 1117. Medias por mínimos cuadrados para Q_n [L]_n con intervalos de confianza del 95.0%. 116116145116

Tabla 1218. Comparación de los resultados experimentales y resultados elementos finitos para las probetas analizadas.. 129130156130

30 ~~Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~
Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Con formato: Justificado, Sangría: Primera línea: 1.27 cm, Espacio Antes: 0 pto, Después: 0 pto

~~31 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Resultados ensayos compresión cilindros de concreto.	172
Anexo A. Resultados ensayos compresion cilindros de concreto.	144145167
Anexo B. Informe de ensayo a tension de canales.	144145168
Anexo C. Informe de ensayo a tension angulos.	150151172
Anexo D. Certificado de calidad lamina colaborante.	153154175
Anexo E. Certificado de calidad malla electrosoldada.	156157177
Anexo F. Planos de taller de las probetas.	159160179
Anexo G. Resultados ensayos corte directo.	175176195
Anexo H. Resultado tipico de modelacion elementos finitos.	261262278
Anexo A. Resultados ensayos compresión cilindros de concreto.	172444
Anexo B. Informe de ensayo a tension de canales.	172
Anexo C. Informe de ensayo a tension angulos.	178
Anexo D. Certificado de calidad lamina colaborante.	182
Anexo E. Certificado de calidad malla electrosoldada.	184
Anexo F. Planos de taller de las probetas.	187
Anexo G. Resultados ensayos corte directo.	203

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

32 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Colombia el sistema de entrepiso conformado por viguetas en alma llena, actuando en sección compuesta con el concreto reforzado vaciado sobre lámina

Con formato: Fuente: 14 pto, Negrita

Con formato: Párrafo de lista

~~33 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado colaborante, según El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, el cual está basado en la especificación ANSI/AISC 360-10 para construcción de acero;~~

especifica que el conector de cortante tipo espárrago o espigo (stud en inglés) es el único que puede ser usado para trasferir el cortante horizontal que se presenta en la interfaz de los materiales acero estructural y concreto reforzado cuando este último es vaciado sobre lámina colaborante.

El conector de cortante tipo espigo requiere para su instalación de un equipo especializado y costoso, lo que dificulta su uso, por presupuesto y por otras razones que se expondrán más adelante, por lo tanto, en obras pequeñas, medianas e incluso en algunas grandes; se usa el conector de cortante tipo canal; donde para determinar su capacidad se recurre a la formulación existente en el Reglamento NSR-10, que aplica para el uso de conectores de cortante tipo canal, solo para losas de concreto de espesor constante; dificultando de esta manera predecir la capacidad del sistema de una forma adecuada. Por otra parte, de acuerdo con el título F.2.9.9 – “CASOS ESPECIALES- del mencionado reglamento, cuando la construcción compuesta no se ajuste a los requisitos de los Numerales F.2.9.1 a F.2.9.8, la capacidad de los conectores de acero y los detalles de construcción deben ser establecidos mediante ensayos”.

Resulta de gran importancia para la ingeniería estructural en Colombia, lograr que el sistema de entrepiso conformado por viguetas en celosía y conectores tipo canal se pueda usar de manera confiable en obras pequeñas, medianas y grandes, no solo para los proyectos nuevos sino también para aquellos que fueron construidos usando el conector de cortante tipo canal, debido a que se podría pronosticar el comportamiento del sistema en función de un intervalo de carga.

A la fecha existen cuatro (4) investigaciones recientes relacionadas con la evaluación de la capacidad a cortante de conectores tipo canal, actuando en conjunto con losa de concreto vaciada sobre lámina colaborante y viguetas de alma llena tipo “I”. Las investigaciones fueron realizadas por (Pashan, 2006), (Ramírez, y otros, 2007), (Huertas, 2013) y (Hoyos, 2015), si bien estas se encuentran relacionadas con el tema, en ninguna de ellas se usaron vigas de celosía, pero aun así para la realización del presente proyecto, se tuvieron en cuenta las conclusiones y recomendaciones que estas presentaban para

34 ~~Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.~~ Futuras investigaciones, específicamente relacionado con el empleo de acerca de emplear elementos para transmitir carga de confinamiento a las probetas ~~laborar de ensayo~~ ~~también emplear de la~~ evaluación de secciones de canales para conectores de cortante de diferente altura y emplear concreto de producción en planta para de esta manera asegurar la calidad y resistencia del mismo.

En relación con la estimación de la capacidad de los conectores a cortante sobre viguetas en celosía, lamina colaborante y concreto, Rodríguez (2019) en su proyecto de investigación, realizó un programa experimental en los laboratorios de estructuras y materiales de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y con base en los resultados obtenidos, propuso una ecuación que permite determinar la capacidad a corte de los conectores tipo canal.

Como ya se mencionó, la presente investigación es complemento de la realizada por Rodríguez (2019) y para darle continuidad al proyecto se tomaron los resultados de la capacidad del conector tipo canal a partir de la configuraron de ocho (08) series de ensayos, conformados cada uno por tres (03) probetas y una probeta adicional para la calibración de los ensayos. Los resultados del ensayo de corte directo de las veinticinco (25) probetas totales, se registraron de acuerdo con las siguientes variables: Longitud del conector, altura del conector, altura de la lámina colaborante y espesor total de la losa de concreto.

Se compararon los mecanismos de falla observados en los ensayos de corte directo (push-out) con los relacionados en el ensayo normalizado del Eurocódigo 4, en los cuales se concluye que los obtenidos en la presente investigación guardan amplia similitud con los descritos en la mencionada norma.

Se complemento el trabajo realizado por el Ingeniero Raúl Rodríguez (2019), realizando una reestimación y validación de la ecuación que propuso para el cálculo de la capacidad a corte de los conectores tipo canal sobre viguetas en Celosía, así mismo por medio de un análisis factorial se verificaron los factores que afectan la capacidad a corte del conector tipo canal y sus efectos, Para los análisis de las variables y cálculo de la ecuación, en el

35 ~~Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado~~ presente trabajo se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS Centurion versión XVII y Excel 2016 por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Por último, se desarrollaron modelos de las ocho (8) series de conectores evaluados, por medio del método de los elementos finitos, empleando el software ANSYS R2019.3. Dentro de este proceso se realizó una caracterización del modelo a emplear en donde se definió el tipo de elementos, los materiales, las condiciones de frontera para así finalmente visualizar los resultados y compararlos con los obtenidos experimentalmente.



Con formato: Sangría: Primera línea: 0 cm

1. MARCO TEÓRICO

El sistema de entrepiso conformado por viguetas en celosía, concreto reforzado y lámina colaborante, se conceptualiza como un conjunto de elementos rígidos que separan un piso de otro, contruidos monolíticamente o en forma de vigas sucesivas apoyadas sobre muros estructurales o vigas de carga, los cuales deben ser capaces de sostener las cargas de servicio, actuando el sistema de manera eficiente, razón por la cual es necesario profundizar en el funcionamiento y la capacidad de este sistema principalmente ante sollicitaciones de corte.

En el presente capítulo se encuentran los aspectos generales del sistema de entrepiso conformado por viguetas en celosía, concreto reforzado y lámina colaborante, entre ellos: la estructura de la vigueta en celosía, la distribución típica de una vigueta en celosía, la información base para el análisis y las ecuaciones que rigen el diseño del sistema de entrepiso.

El uso de los sistemas de entrepiso conformado por losas de concreto y vigas de acero se remonta a la década de 1920, por su parte, la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles y American Concrete Institute (2013) donde se consigna:

“Sin embargo, no fue sino hasta la década de 1950 que su utilización fue generalizada por los diseñadores y constructores de puentes y edificios en estructura metálica; por Viest (1956), investigador de la Universidad de Illinois, propuso la formación de un comité de construcción de sistemas compuestos que fue establecido conjuntamente por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) y el American Concrete Institute (ACI). Viest (1956) utilizó ensayos de corte directo para verificar la incidencia de variables como la resistencia del concreto, el diámetro de los conectores de cortante tipo espigo y la distancia entre conectores, en el comportamiento de la sección compuesta”.

Por su parte, De Buen López (2004) expresa que:

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

“Desde hace varias décadas se ha evidenciado a través de la práctica, que se puede obtener un aumento importante de capacidad haciendo que el concreto y el acero trabajen en conjunto. Una viga de acero que actúa como sección compuesta con la losa, con frecuencia, puede resistir cargas mucho mayores que las que soportaría por sí sola, y la capacidad de una columna de acero embebida en concreto, o de una sección tubular rellena de ese material, es también apreciablemente mayor que la de la sección de acero aislada o la de una columna de concreto del mismo tamaño. (p. 7).

Los sistemas de piso formados por losas de concreto y vigas de acero se emplearon en los edificios, durante muchos años, sin hacer ninguna consideración relativa a su trabajo en conjunto, y desde principios del Siglo XX se utilizaron también, con frecuencia, las vigas y columnas de acero recubiertas de concreto, para protegerlas contra la corrosión y las altas temperaturas que generan los incendios; esta práctica tiene el inconveniente de aumentar de manera importante el peso propio de la estructura, sin contribuir a su capacidad, o sin tener en cuenta su incremento (De Buen López, 2004).

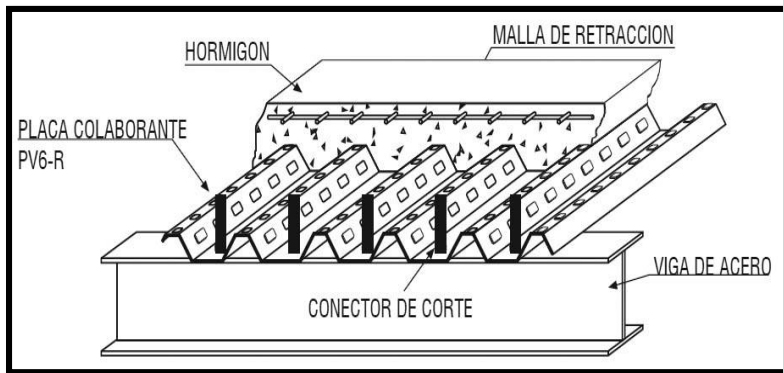
De acuerdo con lo expuesto por Steel Joist Institute (2007), las viguetas en celosía son elementos estructurales secundarios, diseñados como elementos simplemente apoyados y constituidos por acero laminado, ideal para soportar cargas indirectas de entrepiso trabajando en sección compuesta.

Si la adherencia entre la lámina y el concreto es suficiente para impedir el deslizamiento relativo de los dos materiales, cuando actúan cargas verticales se desarrolla una acción compuesta; la adherencia se mejora con protuberancias o corrugaciones en la lámina que pueden cumplir con la misma función que las varillas de refuerzo en el concreto reforzado. En la Figura 1, se ilustra el sistema de entrepiso con vigas compuestas en donde las nervaduras de la lámina colaborante se colocan de manera perpendicular a las vigas y los conectores de cortante se sueldan al patín superior de la viga.

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda



Con formato: Centrado

Figura 1. Sistema de sección en viga compuesta. Fuente: Galeto (2014).

Las vigas de acero y las losas de concreto, unidas forman un elemento compuesto, que en ocasiones pueden llegar a soportar aumentos de una tercera parte, y aún mayores, de la carga que podrían soportar las vigas de acero trabajando por separado (McCormac, 2002) es decir las vigas compuestas se presentan, cuando una losa de concreto se apoya sobre las vigas de acero y existe un medio para transferir los esfuerzos cortantes entre ambos elementos (losa y viga de acero) de tal manera que estos no trabajen de manera separada.

Dicho comportamiento unificado entre los dos elementos (losa y viga de acero) es posible si se impide el desplazamiento horizontal entre los dos componentes. Esto puede lograrse si la fuerza cortante horizontal en la interfaz es resistida por los dispositivos de conexión, conocidos como conectores de cortante. (Segui, 1999)

A continuación, se presentan las ventajas del sistema de entrepiso conformados por viguetas en celosía, concreto reforzado y lámina colaborante:

- Las viguetas en celosía trabajando en sección compuesta con la losa, son más eficientes, reducen el valor de la carga muerta y cargas en la cimentación, lo que se traduce en elementos estructurales principales vigas y columnas más pequeños.
- Los ductos mecánicos y las tuberías se pueden colocar a través del alma tal como se puede apreciar en la figura 2.

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

- Los diseños permiten abarcar mayores distancias, debido a que la distancia entre columnas es mayor.
- Las deflexiones por carga vivas se reducen significativamente cuando el sistema trabaja como sección compuesta.
- Por el tipo de conexión en el apoyo no se requieren realizar demasiadas perforaciones.

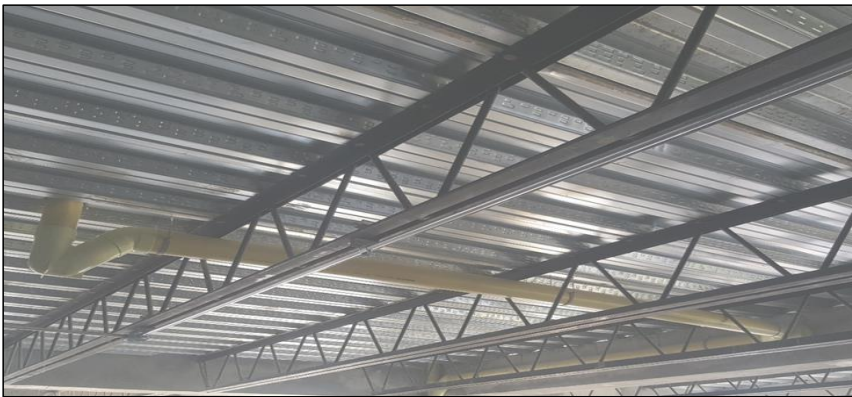


Figura 2. Instalaciones a través de las viguetas en celosía. Fuente: ESJ (2007)

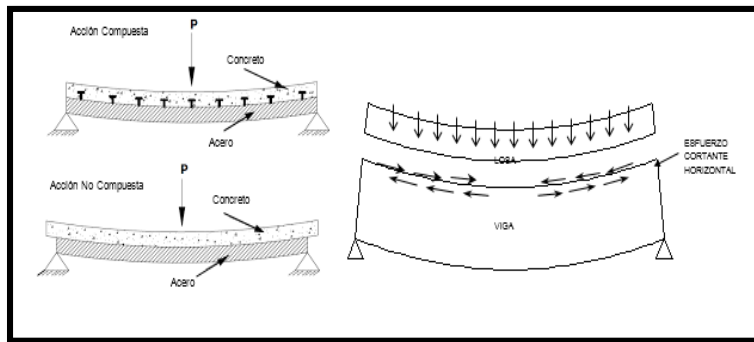
1.1 Acción compuesta

Cuando la losa y la viga actúan como un elemento compuesto, se generan fuerzas cortantes que comprimen y acortan la superficie inferior de la losa y alargan la parte superior de la viga y desaparece el desplazamiento relativo entre ellas, esto puede evidenciarse en la Figura 3.

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda



Con formato: Centrado

Figura 3. Esquema de trabajo a flexión de un elemento compuesto. Fuente: Galeto (2014).

De acuerdo con Álvarez, Valdez y Cházaro (2015) “La característica fundamental que define a la construcción compuesta es la acción simultánea de los dos materiales de características y comportamiento totalmente diferentes” (p.4). Igualmente, De Buen López (2004) indica que:

“Para determinar las fuerzas en elementos y conexiones de estructuras con vigas compuestas se tiene en cuenta la sección efectiva en el instante en que se aplica cada incremento de carga. Así, en vigas sin puntales en donde no se emplea un apuntalamiento temporal, la sección de acero sola resiste las cargas aplicadas antes de que fragüe el concreto, y la sección compuesta las que actúan después. Para fines de diseño se supone que el concreto se ha endurecido cuando alcanza el 75 por ciento de la resistencia de diseño especificado” (p.14).

Por lo tanto, si las vigas están apuntaladas adecuadamente durante la construcción, se considera que todas las cargas son resistidas por el elemento trabajando en sección compuesta.

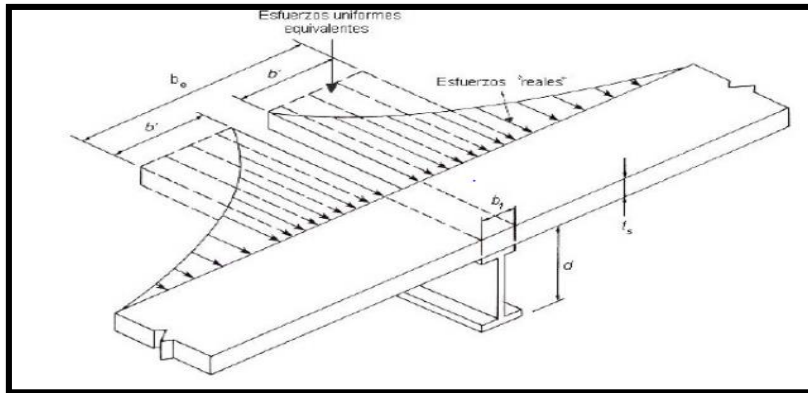
El concepto de Ancho Efectivo es útil para determinar la capacidad de elementos estructurales con esfuerzos no uniformes; introduciendo este concepto se trabaja con esfuerzos uniformes equivalentes, en vez de hacerlo con los reales, de distribución complicada (Vizueté, 2007).

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

En la Figura 4, se muestra la distribución real de los esfuerzos de compresión y la distribución de esfuerzos uniformes a compresión equivalentes, en el ancho efectivo b_e .



Con formato: Centrado

Figura 4. Esfuerzos reales y uniformes equivalentes en el ancho efectivo. Fuente: Vizueté (2007).

Según De Buen López (2004), de los resultados de estudios paramétricos realizados mediante elementos finitos y, sobre todo, de información obtenida experimentalmente, se ha llegado a las siguientes conclusiones, relativas al ancho efectivo a considerar de la losa:

- b_e varía a lo largo de la viga compuesta, de acuerdo con la relación L/e , donde L es el claro de la viga y e la separación entre vigas adyacentes. La variación es menor cuando aumenta la relación mencionada, y cuando $L/e \geq 4$ puede considerarse que el ancho efectivo es constante.
- El ancho efectivo (b_e) es algo menor cuando las cargas son concentradas que cuando son uniformes y es ligeramente superior al alcanzar la capacidad última de la viga compuesta que, en condiciones de servicio, su comportamiento es elástico.
- También es menor, cuando la acción compuesta es parcial que cuando es completa, pues al disminuir la rigidez a la flexión disminuye la participación de la losa en el trabajo de conjunto. El efecto del grado de conexión al corte se toma en cuenta en el cálculo de las deflexiones producidas por las cargas de servicio y en la evaluación de la capacidad última, que ya no se basa en la capacidad de la losa, sino en la de los conectores.

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

La capacidad nominal a flexión es la capacidad de una estructura o componente para resistir los efectos de las cargas, determinada a partir de cálculos basados en las propiedades de los materiales y geométricas y mediante ecuaciones derivadas a partir de teorías aceptadas de la mecánica estructural o mediante la generación de pruebas de campo o de laboratorio con modelos a escala.

En las Figuras que se muestran a continuación, se ilustran las diferentes distribuciones de esfuerzos, que no es más que la distribución equivalente de esfuerzos de Whitney. Cada posibilidad representa una fuerza cortante horizontal en la interfaz entre el acero y el concreto.

En la Figura 5, el acero está siendo utilizado plenamente, lo que representa la primera posibilidad.

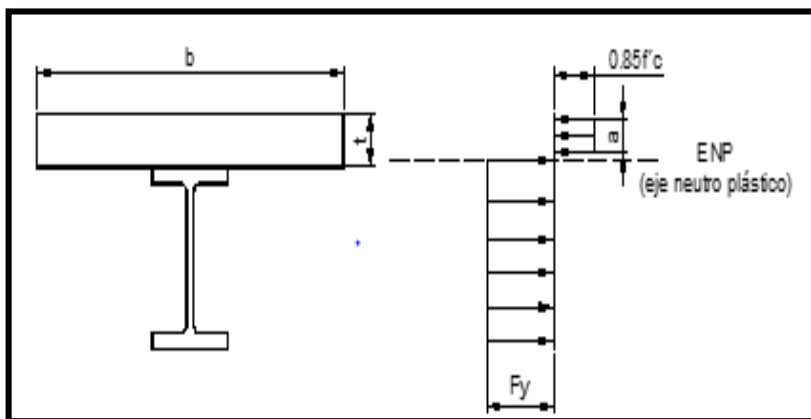


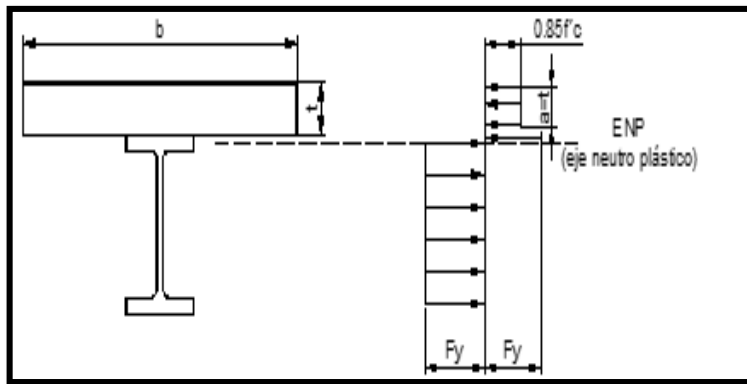
Figura 5. Distribución equivalente de esfuerzos de Whitney, uso tota del acero. Fuente: Segui (1999).

En la segunda posibilidad, el concreto está trabajando plenamente y el ENP está en el acero, lo cual puede evidenciarse en la Figura 6.

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

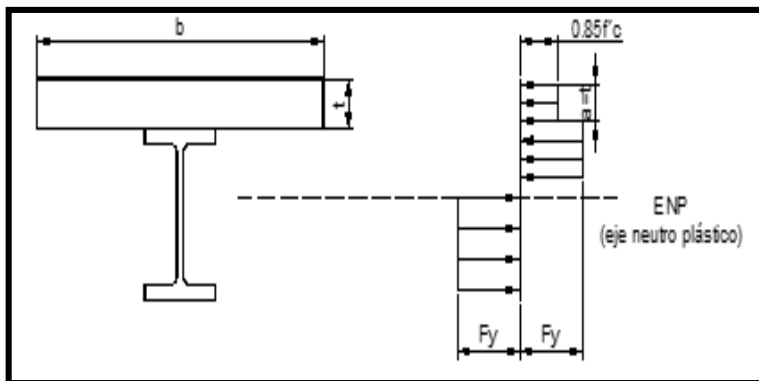
Con formato: Izquierda



Con formato: Centrado

Figura 6. Uso total del concreto y EPN ubicado en el acero. Fuente: Segui (1999).

La tercera posibilidad gobierna cuando hay menos conectores de cortante que los requeridos para un comportamiento compuesto total, así que resulta un comportamiento compuesto parcial, esto puede evidenciarse en la Figura 7. Aunque la acción compuesta parcial puede existir en losas macizas o con láminas colaborantes. (Segui, 1999).



Con formato: Centrado

Figura 7. Comportamiento de la sección compuesta total. Fuente: Segui (1999).

En cada caso se evalúa la capacidad por momento nominal, al calcular el momento del par formado por la resultante a compresión y a tensión. Conocida la distribución de esfuerzos en el instante que precede a la falla, es fácil determinar la capacidad última en

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

flexión de la sección compuesta, donde deben considerarse tres casos, que corresponden a las tres posiciones posibles del ENP: en la losa de concreto, en el patín o en el alma de la sección de acero.

1.2 Viguetas en celosía

La viga en celosía está conformada por cordones superiores e inferiores en doble ángulo de acero laminado; unidos a través de una [vigueta en celosía](#) con barra lisa de acero de sección redonda. Las ondas de la sección sencilla son formadas en frío de manera continua, en tramos de 6 a 12 metros con diámetros entre $\frac{1}{2}$ pulgada y $1 \frac{1}{4}$ pulgadas (Steel Joist., 2007). En la Figura 8 se identifican de forma general las partes de una viga en celosía.

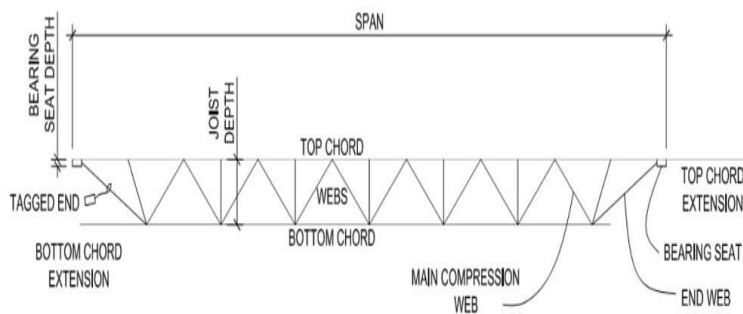


Figura 8. Partes generales de una viga en celosía que forma parte de un sistema de entrepiso. Fuente: Steel Joist Institute (2007).

A continuación, se [Se](#) presenta el glosario de términos de los elementos o partes, que se pueden identificar en la Figura 8.

- SPAN= Longitud
- TOP CHORD= Cordón superior
- BOTTOM CHORD= Cordón inferior
- WEBS= Alma
- TOP CHORD EXTENSION= Extensión cordón superior
- BOTTOM CHORD EXTENSION= Extensión cordón inferior
- MAIN COMPRESSION WEB= Miembro principal a compresión en el alma.
- BEARING SEAT DEPTH= Profundidad de la conexión de apoyo
- JOIST DEPTH= Altura de la viga

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

- TAGGED END= Etiquetado de viguetas

Se han realizado algunos estudios de laboratorio con armaduras compuestas de tamaño natural, que han contribuido al desarrollo de una metodología de diseño; los primeros ensayos registrados en la literatura se hicieron durante el diseño de un prototipo que se utilizó, al principio de los años 70 del siglo pasado, en la torre Sears, en Chicago (Iyengar & Zils, 1973). De esos estudios se concluye que puede obtenerse un comportamiento dúctil hasta la falla, sin problemas prematuros en los elementos del alma, basando el dimensionamiento en la capacidad última, en tensión, de la cuerda inferior, y diseñando las diagonales, montantes y conectores de cortante para las fuerzas correspondientes.

Se han realizado algunos estudios de laboratorio con armaduras compuestas de tamaño natural, que han contribuido al desarrollo de una metodología de diseño; los primeros ensayos registrados en la literatura se hicieron durante el diseño de un prototipo que se utilizó, al principio de los años 70 del siglo pasado, en la torre Sears, en Chicago (Iyengar & Zils, 1973). De esos estudios se concluye que puede obtenerse un comportamiento dúctil hasta la falla, sin problemas prematuros en los elementos del alma, basando el dimensionamiento en la capacidad última, en tensión, de la cuerda inferior, y diseñando las diagonales, montantes y conectores de cortante para las fuerzas correspondientes.

1.3 Conectores de cortante

Los conectores de cortante que se emplean en las secciones compuestas, pueden ser canales de alguno de los aceros estructurales, laminados en caliente, o barras de acero con cabeza, que deberán estar embebidos en losas hechas con un concreto de peso volumétrico no menor que 15 kN/m^3 ($1\ 500 \text{ kg/m}^3$). Los conectores de cortante deberían evitar por completo los deslizamientos entre las dos partes del elemento compuesto, lo que requeriría una unión infinitamente rígida, que no puede obtenerse en la práctica; por fortuna, los pequeños deslizamientos que se presentan en las vigas compuestas reales no afectan su capacidad.

En la práctica, se han utilizado a nivel internacional diversos tipos de conectores, entre ellos: varillas en espiral, zetas, ángulos, canales y barras de acero con cabeza, la Figura 9 ilustra lo anteriormente expuesto.

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

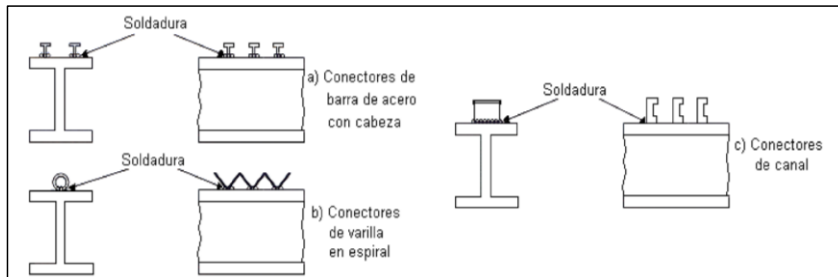


Figura 9. Tipos de conectores de Cortante. Fuente: De Buen López (2004).

Un conector de barra de acero con cabeza (*"headed steel stud"*) es una barra de sección transversal circular, que se suelda en un extremo al patín superior de la viga; en el otro extremo tiene una cabeza, que evita que la losa se separe verticalmente de la viga; el conector queda embebido en el concreto; se suelda a la viga por capacidad, utilizando pistolas especiales.

Aunque es más económico soldar los conectores en el taller, hay una tendencia creciente a colocarlos en obra, después de montar las vigas, pues se pueden dañar durante el transporte y montaje y además dificultan y hacen más peligrosas las actividades de los obreros que tienen que caminar sobre las vigas, durante las primeras etapas de la construcción.

Se han ensayado vigas compuestas similares, con carga uniforme, unas con los conectores colocados de manera que las distancias entre ellos, medidas a lo largo de la viga, siguen la ley de variación de la fuerza cortante estática, y otras con el mismo número de conectores con separaciones iguales, y se ha encontrado que tienen la misma capacidad última y deflexiones iguales bajo cargas de trabajo. Esto se debe a que basta una deformación muy pequeña del concreto y de los conectores más cargados inicialmente para que la fuerza cortante horizontal se redistribuya a otros con cargas menores, hasta que, en la cercanía de la falla, todos resisten fuerzas prácticamente iguales (De Buen López de Heredia, 2004).

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

Con formato: Centrado

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

Para evaluar el comportamiento de conectores de cortante tipo canal, se han realizado pocas investigaciones, Viest (1956), Slutter & Driscoll (1965) y más recientemente investigadores como Pashan & Hosain (2009) en Canadá y Maleki & Bagheri (2008) en Irán. Cuyos resultados, fueron incluidos en el Reglamento Colombiano Sismo Resistente para el año 1998 (NSR) y que se volvió a reformar en el 2010 (NSR-10), a través de la formulación derivada de estas investigaciones, en donde se cuenta con ecuaciones para el cálculo de la capacidad de conectores tipo canal embebido en losas de concreto de espesor constante. Sin embargo, a la fecha la norma no establece una formulación específica para el caso en que se utilizan conectores de cortante tipo canal con lámina colaborante, como si lo hace para los conectores de cortante tipo espigo.

La determinación analítica de la capacidad de un conector constituye un problema muy complejo, pues el conector y el concreto que lo rodea se deforman inelásticamente bajo fuerzas cortantes, flexión y tensión combinadas, y la magnitud de la deformación depende de muchos factores, como son la forma y el tamaño del conector, su posición a lo largo de la viga, la localización de la sección de momento máximo y la manera en que está unido al patín de la viga de acero; además, cualquier conector particular puede fluir plásticamente, causando deslizamiento entre losa y viga, y obligando a que los adyacentes resistan la fuerza cortante adicional. Por ello, las fórmulas que se emplean para evaluar la capacidad de los conectores tienen un origen experimental.

Cuando el diseño se basa en la capacidad última a flexión de la sección compuesta, los conectores deben ser adecuados para mantener en equilibrio el tramo de losa comprendido entre los puntos de momento flexionante máximo y nulo; el deslizamiento no es un criterio para este requisito, pues no reduce la capacidad máxima, mientras se conserve el equilibrio y no se sobrepase el deslizamiento mínimo que puede ocasionar la falla de un conector individual.

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 especifica las ecuaciones para determinar la capacidad los conectores de tipo espigo con cabeza, tipo perno y de los conectores tipo canal, los cuales se diseñan para resistir toda la fuerza cortante horizontal que se transmite entre el concreto y el acero, donde estos deben resistir la menor de las siguientes fuerzas calculadas a partir de las siguientes dos ecuaciones:

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Resultante de compresiones

$$C = 0.85 f'_c b_e t \quad (1)$$

$$T = A_s F_y \quad (2)$$

En el Numeral F.2.9.8.2.3 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, se encuentra consignada la ecuación que determina la capacidad de los conectores de cortante tipo canal embebidos en una losa maciza de concreto. La cual se presenta a continuación:

$$Q_n = 0.3 (tf + 0.5t_w) L_c \sqrt{f'_c E} \quad (3)$$

Dónde:

L_c = longitud del conector en canal, mm

tf = espesor de aleta del conector en canal, mm

t_w = espesor del alma del conector en canal, mm

La capacidad del conector tipo canal debe desarrollarse soldando a la aleta de la viga, para una fuerza igual a (Q_n) y considerando la excentricidad. Si bien en la descripción de esta ecuación se identifica claramente, que fue desarrollada para usarse con losas macizas de concreto reforzado, es decir para losas de espesor constante, es necesario presentarla en este numeral, debido a que actualmente en Colombia esta ecuación está siendo usada en algunos manuales de diseño para determinar la capacidad de los conectores de cortante tipo canal, en sistemas de entrepiso con viguetas de celosía o de alma llena actuando en sección compuesta con una losa de concreto reforzado vaciado sobre lámina colaborante.

En dichos manuales los diseñadores recomiendan no tomar más del 50% de la capacidad determinada con dicha ecuación. Lo anterior para tener en cuenta la incertidumbre que existe en el comportamiento del conector de cortante en estos sistemas de entrepiso.

1.4 Consideraciones de Diseño de viguetas en celosía actuando en sección compuesta.

El mecanismo de falla que controla el diseño de las viguetas en celosía, es el que corresponde al flujo plástico dúctil de la cuerda inferior; para asegurarse de que se alcanza la capacidad nominal en flexión antes de que falle algún elemento del alma. En el diseño

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

Con formato: Justificado

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

se consideran, cuando menos, dos estados de carga, en el primero, durante la construcción, se revisa la armadura de acero, que soporta las cargas anteriores al endurecimiento del concreto, en esta etapa puede ser necesario proporcionar soporte lateral, que puede ser provisional, para evitar el pandeo de la cuerda superior y en el segundo, la armadura soporta las cargas de diseño (factorizadas), trabajando como un elemento compuesto.

En relación con las fallas que se han observado en viguetas de sección compuesta en celosía, De Buen López (2004), indica que puede deberse a los siguientes factores:

- Flujo plástico de la parte de la viga que trabaja en tensión
- Aplastamiento de la losa de concreto
- Falla de los conectores de cortante
- Flujo plástico del alma
- Inestabilidad, durante la construcción o en la estructura terminada
- Pandeo de los elementos del alma
- Pandeo de la cuerda superior durante la etapa de construcción

El cálculo de la capacidad nominal en flexión se basa en las hipótesis que se observan en la Figura 10: (1) la cuerda inferior fluye en tensión antes de que se aplaste el concreto, (2) las fuerzas en la losa se representan con un bloque de esfuerzos uniformes equivalente, (3) los conectores de cortante tienen capacidad suficiente para transmitir la fuerza cortante horizontal que se desarrolla entre la cuerda superior y la losa cuando fluye la cuerda inferior, y (4) se desprecia la contribución de la cuerda superior a la capacidad en flexión.

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrespezo conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

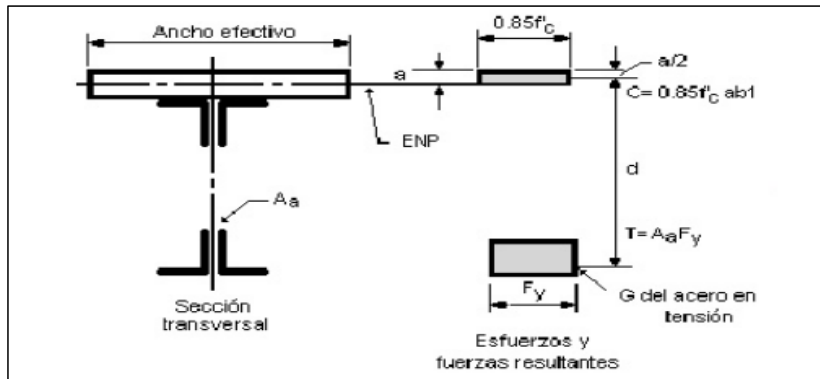


Figura 10. Armadura compuesta. Fuente: De Buen López (2004).

De acuerdo con la condición o etapa de construcción de la viga en celosía en sección compuesta, se tienen diferentes ecuaciones para el diseño de cada uno de los miembros que componen la viga en celosía, a continuación, se describe a cada uno de ellos:

a) Resistencia cordón superior en estado de condición sencilla:

En el punto del panel:

$$f_{au} + f_{bu} = 0.9 f_y.$$

(4) Con formato: Justificado

En la mitad del panel

$$\text{para } \frac{f_{au}}{\phi_c F_{cr}} \geq 0.20$$

(5) Con formato: Justificado

$$\frac{f_{au}}{\phi_c F_{cr}} + \frac{8}{9} \left[\frac{C_m f_{bu}}{\left[1 - \left(\frac{au}{\phi_c F_e} \right) Q \phi_{bF_y} \right]} \right] \leq 1.0$$

(6) Con formato: Justificado

$$\text{para } \frac{f_{au}}{\phi_c F_{cr}} < 0.20$$

(7) Con formato: Justificado

$$\left(\frac{f_{au}}{2 \phi_c F_{cr}} \right) + \left[\frac{C_m f_{bu}}{\left[1 - \left(\frac{f_{au}}{\phi_c F_e} \right) Q \phi_{bF_y} \right]} \right] \leq 1.0$$

(8) Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Donde:

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

$$f_{au} = \frac{P_u}{A_t} = \text{esfuerzo de compresión requerido (MPa)}$$

P_u = Fuerza axial de compresión requerida usando combinaciones de LRFD (N)

$$f_{bu} = M_u/S = \text{esfuerzo de flexión requerido en la ubicación considerada (MPa)}$$

M_u = Capacidad a la flexión requerida usando combinaciones de carga LRFD (N-mm).

S = Módulo elástico de la sección (mm³)

F_{cr} = Esfuerzo crítico de pandeo por flexión (MPa)

$$C_m = \frac{1-0.3f_{au}}{\Phi F_e} \text{ para paneles exteriores}$$

$$C_m = \frac{1-0.4f_{au}}{\Phi F_e} \text{ para paneles interiores}$$

F_y = Esfuerzo de fluencia mínimo especificado (MPa)

$$F_e = (\text{MPa})$$

L = Longitud del panel de los cordones (mm)

r_x = Radio de giro alrededor del eje de flexión (mm)

Q = Factor de forma por pandeo local.

A_t = Área del cordón superior (mm²).

b) Articulación del cordón superior e inferior en estado de condición sencilla:

Se debe diseñar el cordón superior e inferior de tal manera que en cada articulación se cumpla lo siguiente (Steel Joist., 2007):

$$f_{vmod} \leq \Phi_v f_n \text{ (LRFD } \Phi = 1.00 \text{)}$$

(9) Con formato: Justificado

Donde:

$$f_n = \text{esfuerzo cortante nominal} = 0.6 F, \text{ (MPa)}$$

$$f_t = \text{Esfuerzo axial de tensión} = P/A \text{ (MPa)}$$

$$f_v = \text{Esfuerzo cortante} = V/bt \text{ (MPa)}$$

$$f_{vmod} = \text{Esfuerzo cortante modificado} =$$

$$\left(\frac{1}{2}\right) (ft^2 + 4fv^2) \frac{1}{2}$$

(10) Con formato: Justificado

b = longitud de la (s) vertical (es) de la sección transversal, (mm)

t = espesor de la (s) vertical (es) de la sección transversal, (mm)

Con formato: Justificado

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

c) Resistencia cordones en condición de sección compuesta:

Se debe tener en cuenta el ancho efectivo de la losa de concreto y cada ancho debe tomarse como el menor de los siguientes valores (Steel Joist Institute, 2007):

$$a = \frac{M_n}{(0.85 f_c b_e d_e)} \leq t_c \text{ mm} \quad (11)$$

Con formato: Justificado

$d_e = d_j - y_{bc} + h_{deck} + t_c - \frac{a}{2} \text{ mm} \quad (12)$

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Donde:

a = Altura del bloque de compresiones del concreto. (mm)

b_e = Ancho efectivo de la losa. (mm)

d_j = Altura de la vigueta (mm)

f_c = Resistencia mínima a la compresión del concreto a los 28 días. (MPa)

h_{deck} = altura de la lámina colaborante. (mm)

M_n = Capacidad nominal a flexión de la sección compuesta. (N-mm)

t_c = espesor de la losa de concreto por encima de la cresta de la lámina colaborante. (mm)

y_{bc} = distancia vertical del cordón inferior de la vigueta, medida desde el centroide al borde inferior. (mm)

Se debe ignorar la contribución del cordón superior al momento de determinar la capacidad a flexión de la sección compuesta, por lo tanto:

$$M_u \leq \phi M_n \quad (13)$$

Con formato: Justificado

ϕM_n = Mínima capacidad de diseño a la flexión de la sección compuesta (Nmm)

Con formato: Justificado

M_u = Requerimiento a la flexión determinado por las cargas mayoradas (N-mm)

La capacidad de diseño a la flexión de la sección compuesta, ϕM_n , debe determinarse como el menor valor de los siguientes estados límites:

1) Capacidad a la fluencia por tensión del cordón inferior $\phi t = 0.90$

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

$$\phi M_n = \phi_t A_b F_y d_e \quad (14)$$

Con formato: Justificado

2) Capacidad a la fractura por tensión del cordón inferior $\phi tr = 0.75$

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

$$\phi M_n = \phi_{tr} A_n F_u d_e \quad (15)$$

Con formato: Justificado

3) Capacidad al aplastamiento del concreto $\phi cc = 0.85$

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

$$\Phi M_n = \Phi_{cc} 0.85 f'_c b_e t_e d_e$$

(16)

4) Capacidad del conector de cortante $\Phi_{stud} = 0.90$

$$\Phi M_n = \Phi_{stud} N Q_n d_e \geq 0.50 \Phi_t A_b F_y d_e$$

(17)

Donde:

A_b = Área de la sección transversal del cordón inferior (mm²)

A_n = Área neta de la sección transversal del cordón inferior (mm²)

b_e = Ancho efectivo de la losa de concreto por encima de la vigueta y de la mina colaborante. (mm).

d_e = distancia vertical al centroide del cordón inferior de la vigueta al centroide del bloque de compresiones de la losa de concreto (mm).

F_u = Capacidad a tensión del cordón inferior de la vigueta (MPa)

F_y = Esfuerzo de fluencia mínimo especificado del cordón inferior (MPa)

N = Número de conectores de cortante entre el punto de máximo momento y momento cero.

N_c = Capacidad nominal de un conector de cortante (N)

T_c = Mínimo espesor de la losa de concreto por encima de la cresta lámina colaborante (mm).

d) Celosía del alma:

El cortante vertical que se utilizará en el diseño de los miembros de la celosía del alma, se determinará a partir de la carga uniforme completa, el cortante vertical no puede ser inferior al 25 por ciento de la reacción final. Se deben tener en cuenta efectos por excentricidad y por flexo compresión (Steel Joist., 2007).

1.5 Ensayos de corte directo (push-out) y probetas

4.5

El método que se emplea para determinar el comportamiento de los conectores de cortante en secciones compuestas corresponde al ensayo de corte directo (push-out); este tipo de ensayo se ha realizado desde el año 1956 y fue inicialmente utilizado en las investigaciones de conectores realizadas por Viest (1956).

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

Con formato: Justificado, Sin viñetas ni numeración

Con formato: Justificado

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

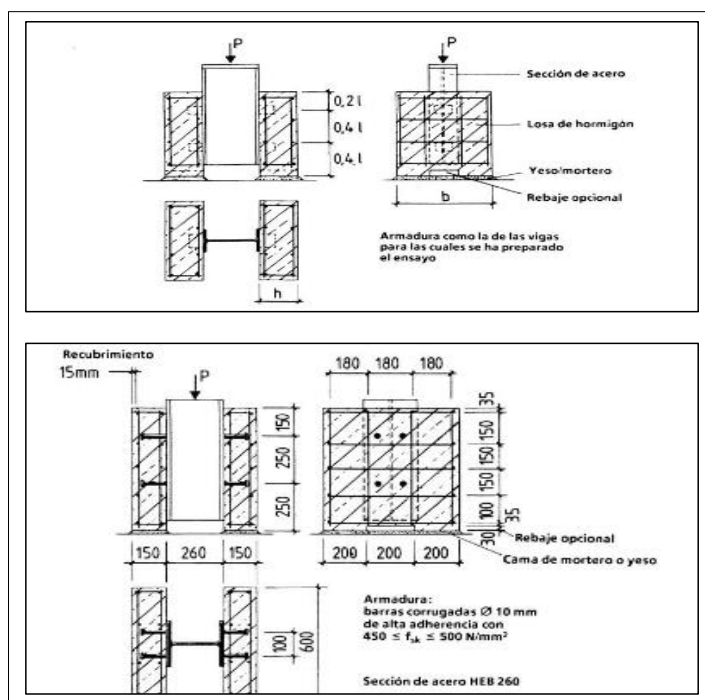
Con formato: Izquierda

El ensayo consiste en aplicar carga axial a una probeta realizada a escala real de tal manera que exista transferencia de esfuerzos solo a través de los conectores de cortante, en este ensayo se llevan las probetas hasta la falla.

El Eurocódigo 4 tiene estipulado en su Numeral 10.2 en relación con los ensayos de conectores, las variables que deben ser estudiadas entre ellas la geometría y las propiedades mecánicas, y también establece los posibles modos de falla de las probetas, la disposición de los ensayos y la preparación de las probetas. Dicho ensayo esta normalizado para los ensayos a conectores de cortante únicamente para losas macizas.

Según Eurocodigo 4 establece que, cuando el proyecto se basa en un modelo experimental, las propiedades de los materiales y las dimensiones del elemento ensayado no serán mayores que los valores especificos. De igual forma, si las propiedades estructurales que se determinan por ensayos están influidas por la fisuración del **concreto**, la evaluación tendrá en cuenta la considerable variación de la capacidad a tracción del **concreto**. En este caso, se consideran la influencia de la retracción y las diferencias de temperatura en la fisuración.

Respecto a los ensayos de conectores, las variables que deben investigarse incluyen la geometría y las propiedades mecánicas de la losa de **concreto**, los conectores y la armadura. De igual forma, la capacidad frente a las cargas que no sean fatiga podrá determinarse mediante ensayos de cizallamiento por compresión, para obtener la carga de rotura, el modo de rotura y el comportamiento carga/deformación. En la Figura 11 se muestra las Probetas de ensayo a corte directo normalizado según Eurocódigo 4.



[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

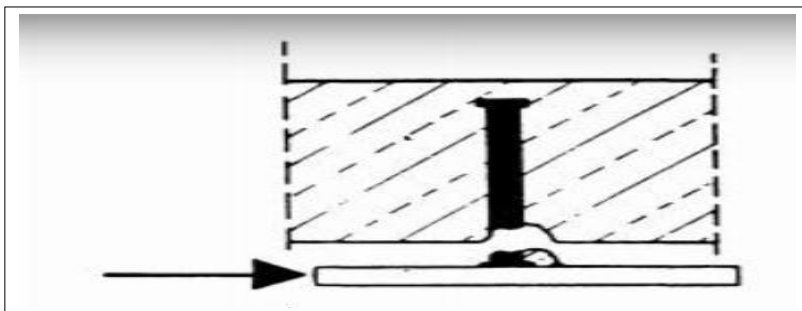
Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

Figura 11. Probetas de ensayo a corte directo normalizado según Eurocódigo 4. Fuente: CEN (1992).

A continuación, se muestra los posibles modos de falla de ensayo normalizado según Eurocódigo 4:

Cizallamiento del conector justo encima del cordón de soldadura (también puede presentarse en losas nervadas. En la Figura 12 se muestra este tipo de falla.



[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

Figura 12. Cizallamiento del conector justo encima del cordón de soldadura. Fuente: CEN (1992).

Aplastamiento local del [concreto](#) alrededor de la base del conector (también puede presentarse en losas nervadas), lo cual puede apreciarse en las Figuras 13, 14 y 15.

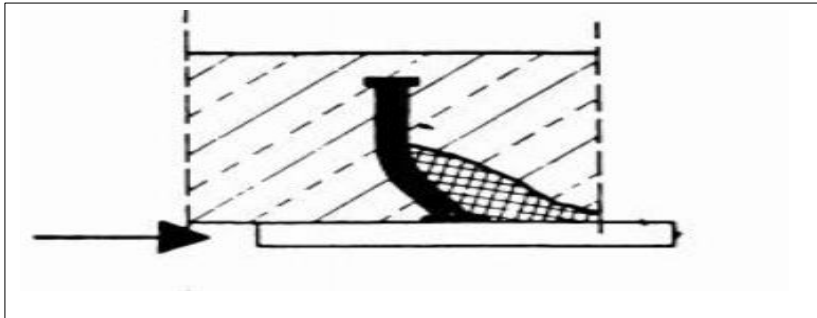


Figura 13. Aplastamiento alrededor de la base del conector según Eurocódigo 4. Fuente: CEN (1992).

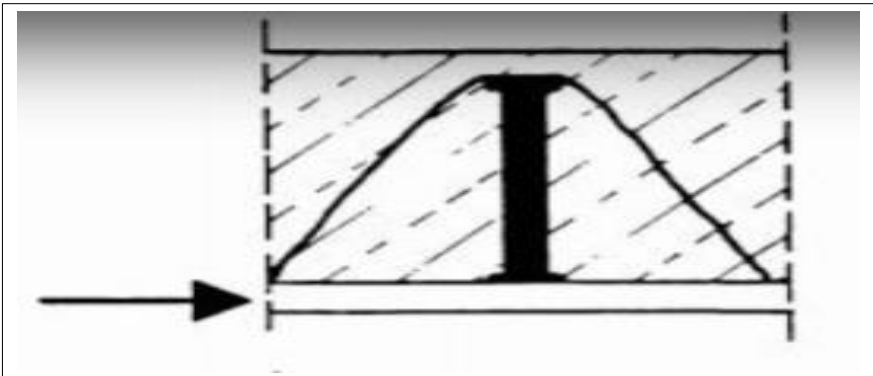


Figura 14 . Arrancamiento de un cono [hermigónconcreto](#). Fuente: CEN (1992)

[Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.](#)

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Izquierda

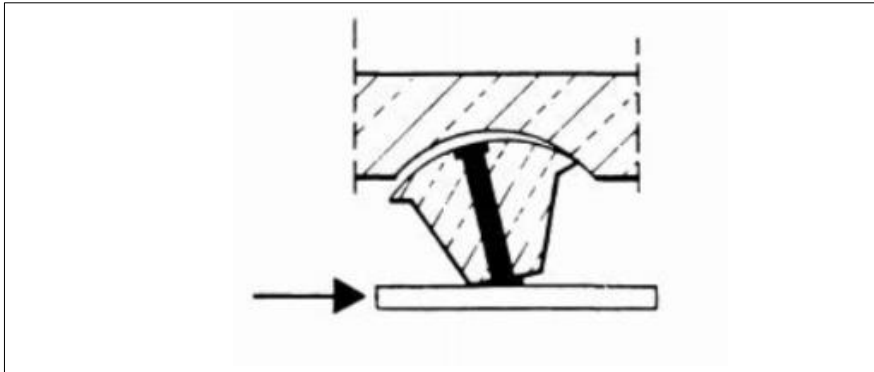


Figura 15 . Cizallamiento del nervio [hermigónconcreto](#). Fuente: CEN (1992).

Fisuración del nervio de [concreto](#) o rotura por tensión tangencial, después de muy grande deformaciones del conector, debido a la formación de rótulas plásticas, lo cual puede observarse en la Figura 16.

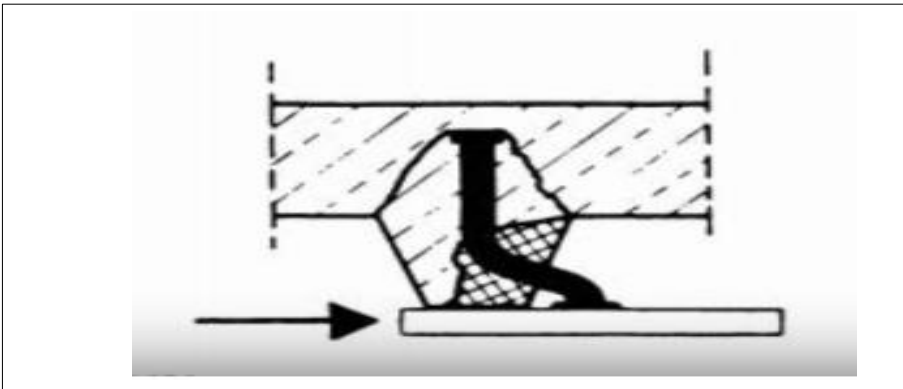


Figura 16. Fisuración del nervio [hermigónconcreto](#). Fuente: CEN (1992).

2. ESTADO DEL ARTE

Con formato: Justificado

A continuación, se presentan los principales aportes realizados por diferentes autores en Colombia, Latinoamérica y Estados Unidos, en lo relacionado con el comportamiento y la capacidad de los conectores de cortante tipo canal para el diseño de vigas compuestas, haciendo hincapié en los resultados obtenidos y las contribuciones realizadas al tema de estudio.

2.1 Behaviour of channel shear connectors: push-out tesis, pashan.

De acuerdo con Pashan (2006), se elaboraron 78 muestras para ensayo a corte directo, con el objetivo de desarrollar nuevas ecuaciones para conectores de corte tipo canal embebido en losas de concreto macizas y losas con lámina colaborante sobre vigas en alma llena orientada paralelamente a la viga. La principal diferencia entre las dos fases de experimentación en que fueron divididas las muestras fue la altura del conector tipo canal.

Así, en las muestras con concreto de mayor capacidad, la falla fue causada por la fractura del canal cerca del filete con el alma del canal actuando como una viga en voladizo. Así mismo, en las muestras con losas macizas, la falla que se presentó fue de aplastamiento en el concreto, con el uso de concreto de menor capacidad. Por su parte, en la mayoría de las muestras con losas de lámina colaborante, se observó un tipo de falla a corte del concreto. En estas últimas, el conector en canal permaneció intacto junto con el concreto contenido dentro de él.

La investigación dio como resultado el desarrollo de una nueva ecuación para predecir la capacidad a corte de los conectores tipo canal embebido en losas de concreto maciza, así mismo, se pudo identificar que las canales en dicha losa ~~maciza, maciza~~ transmitían cargas en un 33% más altas (para canales de 150 mm de longitud) que las losas sobre láminas colaborantes. Este incremento fue solo del 12% en el caso de canales con 50 mm de longitud.

Como tal, los resultados de las pruebas mostraron que la capacidad de carga del conector tipo canal aumentó casi linealmente con el incremento de la longitud del canal. En promedio la capacidad de carga aumentó aproximadamente en un 39% cuando la

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

longitud del canal se incrementó de 50 mm a 100 mm. Hubo un aumento adicional del 24% cuando la longitud del canal se incrementó de 100 mm a 150 mm. La tasa de aumento parece ser aproximadamente la misma, independientemente de la capacidad a compresión del concreto. Esto pone de relieve un aumento en la capacidad a través de la combinación de los tipos de material.

2.2 proyecto senacyt col 006 – 007. fundamentación experimental de sistemas estructurales y productos para el desarrollo competitivo de la construcción compuesta

En este informe realizado por Ramírez, et al (2007), con la finalidad de la caracterización experimental del comportamiento bajo fuerza cortante aplicada monotónicamente de tres tipos de elementos conectores: piezas curvas verticales elaboradas a partir de barras lisas de acero soldable (Tipo B), canales laminados en caliente (Tipo C), y placas continuas (Tipo P); en presencia de lámina colaborante perpendicular al eje de las vigas, o en losas macizas de concreto normal sin lámina colaborante, como lo escriben los mismos autores, constituye un primer acercamiento experimental para evaluar las bondades, sobre todo en términos de capacidad, de la combinación entre concreto, viga de acero en alma llena y lámina colaborante.

En la siguiente tabla extraída del mencionado informe se pueden apreciar los parámetros y niveles considerados para cada tipo de conector ensayado.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

[Tabla 1: Parámetros y niveles investigación Ramírez, et al \(2007\)](#)

[Tabla 11.](#)

[Parámetros y niveles investigación Ramírez, et al \(2007\)](#)

Tabla 1. Parámetros y niveles

Tipo de conector	Parámetros	Denominación	Nivel máximo (+1)	Nivel mínimo (-1)
B	Posición	X1	Fuerte o favorable (F)	Débil o desfavorable (D)
	Separación entre barras (mm)	X2	150 mm	50 mm
C	Resistencia del concreto(MPa)	X1	21 MPa	28 MPa
	Ancho (mm)	X2	150 mm	50 mm
P	Espesor (mm)	X1	12, 7 mm	6,35 mm
	Barras pasantes	X2	si	no

Fuente: Ramírez, et al (2007).

Esta experimentación, busco calibrar modelos numéricos a través de los resultados obtenidos, en busca de ecuaciones que se ajustaran mejor a este tipo de elementos conectores. Entre los resultados de esta investigación se destaca:

- Las probetas con la lámina condujeron a una reducción notable de la capacidad resistente máxima y a la aparición de grietas en etapas tempranas del ensayo. Igualmente, en los especímenes con láminas prevalece la falla del concreto en la vecindad del conector a diferencia de la falla por corte de los conectores que prevalece en los especímenes con losa maciza.
- Las variables de mayor efecto se encuentran en la posición en los conectores tipo B, el ancho de los conectores tipo C, y el espesor de los conectores tipo P; sin descartar el efecto de las variables de separación de las barras en los

Con formato: Justificado, Sangría: Primera línea: 1.27 cm, Espacio Después: 0 pto, No conservar con el siguiente

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto, No conservar con el siguiente

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

conectores tipo B, y capacidad del concreto a la compresión en las probetas con los conectores tipo C.

- Se demuestra la hipótesis del comportamiento análogo de los conectores tipo B con los conectores tipo perno, y se realiza una valoración de factibilidad del empleo de las formulaciones disponibles para esta última tipología, que gozan de un amplio sustento experimental internacional.
- Se concluye que es recomendable el empleo de conectores tipo B de 150 o 50 mm de separación entre barras en posición favorable, así como el cálculo de su capacidad resistente según AISC (2005). La totalidad de las formulaciones internacionales consideradas para conectores tipo C en losa maciza subestiman los resultados experimentales obtenidos.

Por último, esta investigación deja abierto el camino para futuras experimentaciones con conectores tipo B de ancho 50 mm en posición D, y anchos intermedios entre 50 y 150 mm en posición F y D. Del mismo modo sugiere los ensayos de viga a escala real con el fin de establecer la correspondencia con los resultados alcanzados en los ensayos de conectores y los efectos de la flexión de las vigas.

2.3 Comportamiento de canales como conectores de cortante para un sistema de sección compuesta usando láminas colaborantes.

A diferencia de Pashan (2006) en donde [investigó](#) conectores de cortante tipo canal sobre losas macizas y sobre losas con lamina colaborante y del informe realizado por Ramírez, et al (2007) donde [investigó](#) el comportamiento de diferentes tipos de conectores de cortante, esta investigación elaborada por Huertas (2013), se enfocó únicamente en el estudio del comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entresijos compuestos (vigas de acero en alma llena y placa de concreto), construidos usando lámina colaborante instalada con las ondas perpendiculares al eje de las vigas de acero, estableciendo expresiones [que permiten calcular la capacidad a corte de los conectores de cortante tipo canal](#), [por otra parte el autor menciona](#) que los conectores de cortante tipo canal presenta algunas ventajas sobre los conectores tipo espigo, tal como que poseen mayor capacidad de carga, por lo cual se requeriría un menor número de conectores tipo canal, que implicaría una menor cantidad de mano de obra y por ende economía.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Para la fase experimental, realizó treinta y seis (36) ensayos del tipo de corte directo (push-out) y tres (3) ensayos de flexión. En una primera etapa realizó ensayos de corte directo, empleando dieciocho (18) probetas de ensayo con las nervaduras de la lámina colaborante paralelas a la viga de acero y dieciocho (18) probetas con las nervaduras perpendiculares a la viga de acero. Las variables de estudio fueron: dos (2) capacidades del concreto y tres (3) longitudes del conector de cortante. El tipo de conector de cortante fue una constante para la investigación y correspondió a canal C3x4.1.

El investigador obtuvo como resultados resaltantes que, para probetas con lámina colaborante paralela a la viga de acero, se mostraron fallas en el concreto, evidenciadas por la separación inicial de la lámina colaborante, el agrietamiento superficial del concreto en la zona donde estaba ubicado el conector con desprendimiento de concreto, de igual forma una gran deformación plástica de estos, que pudo ser verificada al retirar las placas de concreto.

De acuerdo con los resultados, el investigador concluyó que la capacidad del conector de cortante es proporcional a su longitud. Esto se hace evidente para el caso en el que la lámina colaborante está en sentido paralelo a la viga de acero que le sirve de apoyo. Cuando la lámina está orientada transversal a la viga de acero, la capacidad del sistema se disminuye de forma sustancial, esta reducción es del orden del 43% al 53 % de la capacidad obtenida con la lámina colaborante paralela a la viga de acero.

De igual forma, establece que el mayor número de conectores utilizado y distancia de separación entre ellos, son factores más importantes que la longitud de los conectores en la capacidad final del sistema. Para el tipo de conector de cortante tipo canal, la deformación pronunciada del material en el alma del conector se encuentra justo por encima de la conexión soldada.

Así mismo, plantea el investigador, “los conectores de cortante tipo canal presentan una mayor capacidad de carga” que los de espárrago o los de espigo, reduciendo así el número de conectores necesario para lograr una mayor capacidad. En esta investigación encontró que, el comportamiento carga vs deflexión de las tres placas del ensayo de flexión es similar entre sí, y al comparar con la teoría elástica se encuentra que el sistema mantiene

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

un comportamiento elástico a mayores cargas con los conectores de 50 mm de longitud, por lo tanto, un aumento de la capacidad cuanto mayor es el número de conectores de menor longitud (50 mm) utilizado. Igualmente, enfatiza la importancia de la posición de los conectores durante el montaje para la obtención de una mayor capacidad.

El autor obtuvo el modelo general de la ecuación, mediante el estudio del comportamiento de las curvas carga de falla vs $\sqrt{f'_c}$, las cuales se presentan en los Gráficos 1 y 2. En estos se pueden identificar los datos experimentales promedio para cada longitud de conector de cortante P-50, P-70 y P-90. Mediante regresión de estos datos se obtienen líneas de tendencia lineal (P-50), lineal (P-70) y lineal (P-90).

De acuerdo con esto se encuentra que para una capacidad de concreto en particular se obtienen cargas de falla mayores para los conectores de 90 mm, seguido por los conectores de 70 mm y finalmente la menor carga para los conectores de 50 mm (Huertas, 2013).

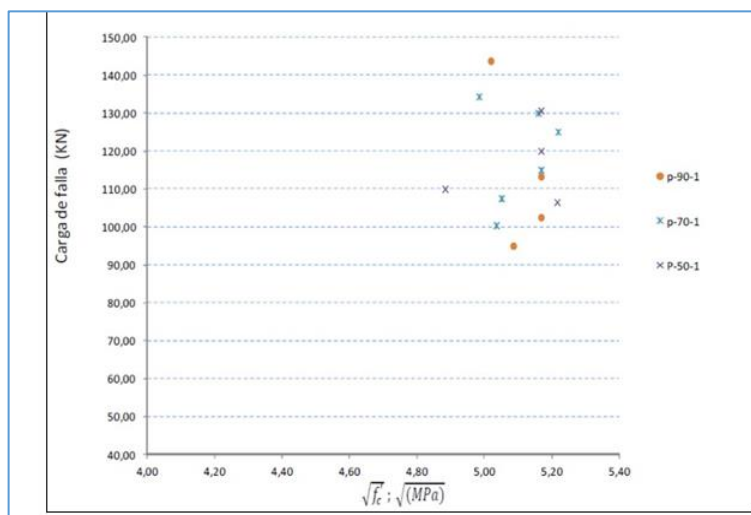


Gráfico 1. Carga de falla vs $\sqrt{f'_c}$ para el sentido paralelo de la lámina colaborante a la viga de apoyo.

Fuente: Huertas (2013).

Con formato: Centrado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

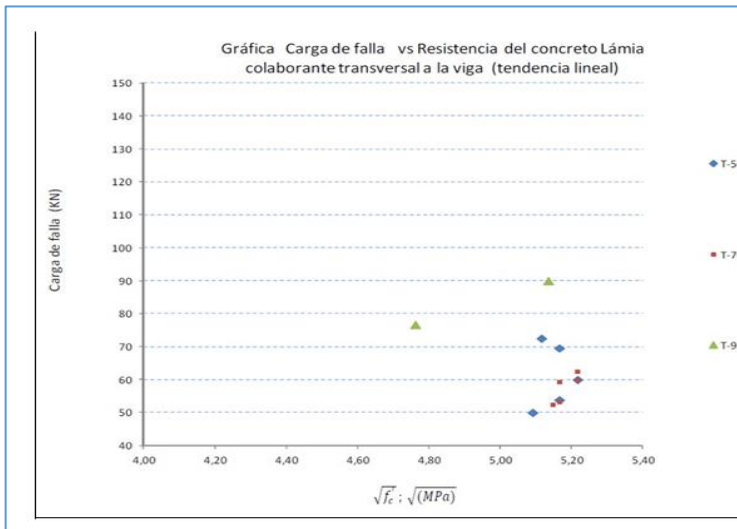


Gráfico 2. Carga de falla vs $\sqrt{f'_c}$ para el sentido perpendicular de la lámina colaborante a la viga de apoyo.

Fuente: Huertas (2013).

Dado que los datos que presentaron una mejor correlación fueron los correspondientes a la canal de 50 mm, el autor partió de esta ecuación para obtener la formulación general. En primer lugar, se encontraron los valores de carga última para diferentes valores de capacidad del concreto, y para cada longitud de conector de cortante. Dado que la relación de capacidad del conector vs la capacidad del concreto tiene un comportamiento lineal, el autor encontró que la relación de las canales de 70 mm es 1.02 veces la del conector de 50 mm, y para los conectores de 90 mm con respecto a los de 50 mm es de 1.07 (Huertas, 2013).

Con base en lo anterior el modelo general de la ecuación corresponde a:

$$Q_n = (22.86 \sqrt{f'_c} + 0.0274 * Factor) \quad (18)$$

Este factor involucra la variable longitud de conector, y su relación se muestra en el Gráfico 3.

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

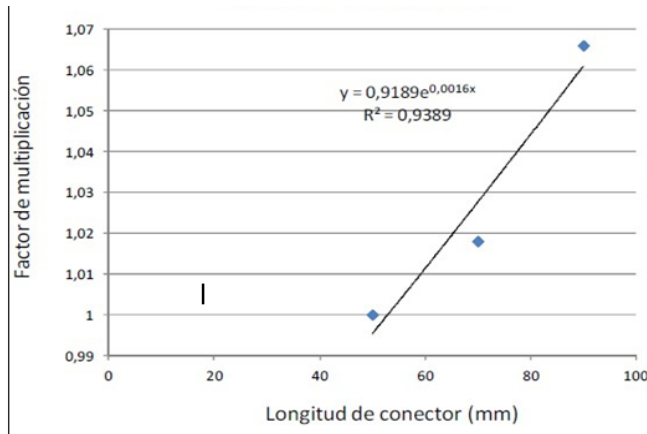


Gráfico 3. Factor de manipulación. Fuente: Huertas (2013).

Con base en lo anterior los modelos específicos de las ecuaciones corresponden a:

a) Modelo específico de la ecuación para calcular la capacidad del conector cuando la lámina es orientada de manera paralela a las vigas de apoyo.

$$Q_n = (22.86 \sqrt{f'_c} + 0.027) (0.92_e 0.0016L) \quad (19)$$

Con formato: Justificado

b) Modelo específico de la ecuación para calcular la capacidad del conector cuando la lámina es orientada de manera perpendicular a las vigas de apoyo.

$$Q_n = (22.86 \sqrt{f'_c} + 0.027) (0.92_e 0.0016L) * R \quad (20)$$

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Dónde:

L = Longitud del conector en mm.

f'_c = Capacidad del concreto MPa.

$R = 0.53$, para conector de cortante tipo canal de 50 mm de longitud.

$R = 0.47$, para conector de cortante tipo canal de 70 mm de longitud.

$R = 0.43$, para conector de cortante tipo canal de 90 mm de longitud.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

2.4 Ensayos de corte directo de conectores de cortante tipo canal en losas de concreto sobre lámina colaborante.

Este estudio elaborado por Hoyos (2015), tuvo la finalidad de determinar el comportamiento experimental de los conectores de cortante tipo canal laminado en perfiles laminados de acero de alma llena y losas de concreto vaciadas sobre tableros metálicos, con el fin de que pudiera ser validada por el reglamento colombiano de construcción.

Para este estudio, se realizaron 57 probetas con diferentes longitudes de conectores en canal, con distintas posiciones del conector en el valle del tablero metálico y con distintas resistencias a compresión del concreto. Hubo también variaciones en la forma de cargar el conector en canal, por el frente en algunos casos y en otros por la espalda.

A continuación, se presentan las Figuras 17 y 18 con la configuración típica de las probetas y del ensayo respectivamente:

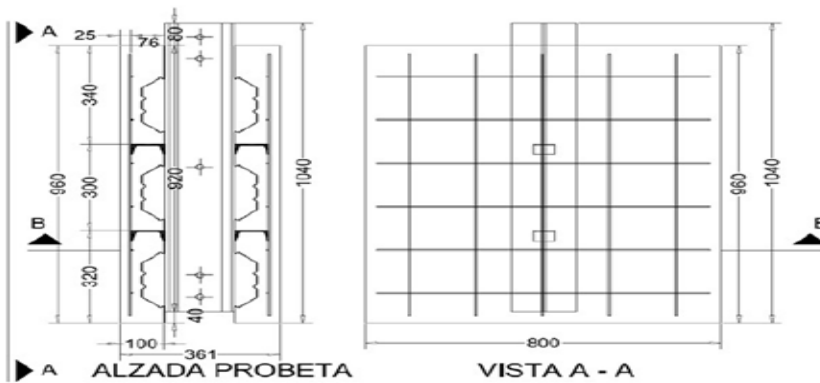


Figura 17. Configuración típica de las probetas para el ensayo de corte directo. Fuente: Hoyos (2015).

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.



Figura 18. Configuración típica del ensayo de corte directo. Fuente: Hoyos (2015).

Luego de la experimentación realizada siguiendo la línea de Pashan (2006) y de Huertas (2013), el autor encontró que “la capacidad del concreto determinó el modo de falla de todas las probetas con lámina perpendicular al eje de la viga.” (Hoyos, 2015, pág. 112).

En particular, se presentó fractura en el alma de las canales cuando se usó la más alta especificación de resistencia del concreto y en el concreto mismo cuando se usó la más baja. Del mismo modo, el estudio comprobó que la capacidad de carga aumenta proporcionalmente con el aumento de la longitud del conector en canal, pero disminuye en la medida que la capacidad del concreto es más alta: “(...) El aumento de la capacidad del conector comparado con la longitud del conector tiene un comportamiento polinómico llegando a un tope a medida que se aumenta la longitud del conector” (Hoyos, 2015, pág. 112).

El autor observa que hay “(...) una mejoría en la capacidad del conector en canal al cambiar la posición por la cual es cargado el conector” (Hoyos, 2015, pág. 113), con mayor capacidad para aquellos que son cargados por la espalda, directamente en el alma, que aquellos que fueron cargado por el frente. Los canales cargados por la espalda, en consecuencia, aumentan su capacidad en la medida que se deforman los conectores, mientras que ocurre lo contrario con aquellos que son cargados por el frente.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Luego de la fase experimental, "(...) Se desarrollaron dos nuevas ecuaciones de diseño para calcular la capacidad de conectores de cortante para losas con tableros metálicos" (Hoyos, 2015, pág. 114). Estas nuevas ecuaciones evidencian un aumento de la capacidad consistente con el uso de materiales combinados. La ecuación general desarrollada para el cálculo de la capacidad a corte de los conectores tipo canal con la lámina perpendicular a la viga es:

$$Q_n = \left(47.9 \sqrt{f'_c} + 32.8 * \frac{w_r}{hr} - 0.2 * L_c \right) * \left(12.9 * (t_w + t_f) + 0.90 * L_c \right) * R_p \quad (21)$$

Donde

Q_n = Capacidad del conector en N

f'_c = Capacidad del conector en MPa

L_c = Longitud del conector en mm

R_p = 0.80 para conectores ubicados en la posición fuerte del valle

0.50 para conectores ubicados en la posición débil del valle

w_r = Ancho promedio del Tablero Metálico en mm

hr = Altura del Tablero Metálico en mm

t_f = Espesor de aleta del conector en canal en mm

t_w = Espesor del alma del conector en canal en mm

El autor indica que la posición del conector de cortante en el valle del Tablero Metálico es una de las variables más importantes que definen el comportamiento de los conectores tipo canal en Tableros Metálicos. El cambio de altura de las láminas no implica un mayor cambio en la capacidad y comportamiento del conector y que uno de los parámetros más importantes encontrados en el comportamiento es la altura que sobresale el conector en canal por encima del Tablero Metálico.

El autor obtuvo el modelo general de la ecuación, para cuando la lámina se orienta en sentido paralelo a las vigas de apoyo, en dos partes, la primera de ellas se presenta en la Gráfica 4. En la cual se observa que a medida que se aumenta la capacidad del concreto y a medida que se aumenta la longitud, la capacidad del conector parece llegar al tope máximo de la capacidad. Cada punto representa la capacidad promedio para cada serie de probetas tipo (Hoyos, 2015).

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrecapado conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

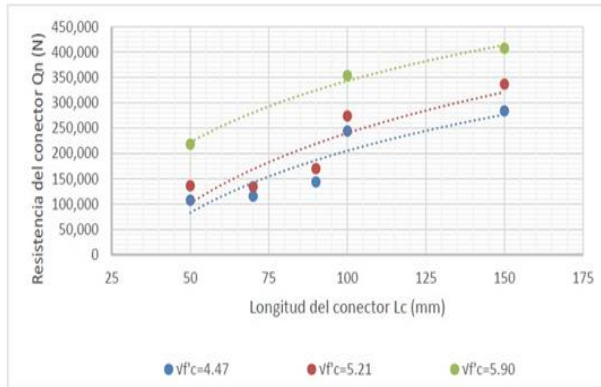


Gráfico 4. Q_n Promedio Vs. L_c para diversas capacidades de concreto. Fuente: Hoyos (2015).

Del comportamiento de la Gráfica presentada, se obtiene la primera parte de la ecuación general la cual corresponde a:

$$Q_n = (Factor1 - Factor2 L_c)(d + e * L_c) \quad (22)$$

Donde

Q_n = Capacidad del conector en N

Factor= Variables adicionales para tener en cuenta en la resistencia

L_c = Longitud del conector en mm

d = constante por determinar

e = constante por determinar

A la ecuación anterior el autor le adicionó el comportamiento descrito en la Gráfica 6, donde se evaluó la relación entre la raíz cuadrada de la capacidad del concreto y la capacidad del conector, esta varía de manera lineal para las diferentes longitudes de conector. La Gráfica 5 muestra la relación entre la raíz cuadrada de la capacidad del concreto para cada tipo de longitud. Cada punto representa el promedio de la capacidad obtenida de cada serie de probeta tipo (Hoyos, 2015).

Con formato: Centrado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

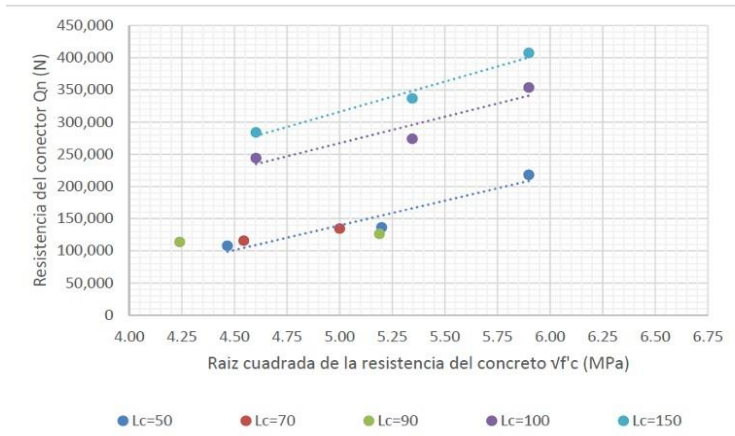


Gráfico 5. Q_n Promedio Vs. $\sqrt{f'_c}$ para diversas longitudes del conector. Fuente: Hoyos (2015).

De acuerdo con el comportamiento lineal de la capacidad del conector comparada con la raíz cuadrada de la capacidad del concreto, la anterior variable puede incluirse dentro de la ecuación como el Factor1 que aporta a la ecuación de la capacidad del conector. Para el Factor 2 se utiliza la relación Wr/hr que es la tercera variable que más aporta a la predicción de la capacidad. La ecuación propuesta tiene la siguiente forma (Hoyos, 2015):

$$Q_n = \left(a \sqrt{f'_c} + L_c \left(b - c * \frac{Wr}{hr} \right) \right) (d + e * L_c) \quad (23)$$

Por lo tanto, el modelo específico de la ecuación para cuando la lámina es orientada de manera paralela a las vigas de apoyo es:

$$Q_n = \left(\left(207.5 \sqrt{f'_c} + L_c + \left(6 - 4.2 * \frac{Wr}{hr} \right) \right) * (22.3 + 3.0 L_c) \right) \quad (24)$$

Dónde:

Q_n = Capacidad del conector en N

L_c = Longitud del conector en mm.

f'_c = Capacidad del concreto MPa.

wr = Ancho promedio del Tablero Metálico en mm

hr = Altura del Tablero Metálico en mm

Con formato: Centrado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Un punto importante que establece el autor es que la actual ecuación del reglamento NSR-10 para losa maciza que se ha usado indiscriminadamente para el diseño de conectores tipo canal para tableros metálicos presenta valores por encima de las capacidades experimentales, además de una gran variabilidad. Finalmente, [Hoyos \(2015\)](#) recomienda nuevas experimentaciones con conectores tipo canal de diferentes alturas, para establecer el comportamiento de éstos en relación con la altura del tablero metálico y adicionalmente expresa que para evitar fallos de la losa de concreto y fallos por adherencia de las láminas se recomienda realizar el confinamiento de las losas cuando se realicen ensayos a corte directo de conectores instalados en tableros metálicos.

2.5 Informe ejecutivo N° 110.17 ACESCO- Marulanda (2017).

Esta investigación se basó en la ejecución de diecinueve (19) ensayos con la lámina colaborante en sentido perpendicular a las vigas de apoyo que para esta investigación se realizó sobre perfiles tipo tubular y con conector de cortante tipo canal. Se utilizó el protocolo de carga descrito por Hoyos (2015).

El núcleo de las probetas estaba conformado por dos vigas tubulares rectangulares de lámina delgada (3 mm de espesor) con solo tres de sus lados (como un perfil en C) unidos en los patines por medio de pernos. Trabajaron con las siguientes variables: Dos (2) capacidades de concreto $f'c = 21.1$ MPa y $f'c = 35$ MPa. y tres (3) longitudes de conector $L = 50, 75$ y 100 mm. Manteniendo constante: la posición del conector: Media; Un (1) tipo de lámina colaborante de 2 pulgadas de altura. Un (1) tipo de conector de cortante de 3 pulgadas de altura. Una (1) altura de losa de concreto $H = 100$ mm Conector cargado por el frente.

A continuación, se presentan las Figuras 19 y 20, con la configuración típica de las probetas y del ensayo respectivamente:

Con formato: Fuente: Negrita, No revisar la ortografía ni la gramática

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

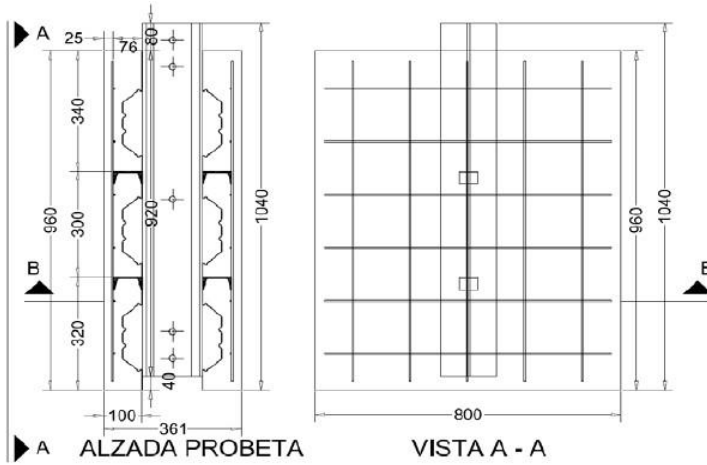


Figura 191919Figura-25. Configuración típica de las probetas para el ensayo de corte directo. Fuente: Marulanda (2017).



Figura 20. Configuración típica del ensayo de corte directo. Fuente: Hoyos (2015).

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

2.6 Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, concreto reforzado y lámina colaborante - Rodríguez (2019).

Para esta investigación se realizaron veinticinco (25) probetas que fueron sometidas al ensayo de corte directo (push-out), en esta investigación se contemplaron conectores de cortante tipo canal, pero a diferencia con las anteriores investigaciones, para esta se emplearon viguetas en celosía.

El autor [propone en](#) la formulación de su ecuación, el modelo general de la ecuación propuesta por Hoyos (2015), cuando la [lámina](#) se orienta en el sentido perpendicular a la viga de apoyo.

[Con base en los resultados del programa experimental y los análisis correspondientes, Rodríguez \(2019\), propone](#) la siguiente es la ecuación para el cálculo de la capacidad a corte de los conectores tipo canal sobre viguetas en celosía con la lámina colaborante orientada de manera perpendicular a las viguetas en celosía :

$$Q_n = 0.7 \left(\left(-43.4 \sqrt{f'_c} + 152.6 \frac{w_r}{h_r} + 0.40 L_c \right) (15.9(t_w + t_f) + 0.66 L_c) \right) \quad (25)$$

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Esta ecuación fue desarrollada bajo las siguientes variables y constantes:

- Posición débil del conector
- Capacidad del concreto $f'_c = 21.1$ MPa
- Para la lámina colaborante 2 in y 3 in de altura
- Losa de concreto de espesores $100 \text{ mm} \leq h_c \leq 150 \text{ mm}$
- Para longitudes de los conectores $50 \text{ mm} \leq L_c \leq 113 \text{ mm}$
- Conectores cortantes de la canal de 3pulgadas y 4 pulgadas de altura.

Dados los diferentes proyectos consignados en el estado del arte consultado, y la importancia en evaluar la capacidad del conector de cortante tipo canal de vigas en

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

celosía actuando en sección compuesta con la lámina colaborante y la losa maciza se vio la pertinencia de realizar el presente proyecto de investigación debido que como ya se mencionó, hasta la fecha no hay una formulación en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 que determine la capacidad de los conectores de cortante tipo canal sobre lamina colaborante empleando viguetas en celosía, y haciendo un uso indiscriminado de las formulaciones incluidas hoy en día en el reglamento mencionado, De estade tal manera que es indispensable validar la formulacion formulación de la última investigación realizada por Rodríguez (2019) por la importancia de incluir contar con ecuaciones que determinen de una forma adecuada la capacidad de los conectores de cortante tipo canal en las posibles actualizaciones al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

En el programa experimental de la presente investigación, se realizó el ensayo de corte directo (push-out) debido que este tipo de ensayo permite para los conectores de cortante garantizar la acción compuesta y obtener resultados de la interacción entre los materiales que para este caso son fundamentales para contar con un diseño adecuado y adicionalmente evaluar el comportamiento de los conectores de cortante tipo canal en secciones compuestas con vigas en celosía.

A continuación, se presentan el objetivo general y los específicos que se definieron para la presente investigación.

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrecapado conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

—OBJETIVOS

6-3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Validar la ecuación propuesta para el cálculo de la capacidad a corte de los conectores de cortante tipo canal actuando en sección compuesta sobre lámina colaborante, viguetas en celosía y concreto reforzado.

3.2 Objetivos específicos

- Por medio de los resultados obtenidos en los ensayos de corte directo (push-out), reestimación de la ecuación de diseño para estimar la capacidad de los conectores de cortante tipo canal empleando modelos de regresión no lineales.
- Verificar cuales de los elementos dentro de la ecuación son factores que realmente afectan o produzcan cambios significativos sobre la capacidad a corte del conector de cortante tipo canal.
- Modelar el sistema compuesto mediante técnicas de análisis con elementos finitos para de esta manera establecer correlaciones con los resultados experimentales.

Con formato: Justificado, Sangría: Primera línea: 0 cm

Con formato: Párrafo de lista, Centrado, Esquema numerado + Nivel: 1 + Estilo de numeración: 1, 2, 3, ... + Iniciar en: 1 + Alineación: Izquierda + Alineación: 1.27 cm + Sangría: 1.9 cm

Con formato: Ninguno, Espacio Antes: 0 pto, Interlineado: sencillo, Esquema numerado + Nivel: 1 + Estilo de numeración: 1, 2, 3, ... + Iniciar en: 1 + Alineación: Izquierda + Alineación: 1.27 cm + Sangría: 1.9 cm, Sin salto de página anterior, No conservar con el siguiente, No conservar líneas juntas

7-3. METODOLOGÍA

Durante la realización del presente proyecto de grado se mantuvo una constante revisión del estado del arte que permitiera consignar los últimos avances y resultados obtenidos relacionados con el tema que abarca el presente documento.

Con formato: Justificado

A continuación, y dado que el programa a desarrollar fue experimental, se presenta la configuración de las variables y las constantes consideradas para la elaboración de las probetas de ensayo. Como ya se mencionó los diferentes especímenes de prueba se sometieron al ensayo de corte directo (push-out), por lo tanto, se tuvieron en cuenta algunas de las conclusiones y recomendaciones consignadas en las investigaciones elaboradas por los ingenieros Huertas (2013) y Hoyos (2015), como se presenta a continuación:

4.1 Descripción de las probetas

Se fabricaron veinticinco (25) probetas, las cuales fueron definidas a partir de la combinación de las siguientes variables y constantes.

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

Con formato: Justificado

4.1.1 Variables.

- Lámina colaborante: se usaron dos tamaños de 2 y de 3 pulgadas.
- Altura Conector de cortante: se usaron dos tamaños de 3 y de 4 pulgadas. (el de 3 pulgadas para la lámina colaborante de 2 pulgadas y el de 4 pulgadas para la lámina colaborante de 3 pulgadas).
- Altura Concreto: se usaron dos espesores para cada tipo de lámina colaborante, para la de 2 pulgadas se usaron (100 mm y 150 mm) y para la de 3 pulgadas se usaron (130 mm y 150 mm).
- Longitud conectores de cortante: se usaron dos longitudes de conectores de cortante uno de 50 mm y otro de 113 mm. El conector se soldó a un ángulo de cada cordón y se colocó de manera intercalada,

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

4.1.2 Constantes.

- Capacidad a la compresión del concreto de $f'_c = 21.1$ MPa.

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

- El conector de cortante siempre se colocó en la posición débil.
- El conector de cortante siempre fue cargado por el frente.
- La lámina colaborante siempre se orientó con las ondas perpendiculares a la fuerza de corte.
- Se proporcionó una carga horizontal de confinamiento que se mantuvo a lo largo de las pruebas entre un 8% y 20% de la carga axial esperada, iniciando la prueba con una carga de 225kg (2.2 kN) para ajustar la probeta.

En general para la fabricación de las veinticinco (25) probetas, se mantuvo la siguiente configuración de la vigueta en celosía y lamina colaborante:

- Vigueta en celosía 150 mm de alto por 950 mm de largo,
- Cordón superior y el inferior compuestos por ángulos de 2 x3/16 pulgadas espalda con espalda separado entre si 12 mm.
- Lámina colaborante de 800 mm de ancho por 940 mm de largo.

De acuerdo con lo anterior, a continuación, se presenta la configuración de las probetas para el ensayo de corte directo ver Tabla 2.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Tabla 2. Configuración de las probetas

Configuración de las probetas

Serie No.	Altura lámina colaborante (pulg.)	Resistencia concreto (Mpa)	Altura conector de cortante(pulg.)	Altura losa concreto (mm)	Longitud del conector (mm)	Cantidad probetas
1	2"	21.1	3"	100	50	4
2	2"	21.1	3"	100	113	3
3	2"	21.1	3"	150	50	3
4	2"	21.1	3"	150	113	3
5	3"	21.1	4"	130	50	3
6	3"	21.1	4"	130	113	3
7	3"	21.1	4"	150	50	3
8	3"	21.1	4"	150	113	3
Total probetas						25

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Materiales de las probetas

A continuación, se encuentran las especificaciones de los materiales que componen las probetas.

4.2.1 Concreto.

El concreto fue realizado y suministrado por la planta Holcim de Chía Cundinamarca, este se solicitó con una capacidad a la compresión $f'c=21.1$ MPa, para comprobar dicha capacidad se tomaron doce (12) cilindros de diámetro $D=100$ mm y altura $H=200$ mm y se ensayaron de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma (NTC 673) (ver anexo A).

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado, Espacio Después: 6 pto, Conservar con el siguiente

Con formato: Justificado, Espacio Después: 6 pto, Interlineado: Doble, Conservar con el siguiente

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

4.2.2 Conectores de cortante.

Los conectores de cortante fueron canales originales laminadas en caliente de altura 3 y 4 pulgadas con calidad de acero ASTM-A36, para comprobar su esfuerzo de fluencia mínimo f_y y su esfuerzo ultimo a la tensión f_u se tomó una (1) probeta de cada uno de los perfiles y se ensayaron de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma (NTC 3353) (ver anexo B).

A continuación, en la Figura 21, se presenta la sección transversal con sus respectivas dimensiones de los dos tipos de canales empleados en los ensayos

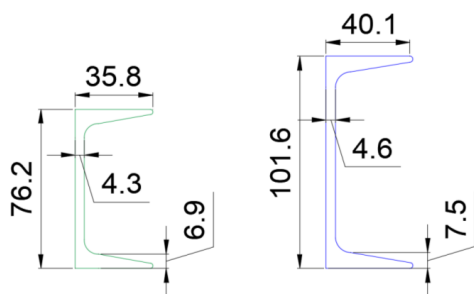


Figura 21. Sección transversal canal 3y 4 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Ángulos de la celosía.

Cada cordón de la vigueta en celosía (superior e inferior) estuvo conformado por dos (2) ángulos espalda con espalda de 2x3/16 pulgadas los cuales eran perfiles laminados en caliente con acero de calidad ASTM A 572 Grado 50, para comprobar su esfuerzo de fluencia mínimo f_y y su esfuerzo ultimo a la tensión F_u se tomó una (1) probeta de una de las aletas de un ángulo y se ensayó de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma (NTC 3353) (ver anexo C).

A continuación, en la Figura 22, se presenta la sección transversal con sus respectivas dimensiones del tipo de ángulo empleado en el ensayo.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

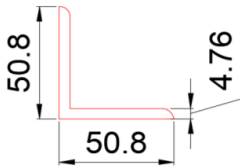


Figura 22. Sección transversal canal 3y 4 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: elaboración propia.

4.2.4 Lámina colaborante.

Se utilizaron dos (2) referencias de láminas colaborantes, de 2 pulgadas y de 3 pulgadas de altura, las cuales corresponde a una donación de la empresa Acceso, a la investigación, las cuales según ficha técnica fueron fabricadas en acero tipo ASTM A653 grado 40, debido a que se contaba con la ficha técnica del fabricante y con el certificado de calidad (ver anexo D), a estos materiales no se les realizó probetas de ensayo. A continuación, en las Figuras 23 y 24, se presentan las secciones transversales de las láminas colaborantes usadas en la investigación respectivamente.

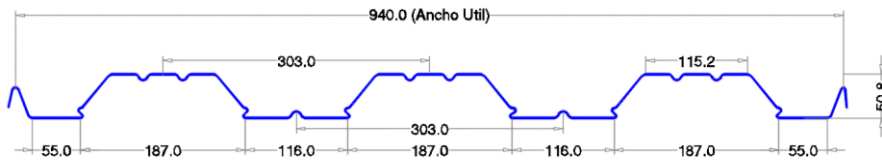
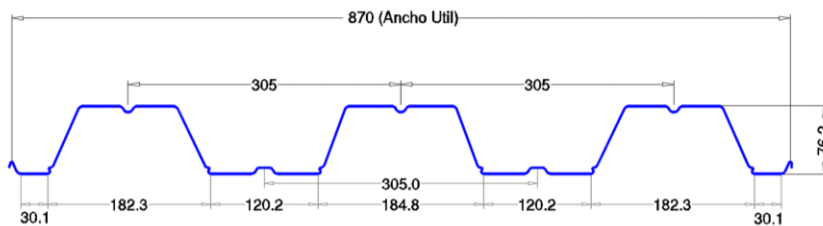


Figura 23. Sección transversal lámina colaborante 2 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: elaboración propia.



Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

[Figura 24](#). Sección transversal lamina colaborante 3 pulgadas (dimensiones en milímetros). Fuente: elaboración propia.

4.2.5 Malla [electrosoldada](#).

Se utilizó una referencia de malla electrosoldada estándar MXX-131 de diámetro 5 mm separada @150 mm en ambos sentidos, la cual según ficha técnica fue fabricada bajo la norma NTC 5806, debido a que se contaba con la ficha técnica del fabricante y con el certificado de calidad (ver anexo E), a este material no se le realizó probeta de ensayo.

4.3 Proceso constructivo de las probetas

Para la fabricación de las probetas, se realizaron planos de taller en el programa de dibujo AutoCAD, en los planos de taller se dibujaron todas las series de probetas y se despiece cada uno de los elementos que la componen (ver anexo F), los planos fueron revisados y aprobados por la Ingeniera Nancy Torres Castellanos y por el Ingeniero Luis Garza Vásquez. A continuación, se presenta el proceso constructivo de las probetas.

4.3.1 Fabricación.

La fabricación de las probetas se desarrolló en el taller de estructuras metálicas de la empresa Tibocor Ltda., este proceso tuvo una duración de tres (3) días y contó con la colaboración de un soldador calificado y dos (2) ayudantes prácticos. Los equipos usados fueron:

- Taladro magnético.
- cortadora de disco diamantado.
- pulidoras.
- cortadora de plasma.
- herramienta manual.

La actividad inicial mostrada en la [Figura 24572](#) consistió en el corte de la lámina colaborante y la malla electrosoldada, en la [Figura 265](#) y [2786](#) se muestran las actividades

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

de corte de las canales y el corte y perforación de los ángulos de la vigueta respectivamente.

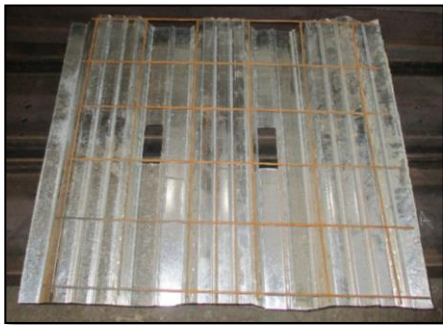


Figura [25252631](#). Corte de ~~canales-lámina colaborante y malla~~
Fuente: elaboración propia.



Figura [26262732](#). Corte de ~~lámina colaborante y electrosoldada canales~~.
Fuente: elaboración propia.

Con formato: Interlineado: sencillo

Con formato: Espacio Después: 0 pto



Figura [27272833](#). Corte y perforación de ángulos. Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se realizó el armado de los conjuntos mostrado en la Figura 28, el cual consiste en la unión de la canal con los ángulos por medio de soldadura de 1/8 de pulgada de filete de capacidad E7018.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.



Figura [28282934](#). Armado de conjuntos. Fuente: Elaboración propia.

Una vez terminada la actividad de soldar las canales a los ángulos se procedió a colocar la lámina colaborante a través de las canales tal como se puede observar en la Figura [29](#).

Con formato: Justificado

Con formato: Normal, Espacio Después: 8 pto

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

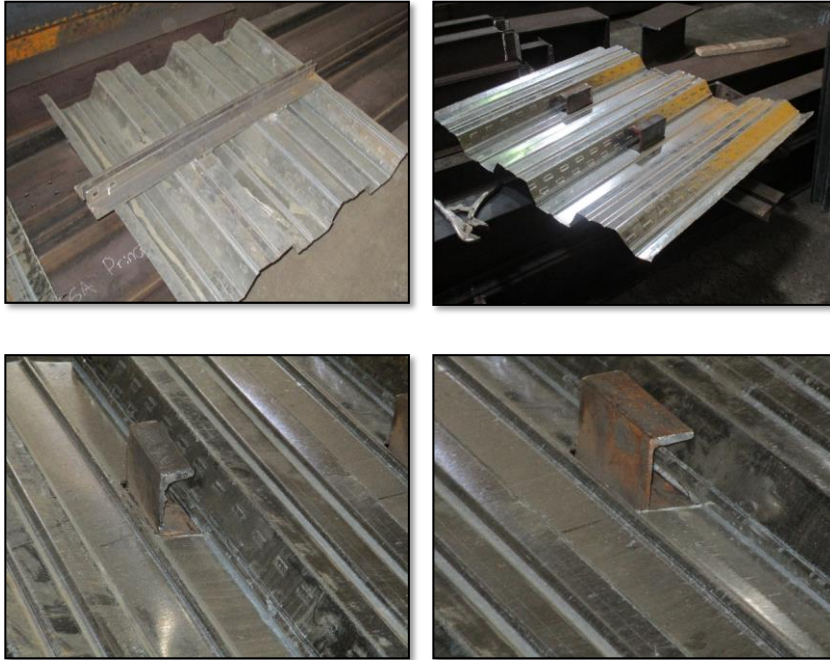


Figura 29. Posicionamiento de la lámina colaborante. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Vaciado del concreto.

El vaciado del concreto se realizó en las instalaciones de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y conto con la colaboración de ocho (8) personas, tres (3) auxiliares de la Escuela, tres (3) más de la empresa Tibocor Ltda. y dos (2) ingenieros investigadores, este proceso tuvo una duración de dos (2) días y consistió en la elaboración de una formaleta en madera sobre piso conformando una retícula con las dimensiones en planta de cada una de las probetas así como se puede observar en la Figura 30.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

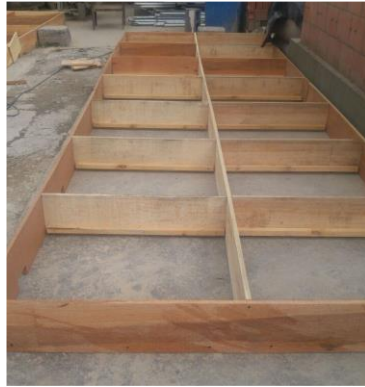


Figura 30. Formaleta. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 31 se ilustra la ubicación de cada una de las probetas en la formaleta con su respectiva malla electrosoldada y correspondiente distanciador de malla electrosoldada.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

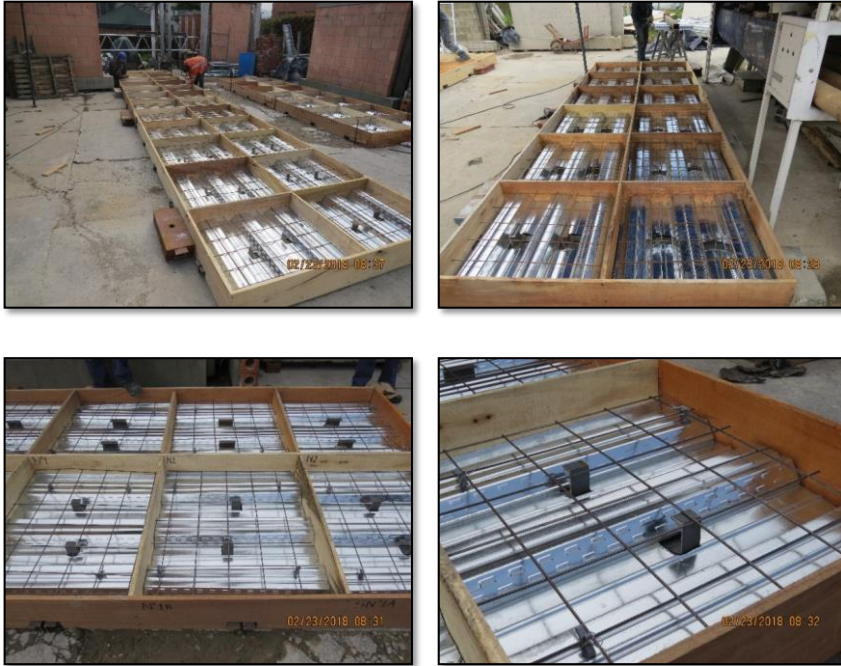


Figura 31. Ubicación de probetas en las formaletas. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 32, se presenta la actividad de vaciado del concreto el cual consistió en el vibrado del mismo y toma de cilindros y en la Figura 33 se ilustra el afinado y curado del concreto, la actividad de vaciado tuvo una duración de cuatro (4) horas.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrecapado conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.



Figura 32. Vaciado y vibrado del concreto. Fuente: Elaboración propia

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.



Con formato: Justificado

Figura 33. Afinado y curado del concreto. Fuente: elaboración propia

El curado se realizó mediante la aplicación constante de agua en un lapso de siete (7) días posterior a la fundida.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

4.3.3 Armado de las probetas.

Posterior a los quince (15) días de fundidas las probetas se procedió con el ensamble de cada uno de los especímenes de ensayo en las instalaciones de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, para esta actividad se contó con la colaboración de un armador y un soldador de la empresa Tibocor Ltda., los equipos y los consumibles que se utilizaron para esta actividad fueron los siguientes:

- Llave manual (para el apriete de los pernos).
- Pulidora
- Equipo de soldadura revestida
- Un montacarga
- Discos de corte y discos de pulir
- Electroodos de 1/8 pulgada E70-18.

Las actividades consistieron en el desencofrado de las probetas, localización de las parejas que conformaban las series, instalación de la platina de unión entre ángulos por medio de pernos de alta capacidad ASTM A325 y por último la instalación de la platina horizontal superior. Ver Figura 34 para la localización de las parejas y Figura 35 para localización de platinas y tornillos.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.



Figura 34. Localizaciones parejas de probetas. Fuente: Elaboración propia



Figura 35. Localización de platinas y apriete de tornillos. Fuente: Elaboración propia

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

En las Figuras 36 y 37 se puede apreciar los componentes externos de la probeta así como los internos respectivamente.

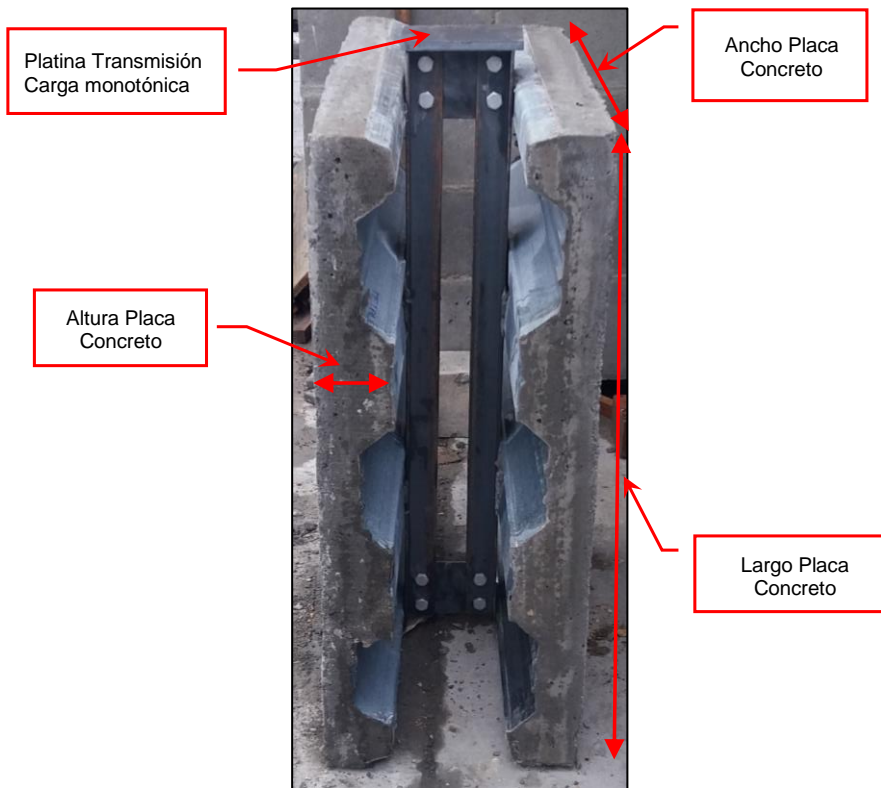


Figura 36. Componentes externos probetas. Fuente: Elaboración propia

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

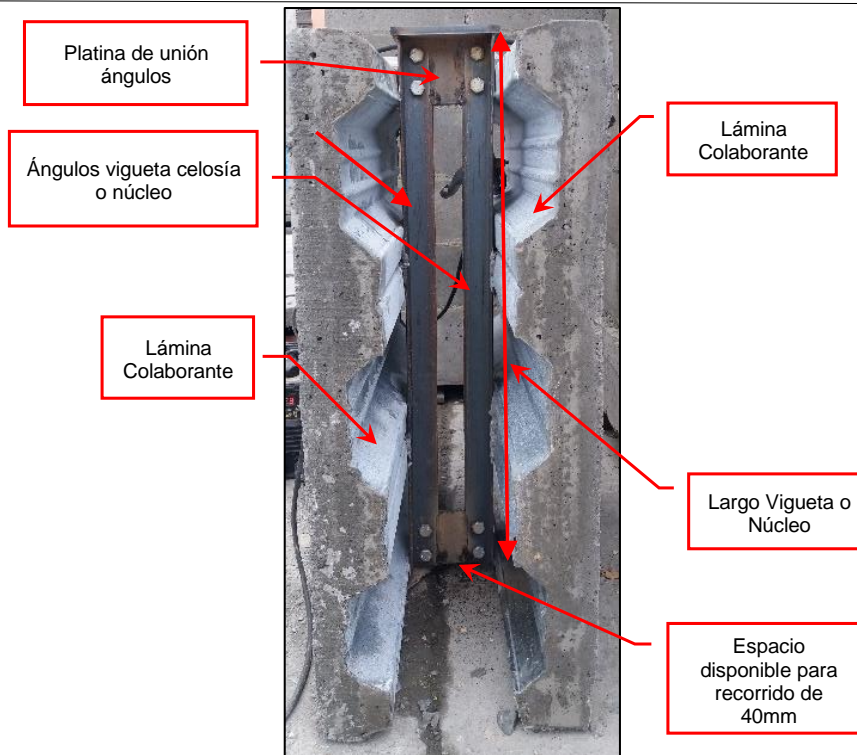


Figura 37. Componentes internos probetas. Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Equipos usados.

Los ensayos de corte directo (push-out), se realizaron en el laboratorio de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y contaron con los siguientes recursos humanos y tecnológicos:

Recursos Humanos:

- Dos (2) laboratoristas de la escuela.
- Dos (2) ayudantes prácticos de la empresa Tibocor Ltda.
- Un (1) operario de montacarga.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

- Un (1) director de proyecto de grado.
- Dos (2) ingenieros investigadores.

Recursos Tecnológicos:

- Un (1) marco de ensayos.
- Un (1) montaje exclusivamente diseñado para ensayar las probetas.
- Un (1) gato hidráulico con capacidad de 100 toneladas. (gato N°1)
- Una (1) celda de carga con capacidad de 100 toneladas. (celda N°1)
- Un (1) gato hidráulico con capacidad de 10 toneladas. (gato N°2)
- Una (1) celda de carga con capacidad de 10 toneladas. (celda N°2).
- Dos (2) transductores de desplazamiento lineal (LVDT).
- Un (1) equipo de cómputo con software especializado para captura de información.
- Un (1) montacarga
- Herramienta manual.
-

4.3.5 Montaje del ensayo e instrumentación.

Teniendo como punto de partida el marco de ensayos que tiene el laboratorio de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, fue necesario adicionarle a este una columna central para aumentar su capacidad y también realizar una base conformada por cuatro (4) perfiles tipo IPE-240 y lamina superior de 12mm para apoyo a la base de las probetas, también se adiciono cuatro (4) perfiles IPE-240 en forma de cruz instalando dos (2) en cada cara de la probeta para generar la carga de confinamiento horizontal, también se instalaron siete (rigidizadores) para el marco de ensayos para evitar deformaciones locales del mismo.

En la Figura 38 se puede observar de manera general el montaje realizado, en la Figura 39 se puede apreciar el detalle de los elementos adicionales para base y confinamiento y por último en la Figura 40 una vista posterior del montaje.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.



Figura 38. Vista general montaje de ensayo. Fuente: Elaboración propia

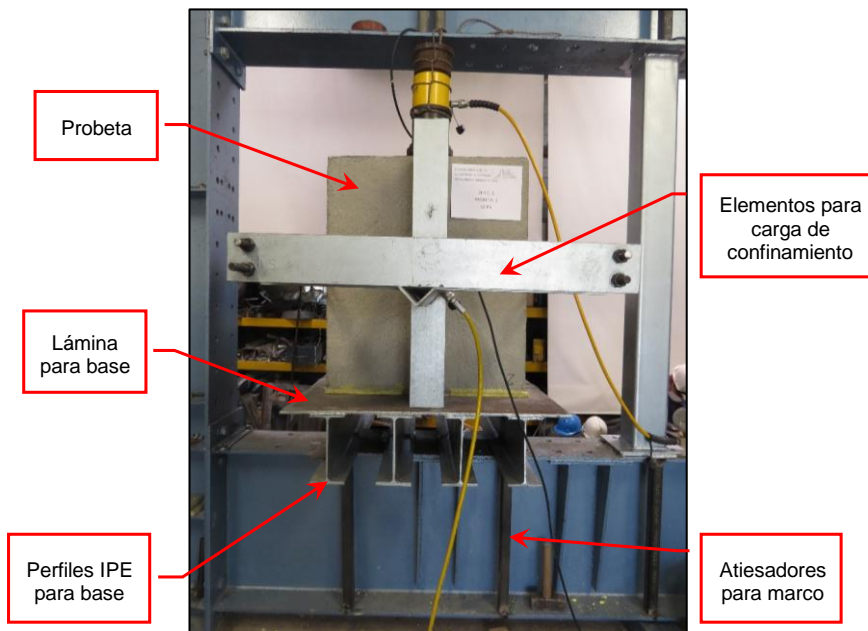


Figura 39. Elementos adicionales para montaje de ensayo. Fuente: Elaboración propia

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

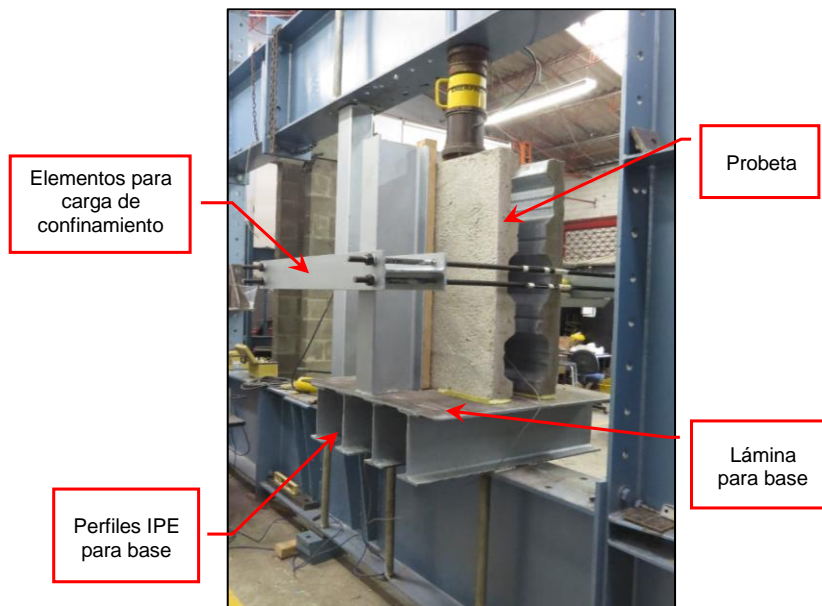


Figura 40. Vista posterior montaje de ensayo. Fuente: Elaboración propia

La instrumentación y/o equipos empleados para el ensayo fueron los siguientes:

- Un (1) gato para carga axial.
- Un (1) gato para carga horizontal.
- Cuatro (4) segmentos de cinta métrica.
- Un (1) ángulo de apoyo elemento carga confinamiento.
- Dos (2) transductores de desplazamiento lineal (LVDT)
- Dos (2) celdas de carga
- Dos (2) lectores celdas de carga
- Un (1) equipo para captura de desplazamientos

El siguiente es el listado del personal empleado para la manipulación de equipos e instrumentación.

- Un (1) operador para gato para carga axial.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

- Un (1) operador gato para carga horizontal.
- dos (2) operadores para celdas de carga.
- Un (1) operador de sistema de registro de datos.
- Un (1) supervisor de comportamiento de la probeta.

En la Figura 41 se pueden observar la celda de carga y gato para carga axial, también los rigidizadores para el marco de ensayo, en la Figura 42 se puede observar la celda de carga y el gato para carga de confinamiento horizontal, así mismo el ángulo de apoyo para el elemento de confinamiento horizontal, en la Figura 43 y 44 se puede apreciar los transductores de desplazamiento lineal (LVDT) a cada lado del interior de la probeta y también las cintas métricas.



Figura 41. Gato y celda para carga axial. Fuente: Elaboración propia

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

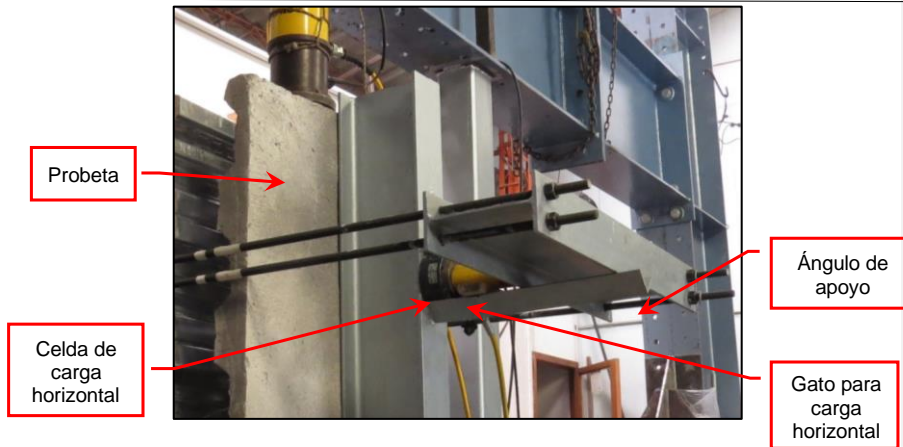


Figura 42. Gato y celda para carga horizontal. Fuente: Elaboración propia

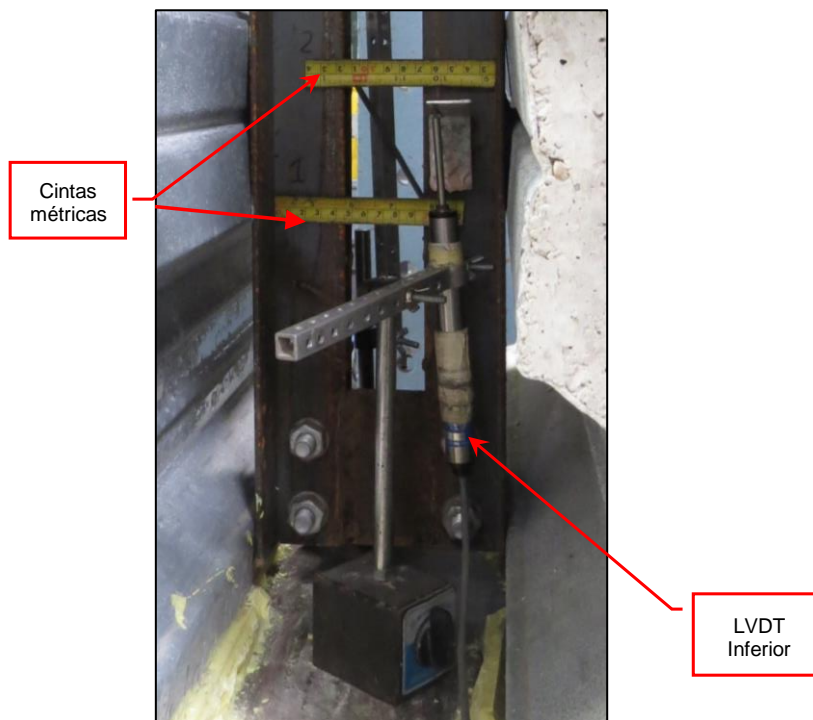


Figura 43. Transductores de desplazamiento lineal inferiores. Fuente: Elaboración propia

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Figura 44. Transductores de desplazamiento lineal inferiores. Fuente: Elaboración propia

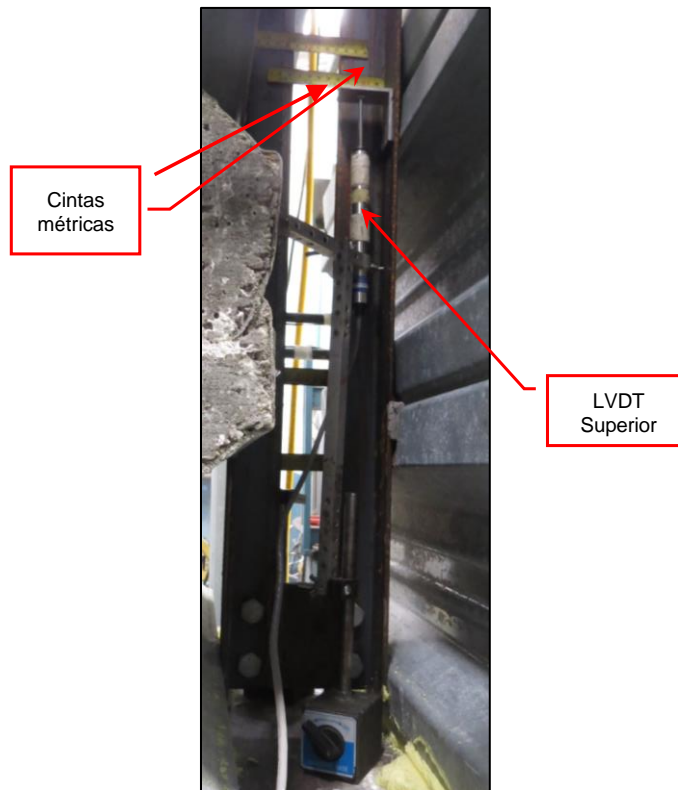


Figura 45. Transductores de desplazamiento lineal superior. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 45 se pueden observar el lector de celda de carga axial vertical y el lector de carga de confinamiento horizontal empleados en el ensayo y en la Figura 46 se puede apreciar el equipo para el registro de datos.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.



Figura 45. Lectores de carga. Fuente: Elaboración propia



Figura 46. Equipo para registro de datos. Fuente: Elaboración propia

En la etapa de fundida y armado de las probetas, se identificó que algunas no tenían una superficie de apoyo totalmente homogéneo y horizontal, por tanto, fue necesario hacer

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

un proceso de alineación de su cara inferior por medio de azufre, tal como se presenta en la Figura 4785 y así de esta manera lograr que la base de la probeta quedara en completo contacto con la base del montaje del ensayo como se puede observar en la Figura 4896.

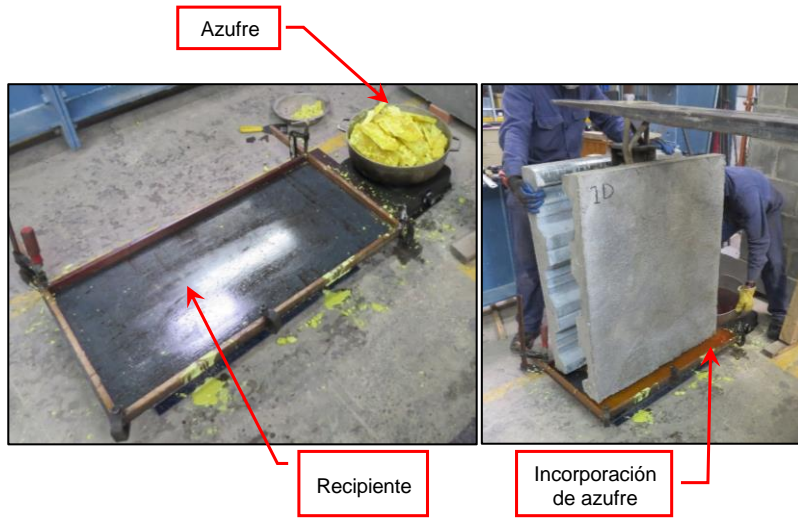


Figura 47. Homogenización base probetas. Fuente: Elaboración propia



Figura 48. Detalle Homogenización base probetas. Fuente: Elaboración propia

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

4.3.6 Procedimiento del ensayo.

El procedimiento de carga usado corresponde al realizado en la investigación del Ingeniero Hoyos (2015). A continuación, se describe la forma en que se aplicó la carga monotónica y la carga horizontal de confinamiento.

La carga axial monotónica se aplicó de forma continua en incrementos de 20 unidades de la celda de carga, una unidad correspondía a 75 kg, por tanto 20 unidades equivalían a 1500 kg (14.7 kN). La carga horizontal de confinamiento se mantuvo entre un 8% y un 20% de la carga axial, iniciando con una carga para ajustar la probeta de 225 kg (2.2 kN).

La carga axial se aplicó hasta que la probeta tomó la máxima, luego esta carga se mantuvo en el tiempo hasta que la probeta presentó un deslizamiento entre el núcleo central de acero y las placas de concreto de aproximadamente 40 mm (espacio máximo que había entre la parte inferior del núcleo central de acero y la superficie inferior de soporte de las placas de concreto). Las lecturas de deslizamientos fueron capturadas por dos (2) transductores de desplazamiento lineal (Lvtd's) y registrados por el equipo de cómputo como se puede ver en la Figura 49.

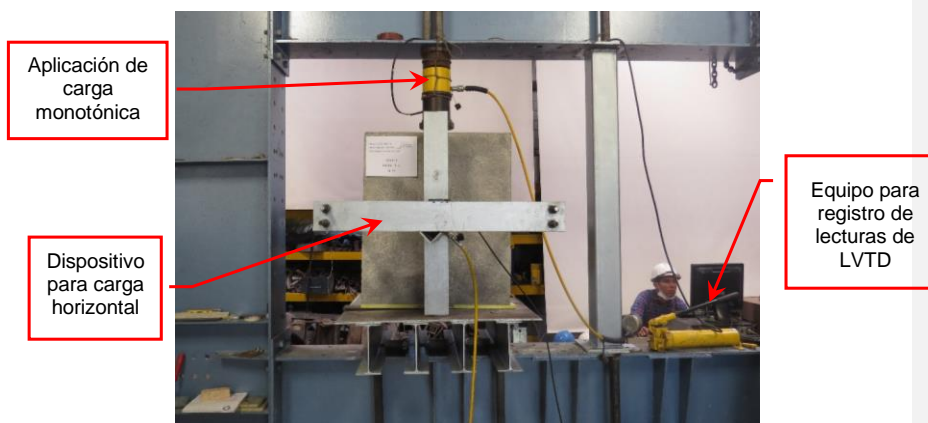


Figura 49. Ensayo de corte directo. Fuente: Elaboración propia

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

5 RESULTADOS EXPERIMENTALES

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de los ensayos de corte directo a todas las probetas fabricadas, realizando la correspondiente explicación y comparación entre resultados, posteriormente se presentarán los mecanismos de falla observados en los ensayos.

5.1 Resultados de los ensayos de corte directo

En la Tabla 3 se presentan las características de cada una de las probetas ensayadas, así como la carga promedio obtenida (Q_{ne}) por cada conector calculada a partir de la máxima carga monotónica axial dividida entre los cuatro (4) de conectores por probeta, también se presenta el deslizamiento promedio de cada probeta. Para todas las probetas la posición del conector fue la débil y todas fueron cargadas por el frente es decir por la parte abierta del canal conector de cortante.

Del comportamiento de las variables que se pueden apreciar en la tabla 3, para las series No. 1 y 3, se puede observar que el conector de 50 mm de longitud aumenta su capacidad a medida que aumenta el espesor de la losa de concreto, caso contrario pasa con el conector de longitud de 113mm el cual disminuye su capacidad cuando se aumenta el espesor de la losa, por otra parte los conectores de 3 pulgadas de alto con longitud de 50mm y 150 mm de espesor de losa resistieron mas que los conectores de 4 pulgadas de alto con la misma longitud y altura de losa.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Tabla 3. Resumen de resultados de los ensayos de corte directo a las probetas

Tabla 3.23.

Resumen de resultados de los ensayos de corte directo a las probetas

Número Probeta	Nombre Probeta	Altura lámina colaborante (pulg.)	Resistencia concreto f_c (Mpa)	Altura conector de cortante (pulg.)	Altura losa de concreto (mm)	Longitud del conector (mm)	Carga promedio por conector Q_{ne} (kN)
S1	P1	S1-P1	2"	21.10	3"	100.00	51.50
S1	P2	S1-P2	2"	21.10	3"	100.00	58.90
S1	P3	S1-P3	2"	21.10	3"	100.00	58.86
S1	P4	S1-P4	2"	21.10	3"	100.00	51.50
S2	P1	S2-P1	2"	21.10	3"	100.00	113.00
S2	P2	S2-P2	2"	21.10	3"	100.00	113.00
S2	P3	S2-P3	2"	21.10	3"	100.00	113.00
S3	P1	S3-P1	2"	21.10	3"	150.00	77.25
S3	P2	S3-P2	2"	21.10	3"	150.00	73.58
S3	P3	S3-P3	2"	21.10	3"	150.00	73.58
S4	P1	S4-P1	2"	21.10	3"	150.00	113.00
S4	P2	S4-P2	2"	21.10	3"	150.00	113.00
S4	P3	S4-P3	2"	21.10	3"	150.00	113.00
S5	P1	S5-P1	3"	21.10	4"	130.00	50.00
S5	P2	S5-P2	3"	21.10	4"	130.00	50.00
S5	P3	S5-P3	3"	21.10	4"	130.00	50.00
S6	P1	S6-P1	3"	21.10	4"	130.00	113.00
S6	P2	S6-P2	3"	21.10	4"	130.00	113.00
S6	P3	S6-P3	3"	21.10	4"	130.00	113.00
S7	P1	S7-P1	3"	21.10	4"	150.00	50.00
S7	P2	S7-P2	3"	21.10	4"	150.00	50.00
S7	P3	S7-P3	3"	21.10	4"	150.00	50.00
S8	P1	S8-P1	3"	21.10	4"	150.00	113.00
S8	P2	S8-P2	3"	21.10	4"	150.00	113.00
S8	P3	S8-P3	3"	21.10	4"	150.00	113.00

Fuente: Elaboración propia

Con formato: Descripción, Sangría: Primera línea: 0 cm

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto, No conservar con el siguiente

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

5.2. Mecanismos de falla

Mecanismos de falla

Mecanismos de falla

~~Una vez evaluadas las capacidades experimentales de los conectores a cortantea continuación se hará la comparación respecto a la capacidad teórica estimada.....mediante el uso de la formulación contenida en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 través de la formula del numeral F.2.9.8.3 del Reglamento NSR-10, para calcular la capacidad del conector embebido en losa maciza y que a falta de investigación se usa normalmente para calcular la capacidad de cualquier conector en canal. En la Para determinar si se está subestimando o sobre estimando el uso de la formulación contenida en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, en la tabla 4 se realiza una comparación de los resultados experimentales con el valor obtenido de la capacidad a corte calculada a través de la formula del numeral F.2.9.8.3 del Reglamento NSR-10~~

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Tabla 4.

~~Resumen de resultados de los ensayos de corte directo a las probetas Comparación capacidad experimental vs capacidad teórica del conector en canal usando la ecuación...~~

Serie N°	Probeta	Lc (mm)	H losa (mm)	tf (mm)	tw (mm)	f'c (MPa)	Ec (MPa)	Qn Observado Promedio por conector(kN)	Qn Estimado NSR-10 (kN)	Porcentaje diferencia experimental Vs. NSR-10
S1	S1-P1	50	100	6.9	4.3	21.34	21,913.02	44.15	92.84	52%
	S1-P2	50	100	6.9	4.3	23.62	23,051.36	51.50	100.17	49%
	S1-P3	50	100	6.9	4.3	25.10	23,762.82	41.85	104.84	60%
	S1-P4	50	100	6.9	4.3	23.62	23,051.36	41.35	100.17	59%
S2	S2-P1	113	100	6.9	4.3	23.62	23,051.36	68.48	226.38	70%
	S2-P2	113	100	6.9	4.3	23.62	23,051.36	77.25	226.38	66%
	S2-P3	113	100	6.9	4.3	23.62	23,051.36	81.69	226.38	64%
S3	S3-P1	50	150	6.9	4.3	24.11	23,288.51	65.27	101.72	36%
	S3-P2	50	150	6.9	4.3	24.11	23,288.51	69.23	101.72	32%
	S3-P3	50	150	6.9	4.3	24.11	23,288.51	68.44	101.72	33%
S4	S4-P1	113	150	6.9	4.3	24.11	23,288.51	87.64	229.88	62%
	S4-P2	113	150	6.9	4.3	24.11	23,288.51	51.50	229.88	78%
	S4-P3	113	150	6.9	4.3	25.10	23,762.82	58.86	236.94	75%
S5	S5-P1	50	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	21.78	114.11	81%
	S5-P2	50	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	18.93	114.11	83%
	S5-P3	50	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	22.18	114.11	81%
S6	S6-P1	113	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	33.16	257.88	87%
	S6-P2	113	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	37.87	257.88	85%
	S6-P3	113	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	26.58	257.88	90%
S7	S7-P1	50	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	24.22	115.48	79%
	S7-P2	50	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	27.24	115.48	76%
	S7-P3	50	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	30.96	115.48	73%
S8	S8-P1	113	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	40.14	260.98	85%
	S8-P2	113	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	44.15	260.98	83%
	S8-P3	113	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	34.03	260.98	87%

Fuente: Elaboración propia

~~Como se puede observar en la anterior tabla, la mejor correlación de resultados se encuentra en las probetas de la serie No. 3 la cual esta especificada con altura de losa de 150 mm, longitud del conector de cortante de 50 mm, altura del conector de 3 pulgadas, altura de la lámina colaborante de 3 pulgadas, obteniendo diferencias entre los valores observados y los calculados del orden de los 33 al 36%, sin embargo los demás resultados demuestran que la formula actual se aparta de los resultados experimentales con valores del más del 80% indicando así una sobre utilización de la formula inicialmente mencionada, demostrando de esta manera la importancia de actualizar las formulaciones del Reglamento NSR-10.~~

Con formato: Justificado, Espacio Después: 6 pto, Conservar con el siguiente

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Mecanismos de falla

Los mecanismos de falla presentados en los ensayos de corte directo (push-out) se compararon con los posibles modos de falla de ensayo normalizado según Eurocódigo 4 mencionados en el Capítulo 2.1 Ensayos de corte directo (push-out) y probetas descritos en el estado del arte de la presente investigación.

5.11.15.2.1 Mecanismo de falla tipo 1 aplastamiento del concreto.

En la mayoría de las probetas se presentó una falla debido al aplastamiento o trituración del concreto que queda embebido justo entre el conector de cortante y el valle de la lámina colaborante, en esta zona es donde se presenta la mayor concentración de esfuerzos y debido a la pequeña porción de concreto dentro del valle y el conector el aplastamiento se produce antes de la deformación excesiva del conector de cortante, en la Figura 50 se puede apreciar la falla por el aplastamiento del concreto.



Figura 50. Aplastamiento del concreto Fuente: elaboración propia

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

5.11.25.2.2 Mecanismo de falla tipo 2 plastificación del conector de cortante.

Una vez presentado el aplastamiento o trituración del concreto, el conector de cortante siguió resistiendo la carga aplicada y esta se mantenía hasta que se llegaba a la falla provocada por la fractura del alma del conector de cortante o a la deformación plástica del conector de cortante, en la Figura 51 se puede apreciar la falla por la plastificación del conector de cortante.

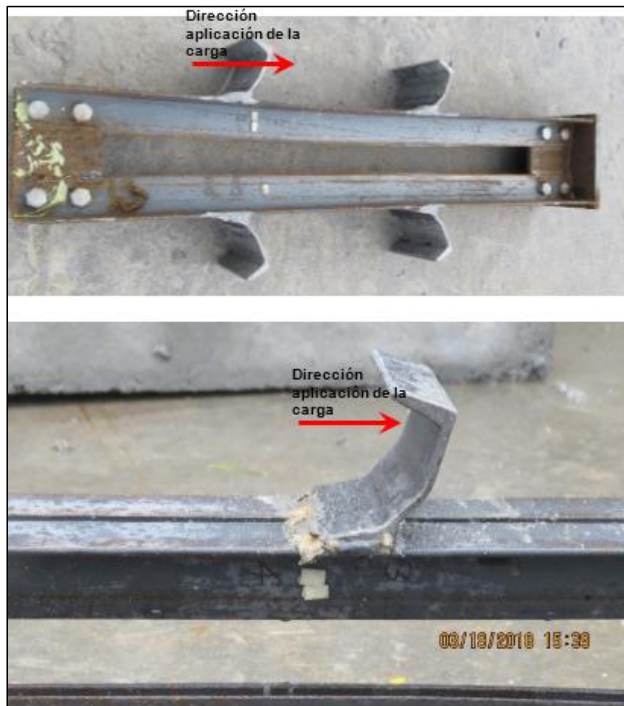


Figura 51. Plastificación del conector de cortante Fuente: elaboración propia

5.11.35.2.3 Mecanismo de falla tipo 3 fractura del alma del conector de cortante.

Este mecanismo de falla se presenta cuando hay una ruptura o fractura del alma ubicada hacia el patín inferior del conector de cortante el cual está unido al perfil principal

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

o vigueta en celosía. En la Figura 52349 se puede apreciar la falla por fractura del alma del conector de cortante. Se pudo evidenciar también que ninguna soldadura de unión entre el conector y la vigueta fallo.



Figura 52. Fractura del alma del conector de cortante Fuente: Elaboración propia.

Este tipo de falla no fue frecuente y se presentó en las canales de 3" de alta y 50 mm de longitud es decir que sucedió en los conectores de menor especificación y espesor del alma.

5.11.45.2.4 Mecanismo de falla tipo 4 abombamiento y desgarramiento de la lámina colaborante.

Este mecanismo de falla se presentó en la mayoría de las probetas y se presentó de manera más crítica en las probetas con mayor espesor de placa (130 y 150 mm), en la Figura 53 se puede apreciar el abombamiento que se produce en la lámina colaborante y en la Figura 54 el desgarramiento que se produce en los huecos que se realiza para el pase de los conectores de cortante.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.



Figura 53. Abombamiento lamina colaborante Fuente: Elaboración propia



Figura 54. Desgarramiento lámina colaborante Fuente: Elaboración propia

5.11.55.2.5 Mecanismo de falla tipo 5 fractura de la losa de concreto.

Este mecanismo de falla se inicia cuando las láminas colaborantes se separaban del concreto debido a los desplazamientos producidos por los incrementos de carga, del mencionado desprendimiento empezaban a aparecer fisuras horizontales ubicadas hacia la cresta de la lámina colaborante debido que en estos puntos es donde existe un

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

menor espesor de placa de concreto, en la Figura 55 se puede apreciar la fractura de la losa y el desprendimiento de la lámina colaborante

después del mencionado desprendimiento empezaban a aparecer fisuras horizontales ubicadas hacia la cresta de la lámina colaborante debido que en estos puntos es donde existe un menor espesor de placa de concreto, en la Figura 56 se puede apreciar la fractura de la losa y el desprendimiento de la lámina colaborante



Figura 55. Fractura de losa y desprendimiento lámina colaborante

También se presentaron fracturas diagonales en el concreto cerca del valle de la lámina colaborante, este tipo de fractura fue común en las probetas con lámina colaborante de 3" de alta y espesor de losa de 150 mm debido a la altura de la lámina y disminución del área de concreto cerca al valle, este tipo de falla se puede observar en la Figura 56.

Con formato: Justificado, Sangría: Primera línea: 0.9 cm

Con formato: Centrado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

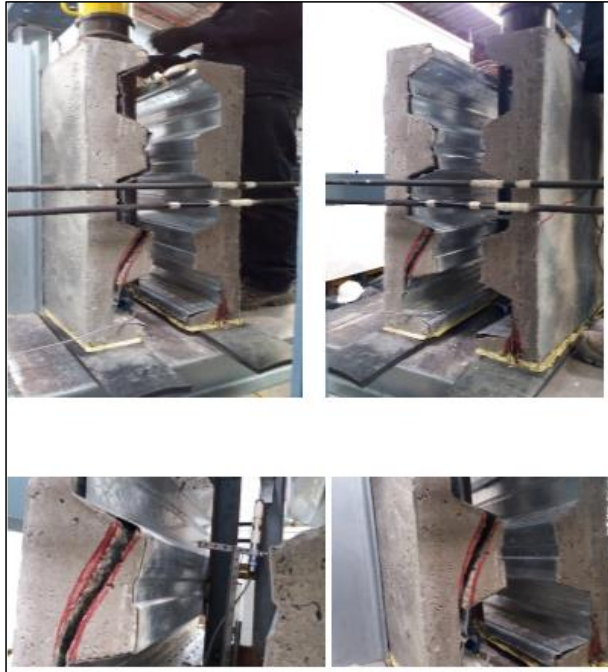


Figura 56. Fractura de losa cerca a valle de lámina colaborante Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se presenta la combinación de los mecanismos de falla observados en las probetas de la serie uno (1) a la serie cuatro (4), y en la Tabla 5 los de la serie cinco (5) a la serie ocho (8).

Con formato: Centrado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

[Tabla 4. Mecanismos de falla serie 1 a serie 4](#)

[Tabla 435.](#)

[Mecanismos de falla serie 1 a serie 4](#)

Nombre Probeta	Falla Observada	Tipo Falla No.
S1-P1	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S1-P2	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S1-P3	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S1-P4	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S2-P1	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S2-P2	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S2-P3	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S3-P1	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S3-P2	Fractura alma de 2 conectores	3
	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
S3-P3	Plastificacion conectores	2
	Fractura alma de 1 conector	3
	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
S4-P1	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
S4-P2	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
	Fractura concreto	5
S4-P3	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto, No conservar con el siguiente

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Mecanismos de falla serie 5 a serie 8

Tabla 546.

Mecanismos de falla serie 5 a serie 8

Nombre Probeta	Falla Observada	Tipo Falla No.
S5-P1	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S5-P2	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
	Fractura concreto	5
S5-P3	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
	Fractura concreto	5
S6-P1	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
	Fractura concreto	5
S6-P2	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
	Fractura concreto	5
S6-P3	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S7-P1	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S7-P2	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S7-P3	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
S8-P1	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion conectores	2
	Fractura concreto	5
S8-P2	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion 2 conectores	2
	Fractura concreto	5
S8-P3	Abombamiento-desgarramiento lamina colaborante	4
	Aplastamiento concreto	1
	Plastificacion 2 conectores	2
	Fractura concreto	5

Fuente: Elaboración propia

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto, No conservar con el siguiente

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

En general los mecanismos de falla observados en la fase experimental para los ensayos de corte directo (push-out) fueron similares a los descritos en el Eurocódigo 4, se puede destacar que en todas las series se presentó abombamiento y desgarramiento de la lámina colaborante, así mismo se puede observar que para las series 1 a 4 en donde se empleó conector de cortante de altura 3 pulgadas y altura de lámina colaborante de 2 pulgadas únicamente se presentó fractura en una sola probeta, caso contrario a lo observado en las series 5 a 8 en donde se empleó conector de cortante de altura 4 pulgadas y lamina colaborante de 3 pulgadas en las cuales se presentó fractura del concreto en 8 probetas.

5.3 Comparación de resultados de ensayo de corte directo con resultados de formulación del Reglamento NSR-10, especificados para conector en canal en losa maciza

Una vez evaluadas las capacidades experimentales de los conectores a cortante tipo canal, se hizo la comparación respecto a la capacidad teórica estimada del conector mediante el uso de la formulación contenida en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 a través de la formula del numeral F.2.9.8.3 que se emplea para calcular la capacidad del conector para losas macizas y que a falta de investigación se usa normalmente para calcular la capacidad de cualquier conector en canal.

La comparación se realizó para determinar si se está subestimando o sobre estimando el uso de la ecuación del Reglamento NSR-10, adicionalmente se creó una columna para comparar con el valor que toman de algunos manuales los diseñadores en donde se recomienda no tomar más del 50% de la capacidad determinada con la ecuación del reglamento NSR-10, a continuación, en la tabla 6 se puede observar las comparaciones mencionadas.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Tabla 6. Comparación capacidad experimental vs capacidad teórica del conector en canal usando la ecuación F.2.9.8.3 NSR-10

Serie N°	Probeta	Altura lámina colaborante (pulg.)	Altura conector de cortante (pulg.)	Lc (mm)	wi/hr	H losa (mm)	tf (mm)	tw (mm)	f'c (MPa)	Ec (MPa)	Qn Observado Promedio por	Qn Estimado NSR-10 (kN)	Qn Recomendación Manuales 50% NSR-10 (kN)	Relación diferencia experimental Vs. NSR-10	Relación diferencia experimental Vs. 50%NSR-10	
S1	S1-P1	2"	3"	50	2.94	100	6.9	4.3	21.00	21,735.51	44.15	91.71	45.86	48%	96%	
	S1-P2	2"	3"	50	2.94	100	6.9	4.3	23.62	23,051.36	51.50	100.17	50.08	51%	103%	
	S1-P3	2"	3"	50	2.94	100	6.9	4.3	25.10	23,762.82	41.85	104.84	52.42	40%	80%	
	S1-P4	2"	3"	50	2.94	100	6.9	4.3	23.62	23,051.36	41.35	100.17	50.08	41%	83%	
	PROMEDIO S1											44.71	99.22	49.61	45%	90%
S2	S2-P1	2"	3"	113	2.94	100	6.9	4.3	23.62	23,051.36	68.48	226.38	113.19	30%	61%	
	S2-P2	2"	3"	113	2.94	100	6.9	4.3	23.62	23,051.36	77.25	226.38	113.19	34%	68%	
	S2-P3	2"	3"	113	2.94	100	6.9	4.3	23.62	23,051.36	81.69	226.38	113.19	36%	72%	
	PROMEDIO S2											75.81	226.38	113.19	33%	67%
S3	S3-P1	2"	3"	50	2.94	150	6.9	4.3	24.11	23,288.51	65.27	101.72	50.86	64%	128%	
	S3-P2	2"	3"	50	2.94	150	6.9	4.3	24.11	23,288.51	69.23	101.72	50.86	68%	136%	
	S3-P3	2"	3"	50	2.94	150	6.9	4.3	24.11	23,288.51	68.44	101.72	50.86	67%	135%	
	PROMEDIO S3											67.65	101.72	50.86	67%	133%
S4	S4-P1	2"	3"	113	2.94	150	6.9	4.3	24.11	23,288.51	87.64	229.88	114.94	38%	76%	
	S4-P2	2"	3"	113	2.94	150	6.9	4.3	24.11	23,288.51	51.50	229.88	114.94	22%	45%	
	S4-P3	2"	3"	113	2.94	150	6.9	4.3	25.10	23,762.82	58.86	236.94	118.47	25%	50%	
	PROMEDIO S4											66.00	232.23	116.12	28%	57%
S5	S5-P1	3"	4"	50	2.01	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	21.78	114.11	57.05	19%	38%	
	S5-P2	3"	4"	50	2.01	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	18.93	114.11	57.05	17%	33%	
	S5-P3	3"	4"	50	2.01	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	22.18	114.11	57.05	19%	39%	
	PROMEDIO S5											20.96	114.11	57.05	18%	37%
S6	S6-P1	3"	4"	113	2.01	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	33.16	257.88	128.94	13%	26%	
	S6-P2	3"	4"	113	2.01	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	37.87	257.88	128.94	15%	29%	
	S6-P3	3"	4"	113	2.01	130	7.5	4.7	25.10	23,762.82	26.58	257.88	128.94	10%	21%	
	PROMEDIO S6											32.53	257.88	128.94	13%	25%
S7	S7-P1	3"	4"	50	2.01	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	24.22	115.48	57.74	21%	42%	
	S7-P2	3"	4"	50	2.01	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	27.24	115.48	57.74	24%	47%	
	S7-P3	3"	4"	50	2.01	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	30.96	115.48	57.74	27%	54%	
	PROMEDIO S7											27.47	115.48	57.74	24%	48%
S8	S8-P1	3"	4"	113	2.01	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	40.14	260.98	130.49	15%	31%	
	S8-P2	3"	4"	113	2.01	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	44.15	260.98	130.49	17%	34%	
	S8-P3	3"	4"	113	2.01	150	7.5	4.7	25.50	23,952.54	34.03	260.98	130.49	13%	26%	
	PROMEDIO S8											39.44	260.98	130.49	15%	30%

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto, No conservar con el siguiente

Con formato: Centrado

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que la ecuación F.2.9.8.3 del Reglamento NSR-10 tiene contempladas

Teniendo en cuenta que la ecuación F.2.9.8.3 del Reglamento NSR-10 tiene contempladas únicamente las variables de la longitud del conector (Lc), el espesor del patin de conector (tf) y el espesor del alma del conector (tf), se analizaran los resultados contenidos en la anterior tabla, que contemplan las mismas variables sin tener en cuenta la altura de la losa y la lámina colaborante, por lo tanto se puede observar para el mejor de los casos que para la serie S1 con longitud de conector de 50 mm y altura de

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

3 pulgadas, la ecuación mencionada se está sobre estimando en un 55% tomando plenamente su resultado, al hacer la reducción del 50% recomendada por algunos manuales la ecuación sigue siendo sobre estimada pero en un 10% lo cual sigue siendo desfavorable, es decir que para este caso el conector realmente resiste el 90% de la capacidad recomendada por algunos manuales. El caso más desfavorable sucede en la serie S6 con longitud de conector de 113 mm y altura de 4 pulgadas, en donde se está sobre estimando la ecuación en un 75% indicando que el conector de este tipo solo resiste el 25% de la capacidad recomendada.

De acuerdo con lo anterior, se recalca no solo la importancia de realizar la presente investigación, adicionalmente que por medio de esta y las anteriores investigaciones se realice una actualización en la ecuación del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 que determine la capacidad de los conectores de cortante tipo canal sobre lamina colaborante empleando viguetas en celosía de forma adecuada.

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

76 METODOLOGÍA FORMULACIÓN DE LA ECUACIÓN DE DISEÑO

En esta sección se explica a detalle la metodología estadística usada para el análisis de los datos y la propuesta de ecuación que permita determinar la capacidad a corte de los conectores de cortante tipo de canal en un sistema de entrepiso de sección compuesta conformados por viguetas en celosía, concreto reforzado y lámina colaborante. En la primera parte se aborda el tratamiento de la información experimental disponible para la construcción de la base de datos, objeto de análisis. Luego se presentan de manera individual las cuatro etapas sobre las cuales se establecen los resultados de esta investigación.

6.1 Tratamiento de los Datos

Luego de la experimentación realizada en laboratorio se registraron los valores obtenidos para cada una de las variables en cada una de las probetas.

Para la experimentación se tomaron una serie de mediciones como la geometría de láminas colaborante de 2" y 3", muestras para confirmar la calidad del concreto de 21 MPa, geometría del conector cortante de 3" y 4"; altura de losa de 100 mm, 130 mm y 150 mm y longitud de conector de 50 mm y 113 mm. Posteriormente se realizó el ensayo de acuerdo con lo descrito de su procedimiento en el numeral 4.3.6 de la presente investigación, durante el mencionado procedimiento de ensayo, se tomaron para cada una de las probetas datos de la deformación LVDT N° 1 (mm); deformación LVDT N° 2 (mm) y deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm); durante el tiempo que tomó el experimento para cada uno de los experimentos cada 2 segundos.

Luego estos valores se utilizaron para calcular el desplazamiento H mayor; desplazamiento H menor; Carga vertical transmitida al grupo de conectores de cortante y Capacidad a corte por conector (Q_n) de trabajo. Estos datos conforman el conjunto de datos con los cuales se construirá la ecuación.

Durante la experimentación se tomaron ocho series de mediciones de tal forma que en la primera de las series se midieron 4 probetas para cada serie y en las siete series restantes se midieron 3 probetas en cada una para un total de 25 probetas. Dentro de la

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

condición del experimento, todas las series utilizaron concreto de 21 MPa y 75 kg de unidad de carga.

6.2 Datos de experimentación

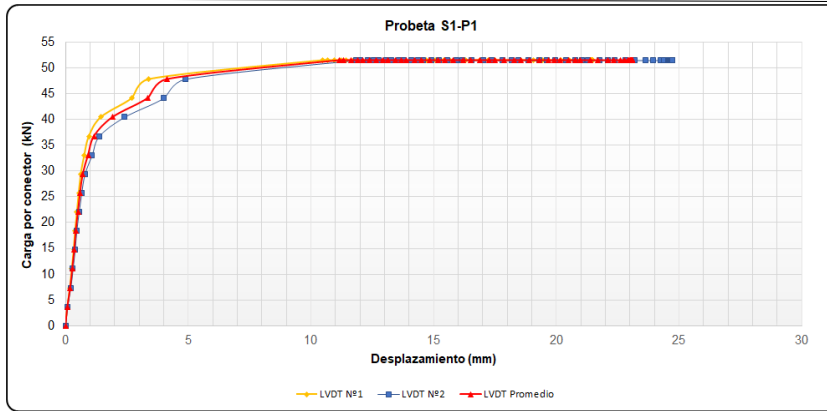
En la Figura 57 se evidencia la recolección de datos de campo junto con los cálculos para establecer los valores de las variables con las cuales se estimará el modelo. En la Figura 58 el ejemplo de los resultados de campo de la probeta uno (1) serie uno (1).

SERIE 1 PROBETA 1		H Mayor= 2.0		Qn (N) = 2000	
LAMINA COLABORANTE	2"	H menor= 2.0	desplazamiento H mayor (mm)= 2.00		
CONCRETO	3000PSI	desplazamiento H menor(mm)= 1.00		desplazamiento (mm)= 5	
CONECTOR DE CORTANTE	3"				
ALTURA LOSA	100mm				
LONGITUD CONECTOR	50mm				
Unidad de carga = 75 kg				Qn (N) Trabajo = 44145	
				desplazamiento (mm)= 3.3526	

item	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2
1	0	0.200	0.000	0.004	0.004	0.000	0.004	0.004	0.004
2	20	69.000	14.715	0.081	-0.077	3.679	0.081	0.077	0.079
3	40	81.000	29.430	0.183	-0.207	7.358	0.183	0.207	0.195
4	60	97.000	44.145	0.260	-0.300	11.036	0.260	0.300	0.280
5	80	111.000	58.860	0.337	-0.385	14.715	0.337	0.385	0.361
6	100	132.000	73.575	0.395	-0.450	18.394	0.395	0.450	0.422
7	120	198.000	88.290	0.469	-0.547	22.073	0.469	0.547	0.508
8	140	206.000	103.005	0.542	-0.652	25.751	0.542	0.652	0.597
9	160	215.000	117.720	0.626	-0.786	29.430	0.626	0.786	0.706
10	180	232.000	132.435	0.769	-1.077	33.109	0.769	1.077	0.923
11	200	245.000	147.150	0.959	-1.373	36.788	0.959	1.373	1.166
12	220	263.500	161.865	1.450	-2.393	40.468	1.450	2.393	1.921
13	240	295.500	176.580	2.709	-3.997	44.145	2.709	3.997	3.353
14	260	312.500	191.295	3.400	-4.871	47.824	3.400	4.871	4.136
15	280	497.000	206.010	10.494	-11.856	51.503	10.494	11.856	11.175
16	300	502.000	206.010	10.670	-12.022	51.503	10.670	12.022	11.346
17	320	507.000	206.010	10.970	-12.306	51.503	10.970	12.306	11.638
18	340	512.000	206.010	11.241	-12.573	51.503	11.241	12.573	11.907
19	360	517.000	206.010	11.442	-12.759	51.503	11.442	12.759	12.101

Figura 57. Ejemplo de recolección de datos en campo Fuente: Elaboración propia

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.



Con formato: Justificado

Figura 58. Ejemplo de resultados probeta 1 serie 1 Fuente. Elaboración propia

De la misma manera se obtiene la información de todos los experimentos lo cuales están en el Anexo G.

Los análisis presentados en el presente trabajo se llevaron a cabo utilizando el software estadístico STATGRAFICS Centurión versión XVI.I y Excel 2016, empleando las variables de la siguiente tabla.

Tabla 7. Lista de variables

Lista de variables

ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
Q_n	Capacidad a corte del conector N (Newton)
f'_c	Resistencia del Concreto Mpa
L_c	Longitud del conector en mm.

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto, Interlineado: sencillo

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

w_r	Ancho promedio del tablero metálico en mm
h_r	Altura del tablero metálico en mm
t_f	Espesor de aleta del conector en canal en mm
t_w	Espesor del alma del conector en canal en mm

Fuente: Elaboración propia

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

6.3 Definición de etapas de análisis

Los aspectos metodológicos de esta investigación se desarrollaron en cuatro etapas, las cuales se describen a continuación. Acotando, que previo a estas etapas se presenta un análisis descriptivo de los datos a partir del uso de tablas y gráficos que describen el comportamiento de las variables presentadas en la Tabla [745](#).

Una vez realizada la recolección de datos en campo y construcción de variables para estimar la ecuación, se llevaron a cabo cuatro etapas para desarrollar el trabajo. La primera de ellas consistió en hacer una reestimación de la ecuación y validación de resultados para verificar que tan ajustada esta la ecuación obtenida por [Rodríguez](#) (2019).

Luego por medio de método estadístico de análisis factorial se verificaron cuáles de los factores afectan la capacidad y como es ese efecto. Una vez conocidos cuales factores son lo que afectan la capacidad se hizo una reestimación y validación de la capacidad a través de modelación elementos finitos. Luego en la cuarta etapa se realizó el análisis comparativo de los resultados de las etapas 1 y 3. Incluyendo estimaciones por intervalo a fin de ver los errores de estimación.

Código de campo cambiado

6.4 Etapa 1. Reestimación de la ecuación y validación de resultados.

Es de interés para la regresión lineal establecer los coeficientes que determinan esta relación, y en función de ello es importante señalar que el ajuste del modelo lineal no solo se limita a dos variables, sino que de manera general se busca relaciones del tipo:

$$Y = f(X_0 + X_1 + \dots + X_k) + \varepsilon \quad (26)$$

Cuando la relación que obtenemos es una combinación lineal de las variables independientes X_0, X_1, \dots, X_k ; salvo una pequeña alteración ε se dice que estamos en presencia de una regresión lineal múltiple. Por lo tanto, el análisis de la regresión lineal se centra en establecer los parámetros desconocidos $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$. Con las cuales se define:

$$Y = \beta_0 X_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (27)$$

Este tipo de modelo tiene múltiples aplicaciones y su interpretación de los resultados obtenidos es sencilla. Sin embargo, hay fenómenos observables que no pueden ser explicados por modelos lineales, por ejemplo, el desarrollo de una teoría en la química o la física, en tales situaciones un modelo no lineal en los parámetros se puede ajustar mejor (Rivas G. y López, 1993).

Si Y se asocia a una sola respuesta, por ejemplo, la concentración de producto de una reacción química de primer orden, la función f puede ser de la forma

$$f(\beta, X) = \beta_0(1 - \exp(-\beta_1 X)) \quad (28)$$

La estimación de los parámetros del modelo no lineal se realizará por medio del Algoritmo De Levenberg-Marquardt (Alm) (Novales 2016), en este algoritmo se determina el error de retro propagación con base en el error cuadrático.

$$F(W^k) = \sum_{k=l}^p (D - g_p^k(X, W))^2 \quad (29)$$

Donde:

- $F(W^k)$, es una función para optimizar. Y es una función estado que durante la evolución dinámica se aproxima a su estado mínimo estable y óptimo.

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

- k , identifica el número de salida de la red y se relaciona con el proceso iterativo, es decir $k = 1, 2, 3, \dots, m$ y m es el número máximo de iteraciones.
- $D = [d_1, d_2, d_3, \dots, d_p]^T$ representa el patrón en el proceso de entrenamiento y corresponde a los valores obtenidos en campo observados en las diferentes probetas t_1, t_2, \dots, t_p .
- p corresponde al número de observaciones.

El ALM se puede aplicar utilizando diferentes desarrollos, entre ellos se pueden mencionar: ajuste por mínimos cuadrados con información a priori para el problema inverso no lineal, expansión de orden uno de la serie de Taylor para el problema inverso no lineal, donde el gradiente se aplica a la función teórica.

Al igual que el procedimiento realizado por (Rodríguez, 2019), en donde [empleó](#) para la formulación de la ecuación, el modelo general de la ecuación propuesta por Hoyos (2015), cuando la lámina se orienta en el sentido perpendicular a la viga de apoyo, para la presente investigación se toma como base el modelo mencionado como ecuación teórica, la cual se puede observar a continuación:

Ecuación teórica:

$$Q_n = a \left(\left(-b\sqrt{f'_c} + c \frac{w_r}{h_r} + dL_c \right) (e(t_w + t_f) + fL_c) \right) \quad (30)$$

Donde

Q_n : Capacidad a corte del conector N (Newton)

f'_c : Capacidad al concreto MPa

L_c : Longitud del conector en mm

$\frac{w_r}{h_r}$: Relación Ancho promedio y Altura del Tablero Metálico

t_w : Espesor del alma del conector en canal en mm

t_f : Espesor de aleta del conector en canal en mm

a : 0.7 (Valor constante de $R_p = 0.7$)

b, c, d, e, f : Parámetros a Estimar

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Para la actual investigación, el análisis de las variables y formulación de la ecuación se realizó mediante el software estadístico STATGRAFICS Centurión versión XVI.1 y Excel 2016, dicho programa emplea el método de regresión no lineal y se [alimentó](#) con los valores de las variables y constantes de la investigación actual, los cuales se pueden apreciar en la siguiente tabla.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Tabla 8. Valores de variables y constantes para reestimación de la ecuación de diseño

Valores de variables y constantes para reestimación de la ecuación de diseño

Serie N°	Nombre Probeta	Qne=5mm(N)	Lc (mm)	Raiz(fc) Mpa	w/hr	H losa (mm)	tf (mm)	tw (mm)	Fy (Mpa)	Fu (Mpa)
S1	S1-P1	44145	50	4.62	2.94	100	6.9	4.3	367.8	511.8
	S1-P2	51503	50	4.86	2.94	100	6.9	4.3	367.8	511.8
	S1-P3	41845	50	5.01	2.94	100	6.9	4.3	367.8	511.8
	S1-P4	41350	50	4.86	2.94	100	6.9	4.3	367.8	511.8
S2	S2-P1	68482	113	4.86	2.94	100	6.9	4.3	367.8	511.8
	S2-P2	77254	113	4.86	2.94	100	6.9	4.3	367.8	511.8
	S2-P3	81690	113	4.86	2.94	100	6.9	4.3	367.8	511.8
S3	S3-P1	65273	50	4.91	2.94	150	6.9	4.3	367.8	511.8
	S3-P2	69229	50	4.91	2.94	150	6.9	4.3	367.8	511.8
	S3-P3	68440	50	4.91	2.94	150	6.9	4.3	367.8	511.8
S4	S4-P1	87639	113	4.91	2.94	150	6.9	4.3	367.8	511.8
	S4-P2	51503	113	4.91	2.94	150	6.9	4.3	367.8	511.8
	S4-P3	58860	113	5.01	2.94	150	6.9	4.3	367.8	511.8
S5	S5-P1	21780	50	5.01	2.01	130	7.5	4.7	327.6	477.6
	S5-P2	18930	50	5.01	2.01	130	7.5	4.7	327.6	477.6
	S5-P3	22183	50	5.01	2.01	130	7.5	4.7	327.6	477.6
S6	S6-P1	33157	113	5.01	2.01	130	7.5	4.7	327.6	477.6
	S6-P2	37870	113	5.01	2.01	130	7.5	4.7	327.6	477.6
	S6-P3	26577	113	5.01	2.01	130	7.5	4.7	327.6	477.6
S7	S7-P1	24220	50	5.05	2.01	150	7.5	4.7	327.6	477.6
	S7-P2	27236	50	5.05	2.01	150	7.5	4.7	327.6	477.6
	S7-P3	30965	50	5.05	2.01	150	7.5	4.7	327.6	477.6
S8	S8-P1	40142	113	5.05	2.01	150	7.5	4.7	327.6	477.6
	S8-P2	44145	113	5.05	2.01	150	7.5	4.7	327.6	477.6
	S8-P3	34034	113	5.05	2.01	150	7.5	4.7	327.6	477.6

Fuente: Elaboración propia

La reestimación de la ecuación se detuvo debido a la convergencia de la suma de cuadrados de residuos, con 7 iteraciones y 54 llamadas de la función. Se fijó 0,4 como el valor de inicialización de los parámetros. En términos de la bondad de ajuste del modelo, se tienen un R-Cuadrada = 77,2034, lo cual indica que el modelo estima un 77% de la variabilidad de la capacidad del conector y el resto es explicado por los residuos. Con este último resultado se puede afirmar que el modelo tiene un ajuste moderado a los datos. Los parámetros estimados son estadísticamente significativos al 95%. Como resultado, se obtuvo la siguiente ecuación:

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto, Interlineado: sencillo

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Ecuación estimada:

$$Q_n = 0.7 \left(\left(-42.6\sqrt{f'_c} + 150.2 \frac{w_r}{h_r} + 0.38L_c \right) (16.1(t_w + t_f) + 0.67L_c) \right)$$

(31)

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Donde

Q_n : Capacidad a corte del conector N (Newton)

f'_c : Resistencia concreto MPa

L_c : Longitud del conector en mm

$\frac{w_r}{h_r}$: Relación Ancho promedio y Altura del Tablero Metálico

t_w : Espesor del alma del conector en canal en mm

t_f : Espesor de aleta del conector en canal en mm

Adicionalmente se validan los supuestos del modelo, incluyendo la verificación de normalidad de los residuos basados en el test de Shapiro-Wilks en el que se tienen evidencia al 95% de confianza para afirmar que los residuos tienen una distribución normal ($p - valor = 0.723 < \alpha = 0.005$. *No rechazo la hipótesis nula*), en la figura [55960](#), a manera de ejemplo se puede apreciar los resultados del programa empleado para la formulación de la ecuación.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

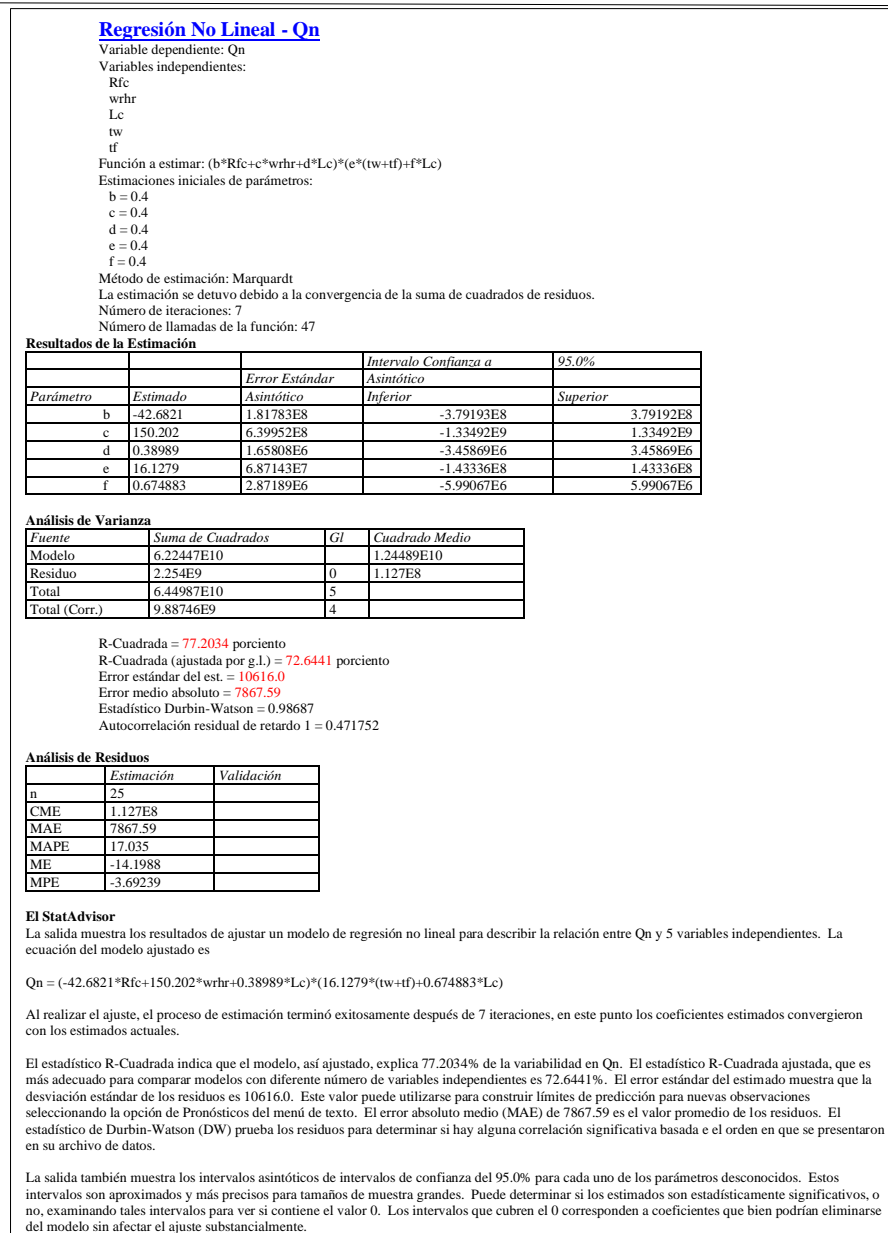


Figura 595960106. Resultados regresión no lineal. Fuente elaboración propia

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

6.4.1 Comparación de Estimaciones y Valores Observados.

En esta sección se realiza una comparación de los valores de capacidad a corte de los conectores de cortante observados en los ensayos de la presente investigación, los resultados obtenidos de valores de capacidad a corte del conector por medio de la ecuación de Rodríguez (2019), la cual en este documento se llamará RGT y por último los resultados obtenidos por medio de la ecuación reestimada en este trabajo.

Tabla 9. Comparación resultados Q_n RGT / Q_n Ecuación Reestimada
Comparación resultados Q_n RGT / Q_n Ecuación Reestimada

Serie N°	Qn_Observado (kN)	Qn_RGT (kN)	Qn_Ecuacion	Diferencia Qn
			Reestimada (kN)	RGT/Qn Ec Reestimada
S1-P1	44.15	39.62	39.48	0.35%
S1-P2	51.50	38.08	37.95	0.34%
S1-P3	41.85	37.12	36.99	0.33%
S1-P4	41.35	38.08	37.95	0.34%
S2-P1	68.48	50.04	49.73	0.61%
S2-P2	77.25	50.04	49.73	0.61%
S2-P3	81.69	50.04	49.73	0.61%
S3-P1	65.27	37.76	37.63	0.34%
S3-P2	69.23	37.76	37.63	0.34%
S3-P3	68.44	37.76	37.63	0.34%
S4-P1	87.64	49.65	49.35	0.61%
S4-P2	51.50	49.65	49.35	0.61%
S4-P3	58.86	48.89	48.59	0.61%
S5-P1	21.78	17.36	17.30	0.39%
S5-P2	18.93	17.36	17.30	0.39%
S5-P3	22.18	17.36	17.30	0.39%
S6-P1	33.16	25.28	25.03	0.99%
S6-P2	37.87	25.28	25.03	0.99%
S6-P3	26.58	25.28	25.03	0.99%
S7-P1	24.22	17.09	17.02	0.38%
S7-P2	27.24	17.09	17.02	0.38%
S7-P3	30.96	17.09	17.02	0.38%
S8-P1	40.14	24.96	24.71	0.99%
S8-P2	44.15	24.96	24.71	0.99%
S8-P3	34.03	24.96	24.71	0.99%

Fuente: Elaboración propia

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto, Interlineado: sencillo

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Como lo evidencia la tabla No 9, la función de Q_n reestimada presenta valores con diferencias mínimas en relación con los resultados de la ecuación RGT siendo menores estas del 1%, es decir, gran parte de su dominio se comporta de forma similar a los valores de Q_n-RGT . También se observa que para algunos puntos del dominio corresponden en ambas funciones tanto máximos como mínimos locales. En general, se puede decir que los parámetros estimados en la ecuación para esta investigación dan resultados muy próximos a los obtenidos por la ecuación de RGT.

6.5 Etapa 2. verificación de los factores que afectan la capacidad y su efecto.

Un segundo aspecto importante que considerar es cuales de las variables o factores afectan, y como, la capacidad a corte del conector (Q_n).

En este sentido, se emplearon los diseños factoriales los cuales son aquellos aplicados a experimentos donde intervienen dos o más factores y que en cada ensayo o repetición completa del experimento se investigan todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores. Así, el efecto de un factor se define como el cambio en la respuesta producido por un cambio en el nivel del factor, denominado efecto principal (Montgomery, 2006).

En algunos experimentos puede encontrarse que la diferencia en la respuesta entre los niveles de un factor no es la misma para todos los niveles de otros factores, llamándose esto efecto interacción entre los factores. (Melo, Lopez, & Melo, 2007) además, es bastante probable encontrar resultados en los que el análisis de varianza apropiado resulte en efectos principales significativos y no los efectos de interacción.

Esta etapa de la investigación se centra en definir cuáles de los niveles de los factores incluidos en la investigación producen cambios en la capacidad a corte del conector de cortante.

A continuación, se plantea el modelo para el Diseño Factorial de tres factores.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

6.5.1 Modelo estadístico lineal (Efectos Fijos).

$$Y_{ijk_r} = \mu + \tau_i + \beta_j + \delta_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\delta)_{ik} + (\delta\beta)_{kj} + \varepsilon_{ijk_r} \quad (32)$$

Con

$$\begin{cases} i = a: 50, b: 113 \\ j = a: 2.94, b: 2.01 \\ k = a: 100, b: 130, c: 150 \\ r = 1, \dots, 3 \end{cases}$$

Donde;

Y_{ijk_r} = Capacidad a corte del conector en Newton del i -ésimo efecto de la longitud del conector en mm, el j -ésimo efecto de la relación Ancho promedio y Altura del tablero metálico, y el k -ésimo efecto de la altura de la losa mm en la r -ésima repetición.

μ = Capacidad a corte del conector en Newton

τ_i = Efecto de la i -ésima Longitud del conector en mm

β_j = Efecto del j -ésimo nivel de relación Ancho promedio y Altura del tablero metálico.

δ_k = Efecto del k -ésimo nivel de la altura de la losa mm

$(\tau\beta)_{ij}; (\tau\delta)_{ik}; (\delta\beta)_{kj}$ = Efectos de interacción doble.

ε_{ijk_r} = Término de error aleatorio, donde $\varepsilon_{ijk_r} \sim N(0, \sigma^2)$

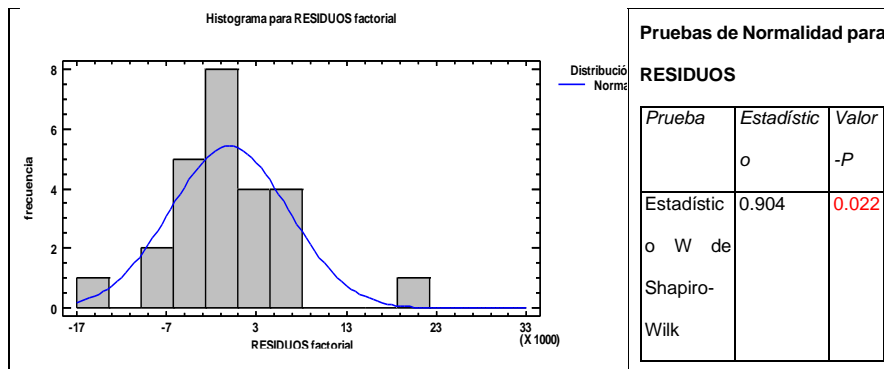


Figura 606061108. Distribucionalidad de los residuos del modelo para Q_n . Fuente: Elaboración propia.

Es importante aclarar que se analizó el diseño factorial 2^k con los datos originales, basado en el análisis descriptivo de los datos. Este modelo estimado no cumplió con el

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

supuesto de Normalidad del modelo y basado en los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk el p-valor más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que residuos del modelo provienen de una distribución normal con 95% de confianza. Esto puede visualizarse en la Figura [60458](#). El resto de los supuestos no se verifican hasta tanto no se corrija la falta de normalidad de los residuos.

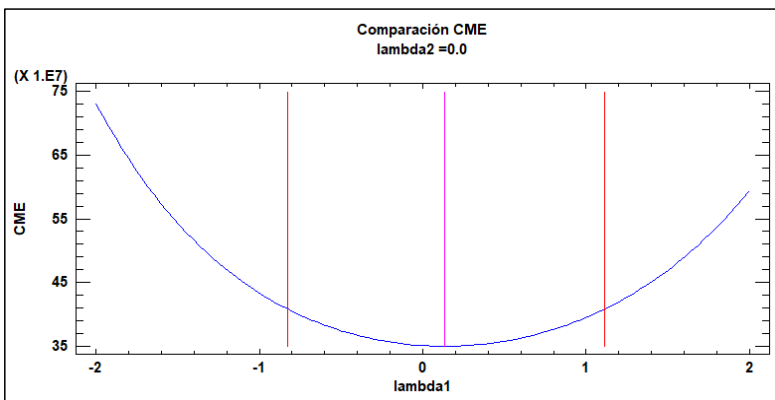


Figura [61](#). Transformación Box- Cox. Fuente_ Elaboración propia.

En este orden de ideas, se hace uso del resultado de la transformación de Box-Cox, en el que el valor de lambda cercano a 0 indica que la mejor transformación de los datos en pro de la normalidad es aplicar el logaritmo natural. Por lo cual se aplica la transformación \ln a los datos y se analizan sus salidas solo para efectos de pruebas de hipótesis; usándose los datos originales para el resto del estudio, esto puede observarse en Figura [61](#).

A continuación se presenta el modelo estimado, considerando los efectos de interacción, validación de los supuestos del modelo y el análisis de comparaciones múltiples de medias.

6.5.2 Hipótesis por contrastar.

En el caso de las hipótesis para las interacciones dobles, veamos un caso particular, el efecto de la Longitud del conector en mm en los distintos niveles de la relación Ancho

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

promedio y Altura del Tablero Metálico es igual para todos los casos versus es distinto para al menos una de las combinaciones de niveles de los factores.

$$H_0: (\tau\beta)_{ij} = 0 \quad (33)$$

$$H_1 = \text{al menos un } (\tau\beta)_{ij} \neq 0$$

Adicionalmente, se consideran las hipótesis para los efectos principales. Es importante acotar que la interacción de tercer orden no es considerada por la falta de grados de libertad para las estimaciones de los efectos.

Nivel de significación: $\alpha=0,05$

Tabla 10910-Tabla 10.- Análisis de varianza para Q_n, I_n . Suma de cuadrados tipo III

Análisis de varianza para Q_n, I_n . Suma de cuadrados tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS					
PRINCIPALES					
A: Lc_f	0.148318	1	0.148318	38.68	0.0000
B: wr/hr_f	0.277278	1	0.277278	72.31	0.0000
C: Hlosa_f	0.040451	2	0.0202255	5.27	0.0165
INTERACCIONES					
AB	0.023958	1	0.023958	6.25	0.0230
AC	0.0514436	2	0.0257218	6.71	0.0071
RESIDUOS	0.0651921	17	0.00383483		
TOTAL	0.915614	24			
(CORREGIDO)					

Fuente: Elaboración propia.

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual. La combinación BC se omite por ser una combinación lineal de otros factores.

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto, Interlineado: sencillo, No conservar con el siguiente

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

De la Tabla 10 se concluye que hay iteraciones dobles significativas al 95% de confianza (P-valores menores a $\alpha=0,05$), es decir, la longitud de conector en los distintos niveles de la relación altura y ancho, la longitud del conector a los distintos niveles del espesor de la losa afecta la capacidad del conector. Y es sobre estos factores que se centra el análisis de comparaciones múltiples de medias, aplicando el Método de Tuckey.

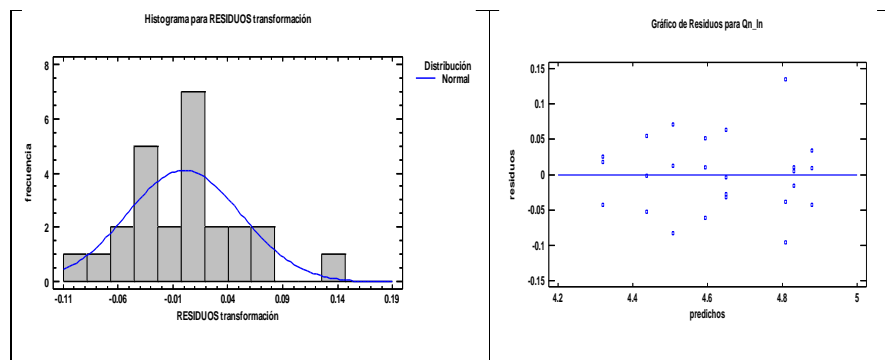


Figura 626263110. Distribucionalidad de los residuos del modelo para Q_n transformada. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 602 muestra que se valida el supuesto de Normalidad con la transformación \ln de la variable respuesta. Adicionalmente se obtienen la prueba de Shapiro-Wilk, en el que el p -valor= $0.866 > \alpha=0,05$, no se puede rechazar la idea de que RESIDUOS transformación proviene de una distribución normal con 95% de confianza. Y en términos de la validación de homogeneidad de los residuos, los valores observados versus las predicciones no presentan ningún patrón sistemático que indique falta de homocedasticidad de las varianzas en los residuos.

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

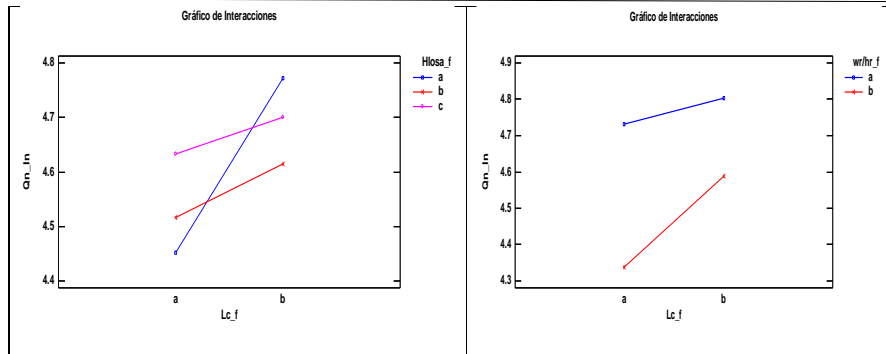


Figura 636364144. Interacciones de dobles significancias para Q_n transformada. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las gráficas de interacciones dobles rechazan la hipótesis de paralelismo, lo cual implica la existencia de efectos de interacción significativamente distinta para algunas de las combinaciones de niveles de los factores con una confianza del 95%. La Figura 6344 muestra que, la mayor capacidad a corte del conector se obtiene cuando se dispone de la longitud del conector de 113 mm y a una altura de losa de 100mm. Además, este máximo valor de capacidad se obtiene en una longitud del conector de 113 mm y una relación ancho promedio y alto del tablero metálico de 2.94 es decir para altura de lámina colaborante de 2 pulgadas.

Tabla 11. Medias por mínimos cuadrados para Q_n - L_n con intervalos de confianza del 95.0%.

Tabla 111011.

Medias por mínimos cuadrados para Q_n - L_n con intervalos de confianza del 95.0%.

Nivel	Casos	Media	Error		
			Est.	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GLOBAL	25	4.61495			
Lc_f					
a	13	4.53418	0.0178765	4.49646	4.5719
b	12	4.69571	0.0188435	4.65596	4.73547
wr/hr_f					
a	13	4.76695	0.0220959	4.72034	4.81357
b	12	4.46294	0.0220959	4.41632	4.50956
Hlosa_f					
a	7	4.61162	0.0296448	4.54908	4.67417
b	6	4.56611	0.030963	4.50078	4.63144
c	12	4.66711	0.0178765	4.62939	4.70482

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto, Interlineado: sencillo, No conservar con el siguiente

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

	Lc_f por wr/hr_f				
	a,a	7	4.73087	0.030963	4.66554 4.7962
	a,b	6	4.33749	0.030963	4.27216 4.40282
	b,a	6	4.80304	0.0315312	4.73651 4.86956
	b,b	6	4.58839	0.0315312	4.52186 4.65491
	Lc_f por Hlosa_f				
	a,a	4	4.45202	0.0399731	4.36768 4.53635
	a,b	3	4.5171	0.0437883	4.42471 4.60949
	a,c	6	4.63342	0.0252812	4.58008 4.68676
Fuente:	b,a	3	4.77123	0.0437883	4.67884 4.86361
	b,b	3	4.61512	0.0437883	4.52273 4.7075
propia.	b,c	6	4.70079	0.0252812	4.64745 4.75413

Elaboración

De la Tabla 11 también se puede evidenciar que al realizar la combinación de la longitud de conector de 113 mm (b) y la relación wr/hr de 2.94 (a) presenta la mayor media, es decir que dicha combinación afecta en mayor capacidad la capacidad del conector de cortante.

6.6 Etapa 3. Reestimación y validación de la capacidad del conector a través de la modelación de elementos finitos.

6.6

Para esta etapa se desarrollaron modelos de todas las series mediante el método de los elementos finitos, para lo cual se empleó el software ANSYS R2019.3. dentro de este proceso se tiene como primera parte la caracterización del modelo en donde se definieron el tipo de elementos, los materiales, las condiciones de frontera y una segunda y última parte que es la visualización de los resultados y comparación con los resultados obtenidos en la fase experimental.

En este apartado se establece una descripción general del tipo de elementos utilizados para la construcción del modelo, los materiales empleados, las propiedades mecánicas, los modelos utilizados para el comportamiento de los materiales, la generación de las geometrías mediante el uso de software CAD y el tipo de análisis empleado. Para finalizar, se establece una comparación de los resultados obtenidos en la simulación con los ensayos realizados durante la fase experimental.

Para el modelo de elementos finitos se consideró el uso de la probeta de la serie 2 previamente explicada. Se estableció el conector de longitud de 3 pulgadas y 113 mm de

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0.63 cm, Sin viñetas ni numeración

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrespiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

longitud, con lámina colaborante de 2 pulgadas y una altura de losa de concreto de 100 mm la descripción de la probeta puede verse en la Figura 6452.

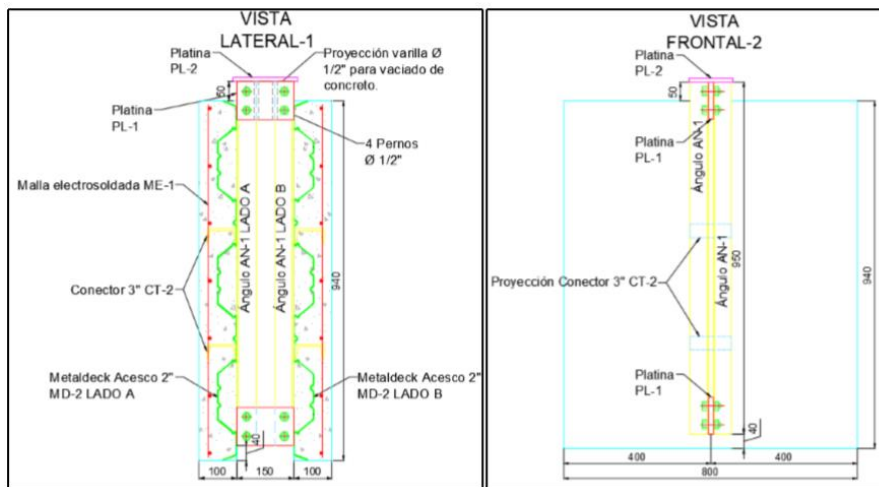


Figura 64. Probeta serie 2, vista formal y lateral. Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de reducir la carga computacional se estableció la simplificación del modelo a solo la simulación de la mitad de la probeta reduciendo así la cantidad de elementos en el modelo haciendo uso de las simetrías presentes en este. Además, de la reducción de los redondeos tanto para la geometría del concreto como para el conector de cortante.

6.6.1 Generación de la Malla.

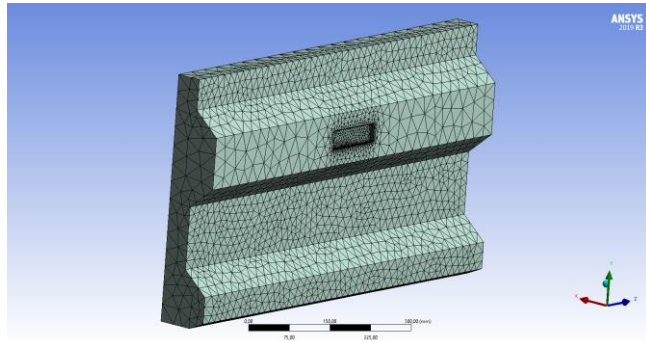
Para la generación de la malla se estableció el uso de elementos tetraédricos con el fin de tener uniformidad en el tipo de elementos. Además, de establecer los valores de número de elementos con el fin de refinar las mallas en las regiones donde se requiere visualizar con más detalle los resultados.

Las regiones donde se enfatizó la malla fueron la geometría del conector y la superficie de contacto entre el conector y el concreto, donde se establecieron 5 mm de tamaño mínimo para el conector; y para el concreto se establecieron controles de proximidad y

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

curvatura con el fin de refinar la malla adyacente a la superficie de contacto del conector, adicionalmente, para el control global de mallado se estableció 40 mm de tamaño máximo de elemento; dando como resultado un total de 43289 elementos los cuales representan el número de partes en las que se dividió el modelo a partir de las condiciones anteriormente mencionadas.

Las mallas generadas para las geometrías mencionadas se pueden visualizar en la Figura 6563.



Con formato: Justificado, Sangría: Primera línea: 0.5 cm, Espacio Después: 0 pto, Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

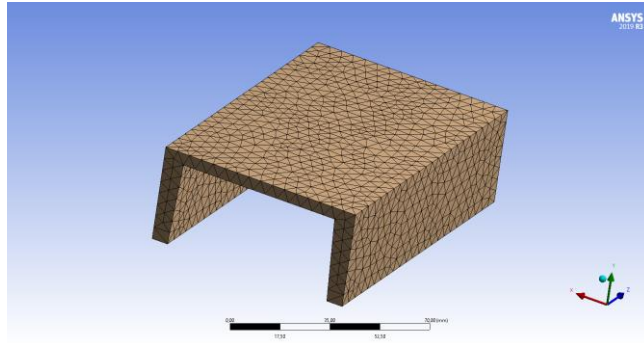


Figura [656566413](#). Detalles de las mallas generadas para la geometría. Fuente: Elaboración propia.

6.6.2 Condiciones de frontera.

Teniendo en cuenta las condiciones del ensayo de la probeta de corte directo, se establecieron las siguientes condiciones:

- En la parte inferior de la losa de concreto se restringió en su totalidad el desplazamiento de los ejes x, y y z. En ANSYS es *Fixed support* el cual genera la restricción necesaria.
- Debido a que el modelo de media probeta de corte directo se limitó al uso de desplazamientos únicamente en los ejes x y z, la restricción utilizada en ANSYS es la de *Frictionless support*, la cual restringe únicamente el movimiento en la dirección normal a la cara restringida.
- Debido a la presencia de simetría en la parte media del modelo se estableció una región de simetría para la simplificación del modelo, para este caso se estableció la condición se *Symmetry region*.
- Para simular la aplicación de la carga a la probeta, se estableció que la carga se aplicara de manera gradual en la base del conector de acero. La aplicación de la carga se estableció en el eje vertical, el cual corresponde al eje y. Las etapas de aplicación de la carga se muestran en la [Figura 6674](#), dichas etapas fueron establecidas a partir de los

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

datos de tiempo desplazamiento obtenidas de la fase experimental, estableciendo una equivalencia para de esta manera reducir el tiempo de cómputo. La Gráfica Tiempo-Desplazamiento se muestra en la Figura 67.

	Steps	Time [s]	✓ [A] Displacement (Y) [mm]
1	1	0,	0,
2	1	0,1301	0,2969
3	2	0,1872	0,4561
4	3	0,21	0,5264
5	4	0,2283	0,5929
6	5	0,2557	0,7013
7	6	0,2739	0,7604
8	7	0,2877	0,8442
9	8	0,3881	1,2078
10	9	0,4886	1,042
11	10	0,589	1,1844
12	11	0,621	1,3729
13	12	0,6621	1,654
14	13	0,7032	1,9914
15	14	0,7762	2,6612
16	15	0,8995	4,1377
17	16	1,	5,

Figura 66. Desplazamientos aplicados sobre el conector. Fuente: Elaboración propia.

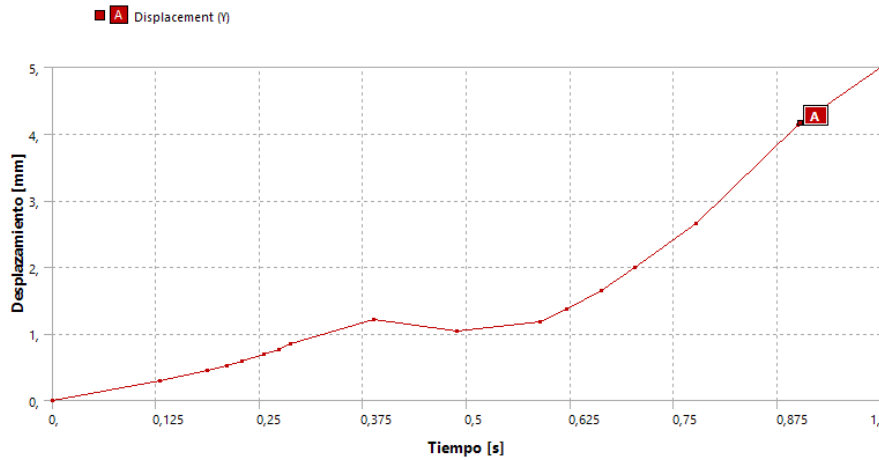


Figura 67. Gráfica tiempo-desplazamiento aplicados en el modelo. Fuente: Elaboración propia.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

6.6.3 Caracterización del modelo.

Como se mencionó con anterioridad para la simplificación del modelo se hace uso de las simetrías presentes en este. Además, de la simplificación de los redondeos, la geometría y la discretización de la malla se presentan a continuación:

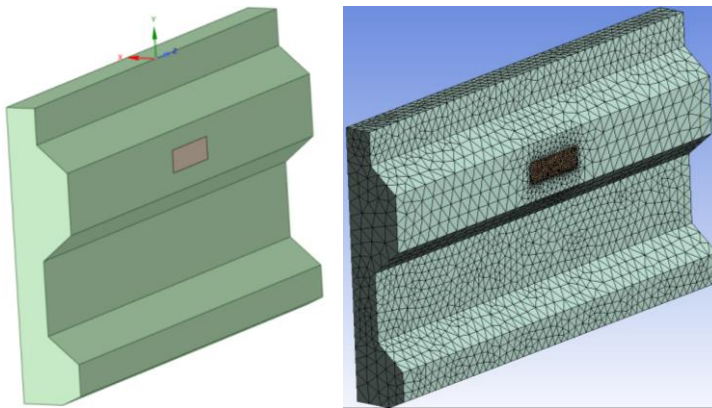


Figura 68. Geometría del elemento SOLID187. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 68 se muestra la geometría modelada en ANSYS, cabe recalcar que la construcción de los modelos fue realizada haciendo uso del entorno CAD de ANSYS (SpaceClaim) garantizando de esta manera la continuidad de los modelos generados. La Figura de la izquierda muestra la parte simplificada de la geometría, mientras que la Figura de la derecha muestra la caracterización de la geometría en elementos más pequeños en este caso se usaron elementos tetraédricos.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

6.6.3.1 Tipos de elementos.

Para el caso de la simulación de los materiales se utilizó el elemento SOLID187. El elemento está definido por 10 nodos que tienen tres grados de libertad en cada nodo: traslaciones en las direcciones nodal x, y z. El elemento tiene plasticidad, hiperelasticidad, fluencia, rigidez de tensión, gran desviación y grandes capacidades de deformación. También tiene capacidad de formulación mixta para simular deformaciones de materiales elastoplásticos casi incompresibles y materiales hiperelásticos totalmente incompresibles. Los detalles geométricos del elemento se muestran en la Figura 69.

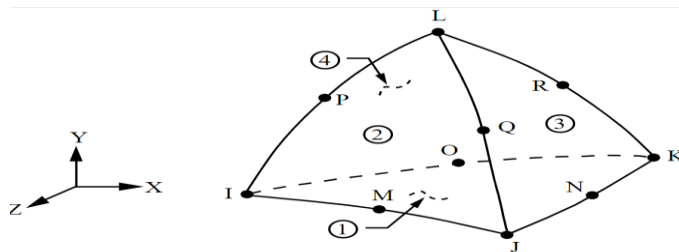


Figura 69. Geometría del elemento SOLID187. Fuente: Elaboración propia.

6.6.1.36.6.1.2 Concreto.

Para la simulación del concreto se tomó la referencia del promedio de las tomas experimentales realizadas con anterioridad a las probetas de concreto. Determinando que el módulo de Young es de **21735 MPa** y la capacidad promedio $f'c$ es de **20,46 MPa**. Los detalles de la asignación del concreto en ANSYS se muestran en la Figura 70.

Con formato: Centrado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

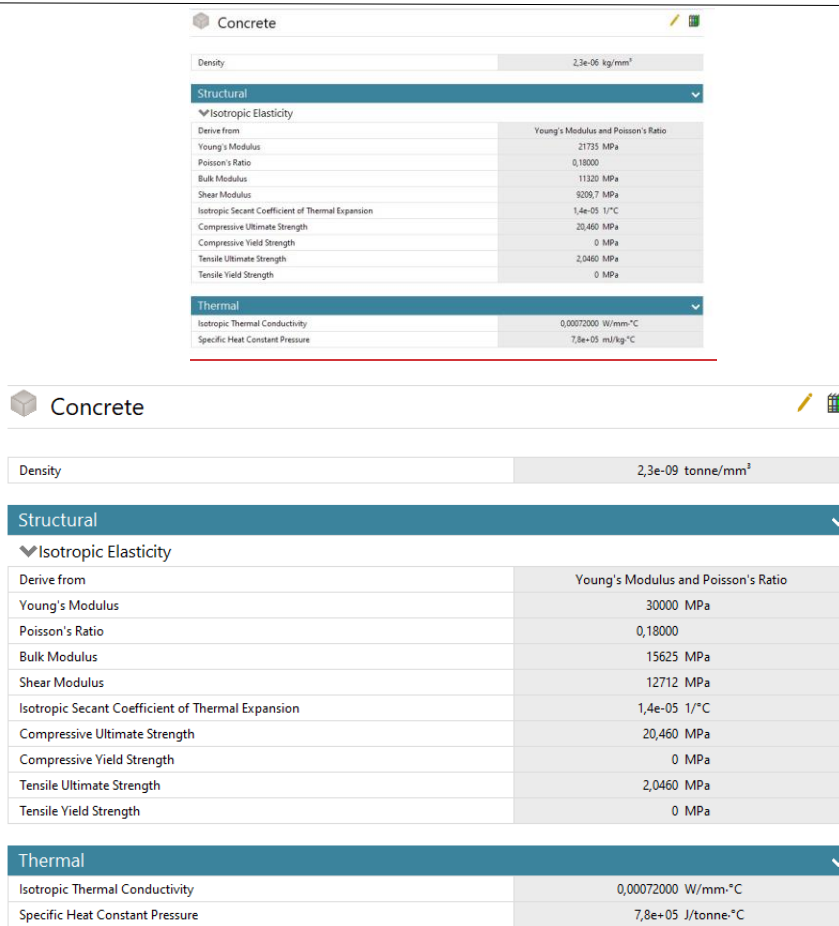


Figura 70. Asignación del concreto en ANSYS. Fuente: Elaboración propia.

6.6.1.46.6.1.3 Acero.

Para la simulación del conector de tipo canal, se utilizó un perfil de tipo C 3" x 4.1, modelado con el elemento tridimensional SOLID187.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Debido a que se requiere verificar el comportamiento de manera lineal, se introdujeron las propiedades mecánicas. El valor del módulo de elasticidad es de 200000 MPa y una capacidad a la fluencia de $367,8 \text{ MPa}$ de acuerdo con los resultados experimentales obtenidos con anterioridad. Los detalles de la asignación de acero en ANSYS se muestran en la Figura 71.

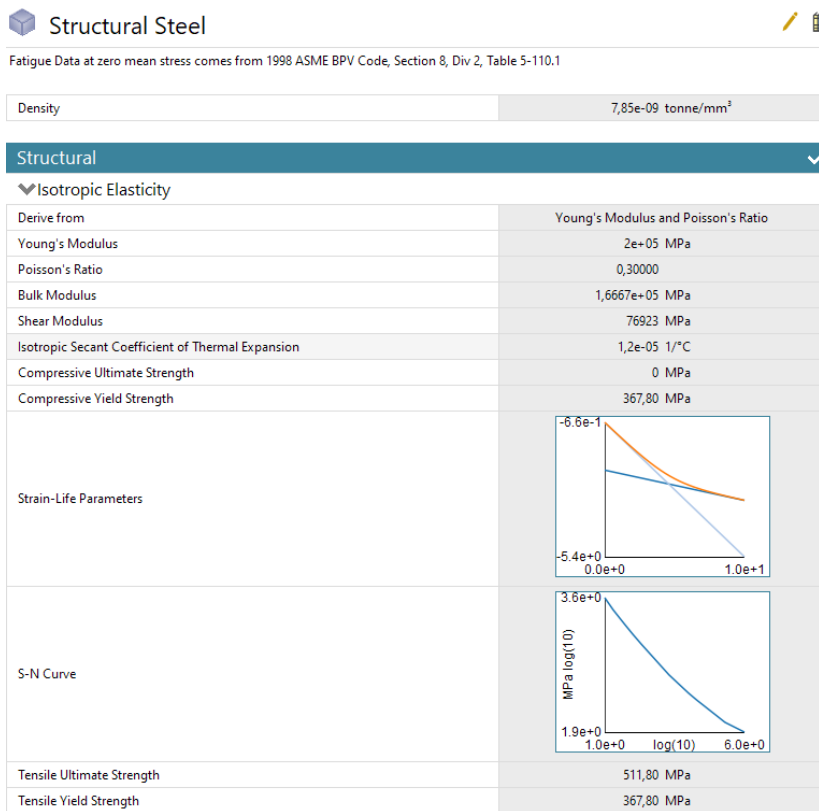


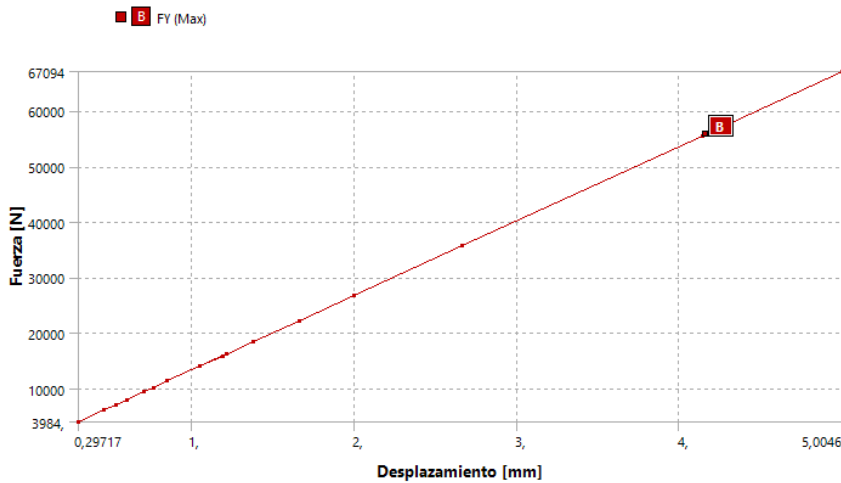
Figura 71. Asignación del acero en ANSYS. Fuente: Elaboración propia.

6.6.4 Resultados.

Se calcularon las fuerzas de reacción verticales para los desplazamientos ingresados mediante las condiciones de frontera, registrando de esta manera la Gráfica de fuerza-desplazamiento para el modelo, esto puede evidenciarse en la Figura 7230. De acuerdo

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

con lo registrado en fase experimental la carga máxima registrada para la probeta S2-P1 es de 68481.7 N, asimismo los resultados obtenidos del modelo determinaron que el valor de fuerza resultante usando el modelo de elementos finitos fue de 67001 N. Este resultado corresponde al 2,1611,60% de error con respecto al promedio de resultados de la mencionada serie. Por lo tanto, se encuentra que el resultado obtenido es muy cercano al valor experimental.



Con formato: Centrado

Figura 72. fuerza-desplazamiento del modelo. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 73 se muestran los esfuerzos de Von Mises en el conector de cortante, donde se puede apreciar la intensidad de los esfuerzos en la proximidad de la base del conector donde se aplica la carga se presentan grandes esfuerzos los cuales superan en gran medida el esfuerzo de fluencia.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

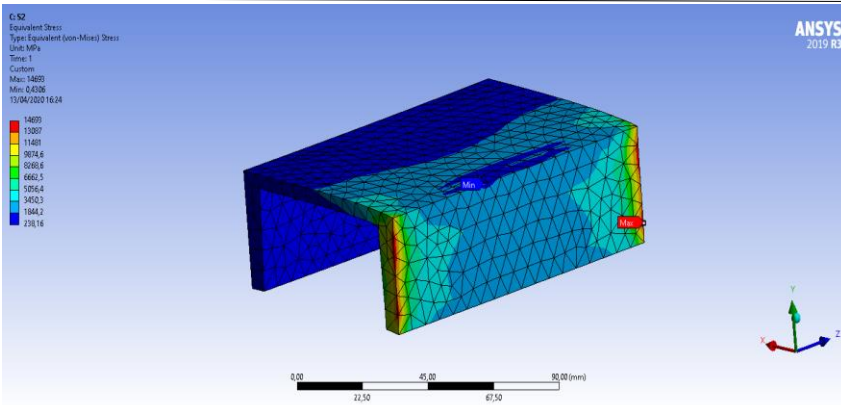


Figura 73. Esfuerzos de Von Mises presentes en el conector de cortante. Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se presenta la Gráfica 74 esfuerzo-desplazamiento presente en el modelo de elementos finitos del material presente en el conector de cortante.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

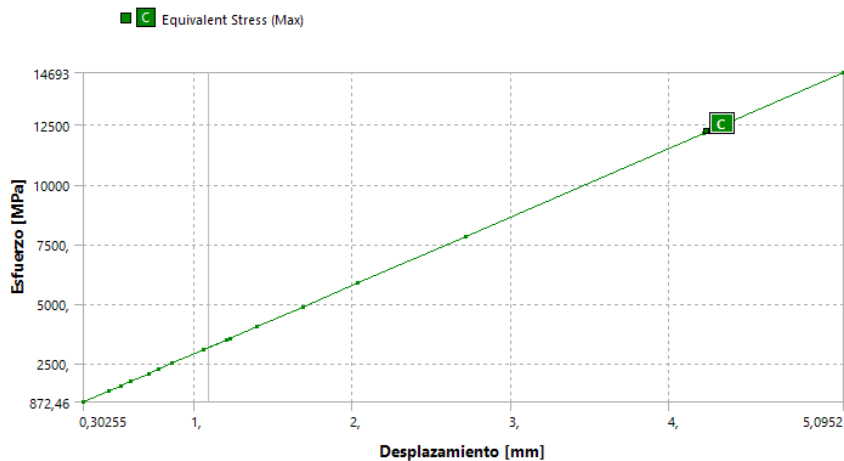


Figura 74. Esfuerzo-Desplazamiento para el conector del cortante. Fuente: Elaboración propia.

Se pueden verificar los esfuerzos presentes en el concreto, en la Figura 75, se puede evidenciar como los esfuerzos se concentran en el área de contacto con el conector donde se aplicaron las cargas durante la simulación del modelo adicionalmente se evidencia como evidentemente los esfuerzos superan de manera significativa el valor del esfuerzo último del concreto.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

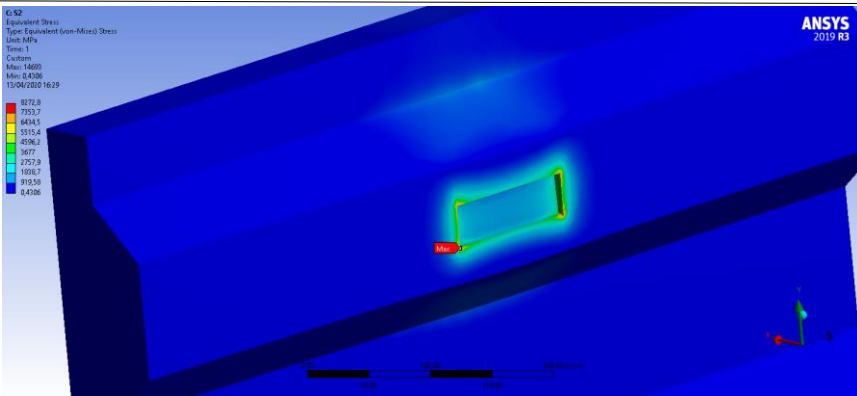


Figura 75. Esfuerzo de Von Mises presentes en el concreto. Fuente: Elaboración propia.

Con base a lo mostrado anteriormente se realizó el mismo procedimiento para cada uno de los tipos de probeta realizadas para la fase experimental. A continuación, se muestra la diferencia presente entre los valores de fuerza máxima por conector vs la registrada por el método de elementos finitos.

A manera de ejemplo, en el anexo H se pueden observar los datos de entrada y salida de la modelación por elementos finitos, extraído del programa Ansys.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Tabla 12. Comparación de los resultados experimentales y resultados elementos finitos para las probetas analizadas.

Serie N°	Probeta	Q _{ne} =5mm(N)	Q _n Máximo Observado =5mm (kN)	Q _n Promedio Observado =5mm (kN)	Q _{nFEM} (kN)	Porcentaje diferencia experimental-modelo lineal
S1	S1-P1	44145	51,502.50	44,710.75	40,443.00	9.55%
	S1-P2	51503				
	S1-P3	41845				
	S1-P4	41350				
S2	S2-P1	68482	81,690.10	75,808.53	67,001.00	11.62%
	S2-P2	77254				
	S2-P3	81690				
S3	S3-P1	65273	69,228.80	67,647.30	68,470.00	1.22%
	S3-P2	69229				
	S3-P3	68440				
S4	S4-P1	87639	87,639.20	66,000.57	85,524.00	29.58%
	S4-P2	51503				
	S4-P3	58860				
S5	S5-P1	21780	22,182.80	20,964.30	23,350.00	11.38%
	S5-P2	18930				
	S5-P3	22183				
S6	S6-P1	33157	37,869.50	32,534.50	31,454.00	3.32%
	S6-P2	37870				
	S6-P3	26577				
S7	S7-P1	24220	30,964.60	27,473.70	26,681.00	2.89%
	S7-P2	27236				
	S7-P3	30965				
S8	S8-P1	40142	44,145.00	39,440.29	43,732.00	10.88%
	S8-P2	44145				
	S8-P3	34034				

Con formato: Justificado

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 12, se puede establecer que los modelos estudiados contemplando el comportamiento elástico de los materiales arrojan resultados un poco alejados de los resultados experimentales. Los porcentajes de diferencia se encuentran en el rango de 2 al 30 % aproximadamente, debido a las suposiciones del comportamiento de los materiales, para disminuir esta diferencia es necesario contemplar el uso de modelos que presenten comportamiento no lineal de los materiales.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrecapado conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Debido a las diferencias tan altas entre los resultados experimentales y los resultados de los modelos por elementos finitos, se decide verificar el comportamiento de manera no lineal en los elementos finitos, para lo cual se establecieron las propiedades mecánicas con el fin de crear el comportamiento, dicho comportamiento fue modelado de manera bilineal. El uso del modelo bilineal en ANSYS garantiza el comportamiento del material en el rango plástico simplificando el diagrama de esfuerzo-deformación con el fin de minimizar el tiempo de cómputo. A pesar de realizar la simplificación del material este presenta la información de manera coherente y cercana al comportamiento real, para la generación del material se tuvieron en cuenta las siguientes propiedades:

El módulo de elasticidad con un valor de **200000 MPa**, una capacidad a la fluencia de **367,8 MPa**, además del uso del módulo tangente el cual representa el valor de la segunda pendiente con la cual se modela el comportamiento en la región plástica de **1450 MPa** de acuerdo a los resultados experimentales obtenidos con anterioridad. Los detalles de la asignación de acero en ANSYS se muestran en la Figura [76](#).

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

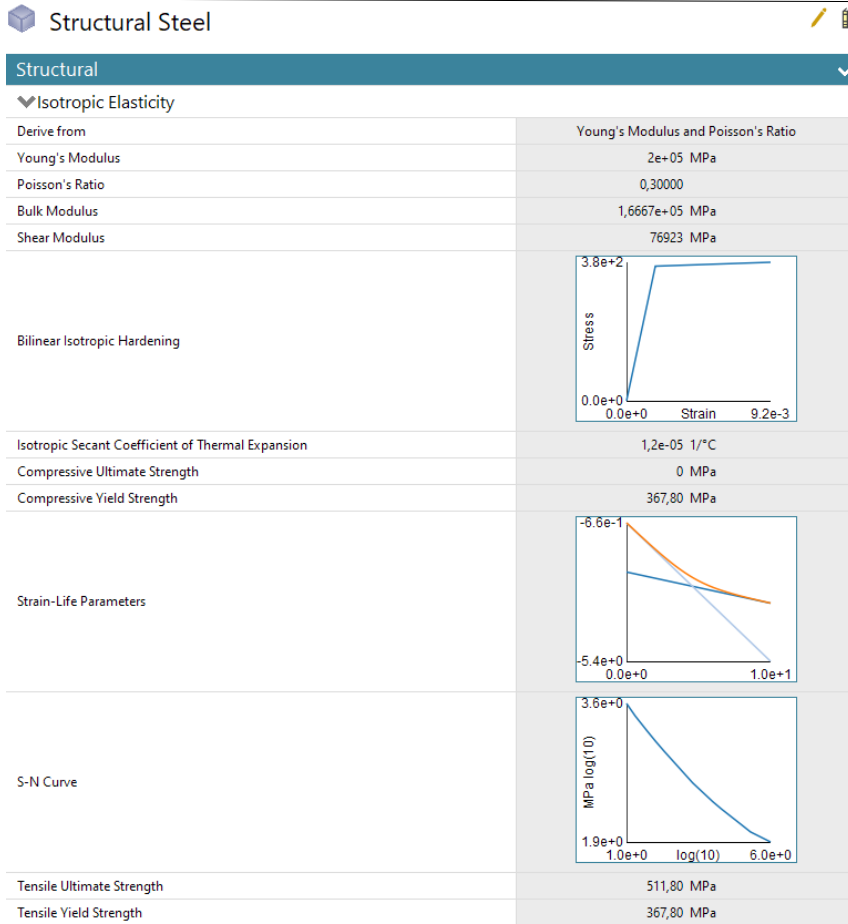


Figura 76. Asignación propiedades no lineales del acero en ANSYS. Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de asemejar a la realidad para el modelo se consideró que la interfaz de contacto entre el conector y el concreto tuviese en cuenta la fricción. Para tal fin en el modelo se estableció un comportamiento de contacto "Frictional", dicho de contacto tiene en cuenta las fuerzas de fricción, el deslizamiento de las regiones de contacto y por último la separación de dichas regiones en caso de que esta se presente. El coeficiente de fricción establecido para la interfaz acero-concreto fue de 0.65, dentro de los parámetros de configuración establecidos en ANSYS se tienen: el uso de la formulación mediante el

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

algoritmo Augmented Lagrange, la desactivación de la suposición de pequeños deslizamientos y por último la formulación del método de Newton-Raphson de manera Unsymmetric, esto con el fin de mejorar la convergencia y debido a la no linealidad del modelo de fricción establecido en ANSYS.

La Figura 77 muestra la ubicación de las regiones de contacto presentes en el modelo.

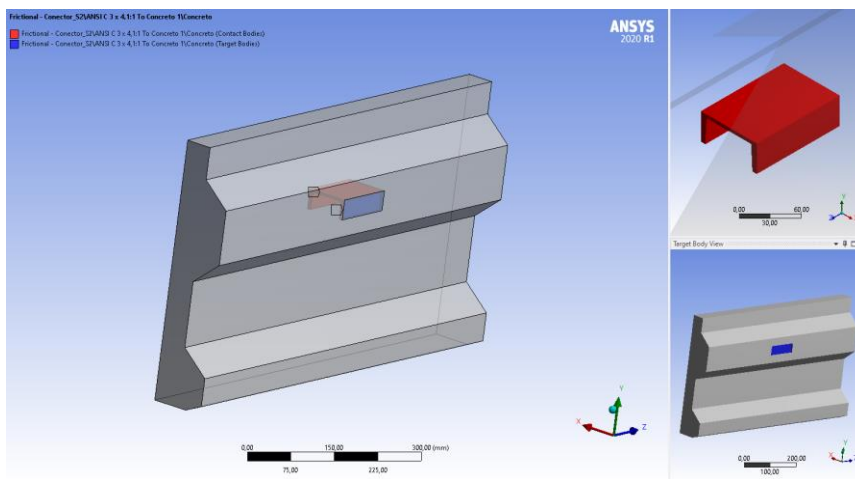


Figura 77. Regiones de contacto en el modelo ANSYS. Fuente: Elaboración propia.

6.6.5 Resultados modelo no lineal.

Durante el proceso de solución se determinó la Gráfica de convergencia del modelo, así mismo, se estableció como valor de referencia para esta el valor de la fuerza de convergencia, el cual es una metodología que usa el software con el fin de establecer mini-soluciones hasta que se satisfaga un valor deseado, el cual es establecido por el programa durante la solución. La Gráfica de Convergencia se muestra en la Figura 78 donde se puede visualizar los pasos de carga que se establecieron previamente (azul), las mini-soluciones (verde), los valores que tomo la fuerza de convergencia durante la solución (magenta) y los valores del criterio usado por el programa (cian). Adicionalmente, puede apreciarse el valor de iteraciones presentes para el modelo, el cual fue de 203 iteraciones.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

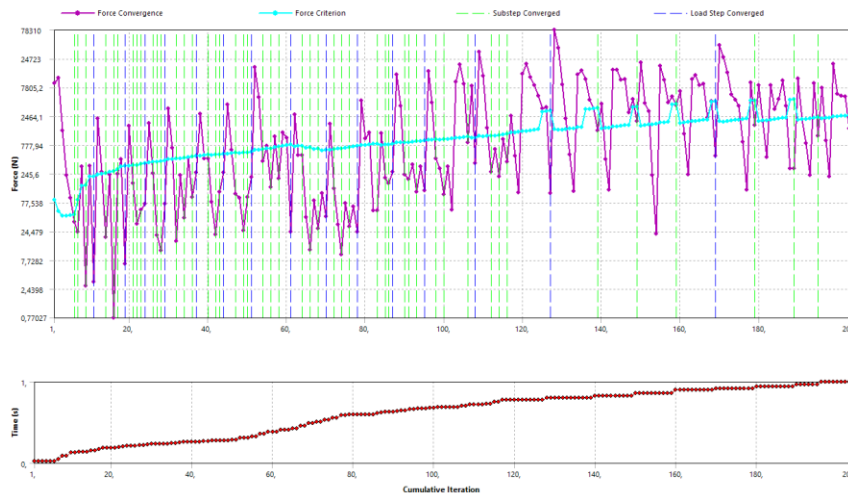


Figura 78. Gráfica de convergencia del modelo ANSYS. Fuente: Elaboración propia.

Se calculan las fuerzas de reacción verticales para los desplazamientos ingresados mediante las condiciones de frontera, registrando de esta manera la Gráfica de Fuerza-Desplazamiento para el modelo la cual se puede apreciar en la Figura 79. De acuerdo con lo registrado en la teoría la carga máxima registrada en la carga experimental es de **68481.7 N**, asimismo los resultados obtenidos del modelo se determinaron que el valor de fuerza resultante usando el modelo de elementos finitos fue de **69260 N** este resultado corresponde al **8.60%** de error por lo tanto, se encuentra que se obtiene una reducción del error con respecto al modelo lineal

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

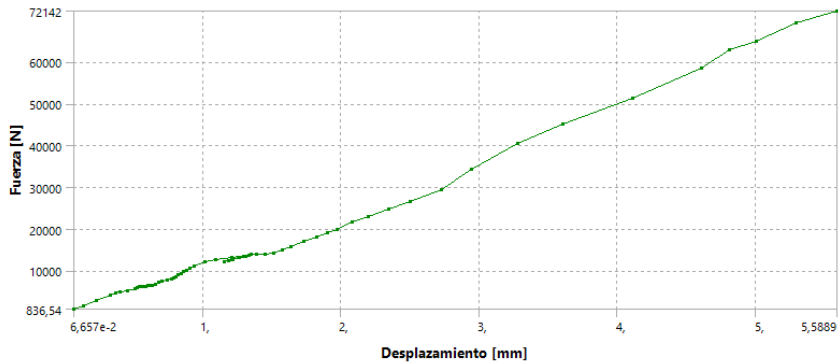


Figura 79. Gráfica de fuerza-desplazamiento del modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 80 se muestran los esfuerzos de Von Mises en el conector de cortante, donde se puede apreciar la intensidad de los esfuerzos en la proximidad de la base del conector donde se aplica la carga lo cual genera grandes esfuerzos que superan en gran medida el esfuerzo de fluencia.

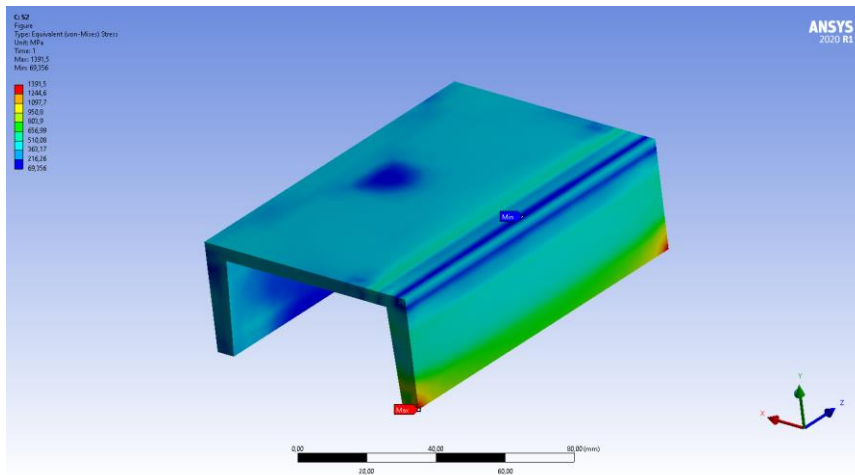


Figura 80. Esfuerzos Von Mises en conector de cortante modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Adicionalmente, se presenta la Gráfica Esfuerzo-Desplazamiento presente en el modelo de elementos finitos para de esta manera evidenciar el comportamiento no-lineal del material presente en el conector de cortante, la gráfica 81 se presenta a continuación.

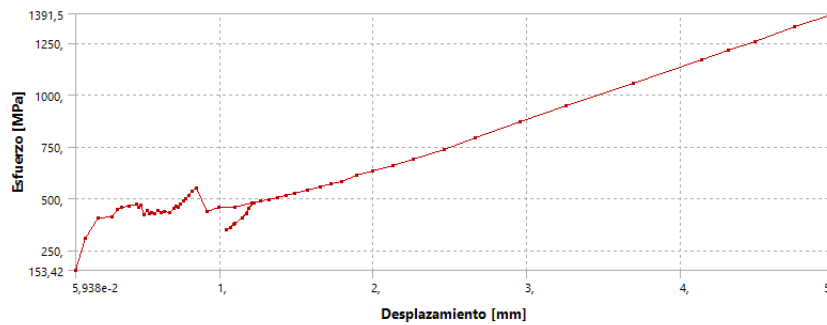


Figura 81. Gráfica esfuerzo-desplazamiento modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se pueden verificar los esfuerzos presentes en el concreto. En la Figura 82 se puede evidenciar como los esfuerzos se concentran en el área de contacto con el conector donde se aplicaron las cargas durante la simulación del modelo. Adicionalmente, se evidencia como los esfuerzos superan de manera significativa el valor del esfuerzo último del concreto.

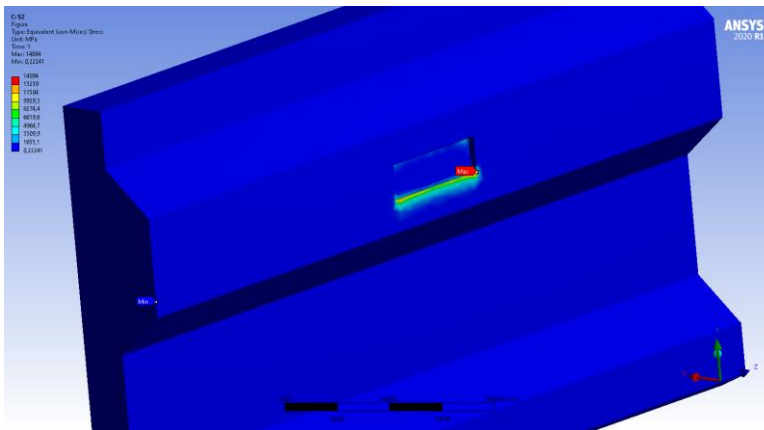


Figura 82. Gráfica esfuerzo Von Mises en concreto modelo no lineal ANSYS. Fuente: Elaboración propia.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Con base a lo mostrado anteriormente se realizó el mismo procedimiento para cada uno de los tipos de probeta realizados para el análisis experimental los cuales se pueden apreciar en el Anexo I, a continuación, en la Tabla 13, se muestra la diferencia presente entre los valores de fuerza promedio experimental por conector vs la registrada por el método de elementos finitos empleando la no linealidad del material del conector de cortante.

Tabla 13. Comparación de los resultados experimentales y resultados elementos finitos modelo no lineal para las probetas analizadas.

Serie N°	Probeta	Q _{ne} =5mm(N)	Q _n Máximo	Q _n Promedio	Q _{nFEM} (kN)	Q _{nFEMNL} (kN) MODELO NO LINEAL	Porcentaje diferencia	
			Observado =5mm (kN)	Observado =5mm (kN)			experimental-modelo lineal	experimental-modelo NO lineal
S1	S1-P1	44145						
	S1-P2	51503	51,502.50	44,710.75	40,443.00	46,528.00	9.55%	4.06%
	S1-P3	41845						
	S1-P4	41350						
S2	S2-P1	68482						
	S2-P2	77254	81,690.10	75,808.53	67,001.00	69,260.00	11.62%	8.64%
	S2-P3	81690						
S3	S3-P1	65273						
	S3-P2	69229	69,228.80	67,647.30	68,470.00	63,638.00	1.22%	5.93%
	S3-P3	68440						
S4	S4-P1	87639						
	S4-P2	51503	87,639.20	66,000.57	85,524.00	84,824.00	29.58%	28.52%
	S4-P3	58860						
S5	S5-P1	21780						
	S5-P2	18930	22,182.80	20,964.30	23,350.00	22,341.00	11.38%	6.57%
	S5-P3	22183						
S6	S6-P1	33157						
	S6-P2	37870	37,869.50	32,534.50	31,454.00	34,427.00	3.32%	5.82%
	S6-P3	26577						
S7	S7-P1	24220						
	S7-P2	27236	30,964.60	27,473.70	26,681.00	24,784.00	2.89%	9.79%
	S7-P3	30965						
S8	S8-P1	40142						
	S8-P2	44145	44,145.00	39,440.29	43,732.00	42,530.00	10.88%	7.83%
	S8-P3	34034						

Fuente: Elaboración propia.

Con formato: Justificado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 13 se puede establecer que los modelos estudiados contemplando el comportamiento inelástico de los materiales arrojan resultados más cercanos a los resultados experimentales que los obtenidos al implementar la linealidad del acero. Se puede observar que de las 8 probetas 5 presentaron reducción en el porcentaje de diferencia y tan solo 3 probetas aumentaron.

6.7 Comparación de costos de conectores de cortante tipo barra con cabeza y conectores de cortante tipo canal.

A continuación, se realizará un ejemplo de cálculo de la cantidad de conectores de cortante tipo barra con cabeza y las cantidades de conector tipo canal para la misma sección de viga:

<u>Luz entre apoyos de vigueta:</u>	<u>6 m</u>
<u>Ángulos cordones vigueta:</u>	<u>2x3/16"</u>
<u>Altura de conector tipo canal:</u>	<u>3 pulgadas</u>
<u>Esfuerzo de fluencia ángulos F_y:</u>	<u>345 MPa</u>
<u>Longitud de conector tipo canal:</u>	<u>50 mm</u>
<u>Diámetro conector tipo espigo:</u>	<u>3/4"</u>
<u>Resistencia compresión concreto:</u>	<u>21 MPa</u>
<u>Resistencia tensión mínima conector tipo espigo F_u:</u>	<u>400 MPa</u>
<u>Módulo de elasticidad del concreto E_c:</u>	<u>$0.043w_c^{1.5}\sqrt{f'_c}$</u>
<u>Peso del concreto por unidad de volumen w_c:</u>	<u>2300 kg/m³</u>
<u>Altura lamina colaborante:</u>	<u>2 pulgadas</u>
<u>Ancho Efectivo:</u>	<u>1000 mm</u>

Con formato: Sin Superíndice / Subíndice

- Resistencia de los conectores tipo barra con cabeza: se calcula con la ecuación F.2.9.8-1 del reglamento NSR-10:

$$Q_n = 0.5A_{SC}\sqrt{f'_c E_c} \leq R_g R_p A_{SC} F_u$$

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Donde:

A_{sc} = Área sección transversal del conector tipo barra con cabeza, mm^2

$R_g= 0.85$, para dos conectores de acero tipo espigo con cabeza soldados en una nervadura del tablero metálico, con las nervaduras orientadas perpendicularmente a la viga de acero.

$R_p=0.75$, para conectores de acero tipo espigo con cabeza soldados en una losa compuesta con el tablero metálico orientado perpendicularmente a la viga de acero y $e_{mid-hi} \geq 50$ mm..

$$Q_n \text{ barra con cabeza} = 72.68 \text{ kN}$$

$$\phi Q_n \text{ barra con cabeza} = 0.65 * 72.68 = 47.24 \text{ kN}$$

• Resistencia de los conectores tipo canal: se calcula con la ecuación desarrollada en la presente investigación

$$Q_n = 0.7 \left(\left(-42.6\sqrt{f'_c} + 150.2 \frac{w_r}{h_r} + 0.38L_c \right) (16.1(t_w + t_f) + 0.67L_c) \right)$$

Donde:

L_c = Longitud del conector, mm

w_r = ancho tablero metálico, mm

h_r = altura tablero metálico, mm

t_w = espesor alma conector tipo canal, mm

t_f = espesor aleta tipo canal, mm

$$Q_n \text{ canal} = 29.80 \text{ kN}$$

$$\phi Q_n \text{ canal} = 0.75 * 29.80 = 22.34 \text{ kN}$$

• Cantidad de conectores tipo barra con cabeza y tipo canal: de acuerdo con el numeral F.2.9.3.2.4 del reglamento NSR-10 la transferencia de carga entre la viga de acero y la losa de concreto, la fuerza cortante horizontal V'_r se tomará como el menor valor entre el aplastamiento del concreto y la fluencia por tensión de la sección en acero.

Aplastamiento del concreto= $V'_r = 0.85f'_c A_c$

Fluencia sección en acero= $V'_r = F_y A_s$

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Donde:

A_c = área de la sección de la losa de concreto comprendida dentro del ancho efectivo, mm^2

A_s = área de la sección transversal del perfil en acero, mm^2

$$V'_r \text{ aplastamiento concreto} = 893 \text{ kN}$$

$$V'_r \text{ aplastamiento concreto} = 893 \text{ kN}$$

$$V'_r \text{ fluencia seccion acero} = 315.17 \text{ kN}$$

$$N_{\text{conectores tipo barra con cabeza}} = \frac{315.17 \text{ kN}}{47.24 \text{ kN}} = 6.67 \approx 7$$

$$N_{\text{conectores tipo canal}} = \frac{315.17 \text{ kN}}{22.24 \text{ kN}} = 10.58 \approx 11$$

Se colocarán 7 conectores tipo barra con cabeza en cada mitad de la viga, es decir en total 14 conectores distribuidos uniformemente, teniendo una luz de viga de 6m los conectores quedarían separados cada 0.46 m, por otra parte, se colocarían 22 conectores tipo canal distribuidos uniformemente en la viga de 6 metros quedando separados 0.29 m.

En la tabla 14 se puede observar una comparación de los costos que se tendrían al tener conectores tipo canal y tipo barra con cabeza, en donde resulta más económico emplear los conectores tipo canal.

Con formato: Fuente: Español (España)

Tabla 14. Comparación costos conectores tipo canal y tipo barra con cabeza.

Tipo de conector	diametro y/o altura conector	Cantidad conectores	Precio unitario conector instalado	Valor total conectores
barra con cabeza	19.05 mm	14	\$ 10,000.00	\$ 140,000.00
canal	3 pulgadas	22	\$ 4,000.00	\$ 88,000.00

Con formato: Centrado

Fuente: Elaboración propia.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

De acuerdo con la información presentada y analizada anteriormente, las siguientes son las conclusiones:

- Se reestimó la ecuación de diseño, en donde se verificó que los parámetros estimados en la ecuación desarrollada para esta investigación dan resultados muy cercanos a los obtenidos por la ecuación Rodríguez-Garza-Torres (2019), con diferencias en resultados del orden del 0.35% al 1%, la siguiente es la ecuación reestimada:

$$Q_n = 0.7 \left(\left(-42.6\sqrt{f'_c} + 150.2 \frac{w_r}{h_r} + 0.38L_c \right) (16.1(t_w + t_f) + 0.67L_c) \right)$$

Y la siguiente es la ecuación Rodríguez-Garza-Torres (2019):

$$Q_n = 0.7 \left(\left(-43.4\sqrt{f'_c} + 152.6 \frac{w_r}{h_r} + 0.40L_c \right) (15.9(t_w + t_f) + 0.66L_c) \right)$$

Se puede observar que los coeficientes que afectan las variables no presentan mayor diferencia entre las dos ecuaciones.

- En la verificación de los factores que afectan la capacidad del conector de cortante, se concluye que hay iteraciones dobles significativas al 95% de confianza, es decir, la longitud de conector en los distintos niveles de la relación altura y ancho de la lámina colaborante, y la longitud del conector a los distintos niveles del espesor de la losa afectan la capacidad del conector. Así mismo se concluye que, la mayor capacidad a corte del conector se obtiene cuando se dispone de la longitud del conector de 113 mm y ~~en una~~ altura de losa de 100 mm. Además, este máximo valor de capacidad se obtiene ~~en una~~

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

longitud del conector de 113 mm y con una relación ancho promedio y alto del Tablero Metálico de 2.94 es decir para altura de lámina colaborante de 2 pulgadas.

~~Se logró establecer que, al emplear la metodología por medio de la modelación de elementos finitos y al contemplar el comportamiento elástico de los materiales, se obtienen resultados alejados de los resultados experimentales, obteniendo porcentajes de diferencia en el rango de 2 al 30 % aproximadamente.~~

• Empleando las suposiciones del comportamiento no lineal del acero por medio de la modelación de elementos finitos, teniendo en cuenta la consideración de fricción concreto-acero y la aplicación gradual de la carga, se pudo obtener una disminución en la diferencia entre los resultados experimentales y los resultados del modelo no lineal con elementos finitos. Sin embargo, la serie No. 4 al tener experimentalmente un comportamiento no esperado presenta un porcentaje de diferencia alto con un valor de 28.5%.

• La mayoría de las investigaciones que se han realizado a la fecha para determinar la resistencia a corte de los conectores de cortante tipo canal cuando son usados embebidos en losas de concreto con lamina colaborante han sido sobre perfiles en alma llena, la única investigación que abordó el tema del sistema compuesto sobre vigas en celosía ha sido por [Rodríguez](#) (2019) y la actual investigación, por lo tanto se resalta la importancia del presente trabajo para complementar y validar lo realizado por el mencionado autor.

~~El uso de la ecuación del numeral F.2.9.8.3 del Reglamento NSR-10 claramente desarrollada para el cálculo de capacidad de conectores de cortante tipo canal sobre losas macizas y que hoy en día en algunos manuales los diseñadores recomiendan no tomar más del 50% de la capacidad determinada con dicha ecuación; para el caso de usar dicha ecuación en el cálculo de la capacidad actuando sobre vigueta en celosía pero para los conectores tipo canal sobre losas con lamina colaborante, está presentando valores sobre~~

Con formato: Justificado

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm

Con formato: Justificado

Código de campo cambiado

Con formato: Fuente: Color de fuente: Negro, Español (España)

Con formato: Sangría: Primera línea: 0 cm

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

estimados que alcanzan en el caso más desfavorable resultados hasta del 75% mayores que el valor de la capacidad experimental, queriendo esto decir que el grado de incertidumbre es mucho más alto del porcentaje que algunos diseñadores recomiendan ya que el valor experimental de la capacidad a corte del conector solo llega al 25% de la capacidad calculada por medio de la ecuación existente en el mencionado reglamento.

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

• Al realizar el cálculo de la cantidad de conectores de cortante tipo canal con la ecuación obtenida en la presente investigación, se obtiene una mayor cantidad con relación a los obtenidos del tipo de conector de cortante tipo barra con cabeza, la mayor cantidad representa aproximadamente un 40% de conectores tipo canal adicionales, sin embargo realizando la comparación de precios, pese a tener una mayor cantidad de conectores tipo canal estos siguen siendo más económicos que los conectores tipo barra con cabeza.

Con formato: Fuente: Arial

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

7.2 Recomendaciones

- Realizar ensayos a flexión con viguetas en celosía a escala real, para investigar sobre la influencia que tendría la separación y cantidad de los conectores tipo canal en su capacidad a cortante.
- Actualización del reglamento NSR-10 a NSR-20 con ecuación validada.
- La metodología de modelación por elementos finitos podría tener un grado más de importancia o tal vez el mismo que los ensayos experimentales, debido que los porcentajes de diferencia entre los resultados experimentales y los resultados por el método de los elementos finitos tienen diferencias de alrededor del 2% al 10%.
- Emplear diferentes resistencias de concreto para poder determinar su efecto en la capacidad a corte de los conectores tipo canal.
- Emplear en vez de malla electrosoldada utilizar fibras sintéticas o metálicas para mayor control a las fisuras de la placa de concreto y de esta manera también investigar sobre el efecto que puede producir en la capacidad a corte de los conectores tipo canal.
- Se recomienda para próximos estudios, realizar una mayor cantidad de probetas para obtener más resultados, y de esta forma hacer un análisis estadístico de los resultados de los ensayos en donde se realice un análisis de confiabilidad y se tomen

Con formato: Normal, No agregar espacio entre párrafos del mismo estilo, Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0.5 cm, Espacio Después: 0 pto, No agregar espacio entre párrafos del mismo estilo

Con formato: Sangría: Izquierda: 0.5 cm, Espacio Después: 0 pto, No agregar espacio entre párrafos del mismo estilo

Con formato: Color de fuente: Negro, Español (España)

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0.5 cm, Espacio Después: 0 pto, No agregar espacio entre párrafos del mismo estilo

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

valores de intervalos de confianza en vez de tomar el promedio de los resultados, para de esta manera realizar un ajuste en la ecuación obtenida.

• Dado que los resultados obtenidos por medio de la ecuación reestimada son capacidades nominales no reducidas, se recomienda revisar el coeficiente de reducción de resistencia para los conectores tipo canal contenido en el reglamento NSR-10 teniendo en cuenta los mecanismos de falla observados en los ensayos a escala real.

Con formato: Español (España)

Con formato: Justificado

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Justificado, Agregar espacio entre párrafos del mismo estilo, Interlineado: Doble

Con formato: Justificado, Sangría: Primera línea: 0 cm, Agregar espacio entre párrafos del mismo estilo, Interlineado: Doble

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, O. y. (2015). *El Acero. Construcción Compuesta Acero – Concreto.* (Tomo 10). México, México, México. Obtenido de <https://www.gerdau.com/gerdaucorsa/es/productservices/products/Document%20Gallery/construccion-compuesta-acero-concreto>
- Cárdenas, J., Alonso, O., Pinzón, M., Prieto, J., & Aguirre, L. (2013). *Manual Técnico y de instalación.* . Bogotá: ALMASA.
- CEN. (1992). *Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.* Obtenido de <https://issuu.com/pedroantoniojimenezsanchez/docs/313162920-eurocodigo-4-mixtas-acero>.
- De Buen López de Heredia, O. (2004). *Diseño de estructuras de acero, construcción compuesta.* México, D.F.: Fundación ICA, A.C.
- ESJ. (2007). *Largueros de acero de alma abierta, Joist. Aspectos básicos.* México: Pascual Orozco .
- Galeto, C. (2014). *Losas compuestas con láminas de acero. Propuesta de fabricación de lámina colaborante en la Empresa MICALUM Cienfuegos.* Santa Clara: Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
- Hoyos, F. (2015). *Comportamiento de conectores de cortante tipo canal laminado embebidos en una losa de concreto vaciada sobre tableros metálicos.* Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Huertas, J. (2013). *Comportamiento de canales como conectores de cortante para un sistema de sección compuesa usando lámina colaborante.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Huertas, J. (2013). *Comportamiento de canales como conectores de cortante para un sistema de sección compuesta usando lámina colaborante.* Universidad Nacional de Colombia.
- Iyengar, S., & Zils, J. (1973). Composite floor systems for sears towers. *Eng. Journal, American Insrtitute of Steel Construction, 10*(3).
- Maleki, S., & Bagheri, S. (2008). Behavior of channel shear connectors, Part II: Analytical study. *Journal of constructional steal research, 12,* 1341-1348.
- Marulanda, J. (2017). *Ensayos de corte directo para vigas tubulares de lámina delgada.* Bogotá.
- McCormac, J. (2002). *Diseño de estructuras de acero, Método LRFD (2da. Edición).* México, D.F.: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.
- Melo, O., Lopez, L., & Melo, S. (2007). *Diseños de Experimentos [Métodos y Aplicaciones]* (Primera edición. ed.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.
- Montgomery, D. (2006). *Diseños y Análisis de Experimentos.* (Sexta edición. ed.). México: Editorial Limusa.

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

- Pashan, A. (2006). *Behaviour of channel shear connectors: Push-out tesis*. Canadá: Universidad de Saskatchewan.
- Pashan, A., & Hosain, M. (2009). New design equations for channel shear connectors in composite beams. *Canadian Journal of civil engineering*, 36(9), 1435-1443.
- Ramírez, O., Larrúa, R., Vargas, R., Yeomans, F., Nungaray, C., & Pinto, M. (2007). *Proyecto SENACYT COL 006-007 "Fundamentación experimental de sistemas estructurales y productos para el desarrollo competitivo de la construcción compuesta"*. Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá.
- Rivas G. y López. (1993). Regresión no lineal. *Revista Colombiana de Estadística*, 14, 27.
- Rodríguez, R. M. (2019). *Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Segui, W. (1999). *Diseño de estructuras de acero con LRFD (2da. edición)*. Ciudad de México: International Thomson Editores S.A. de C.V.
- Slutter, R., & Driscoll, G. (1965). *Diseño de vigas de acero compuestas para puentes*. Obtenido de http://www.utexas.edu/research/ctr/pdf_reports/pdf.
- Steel Joist. (2007). *Largueros de Alma Abierta*. . México. Recuperado el Marzo de 2020, de http://www.esj.mx/pdf/ESJ_Joist_Vol1_Digital.pdf
- Viest, I. (1956). Investigation of stud shear connectors for composite concrete and steel t-beams., *Journal. Of the American Concrete Institute*, 875-890. Obtenido de https://www.utexas.edu/research/ctr/pdf_reports/pdf.
- Vizuite, E. (2007). *Diseño de Edificios de Acero con elementos compuestos*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8334/5/CD-2206.pdf>

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

8 ANEXOS

[Anexo A.](#) Resultados ensayos compresión cilindros de concreto.

CILINDRO No.	FECHA ENSAYO	RESISTENCIA (kg)	DIAS	AREA (mm ²)	RESISTENCIA (kN)	f'c (Mpa)
1	marzo-9-2018	16,750	15	8,107.32	164.32	20.27
2	marzo-9-2018	15,700	15	8,107.32	154.02	19.00
3	marzo-16-2018	16,800	22	8,107.32	164.81	20.33
4	marzo-16-2018	18,400	22	8,107.32	180.50	22.26
5	abril-09-2018	21,000	46	8,107.32	206.01	25.41
6	abril-09-2018	21,500	46	8,107.32	210.92	26.02
7	abril-09-2018	18,700	46	8,107.32	183.45	22.63
8	abril-09-2018	21,600	46	8,107.32	211.90	26.14
9	abril-09-2018	22,400	46	8,107.32	219.74	27.10
10	abril-09-2018	21,250	46	8,107.32	208.46	25.71
11	abril-09-2018	20,550	46	8,107.32	201.60	24.87
12	abril-09-2018	21,090	46	8,107.32	206.89	25.52
PROMEDIO						23.77

[Anexo B.](#) Informe de ensayo a tension de canales.

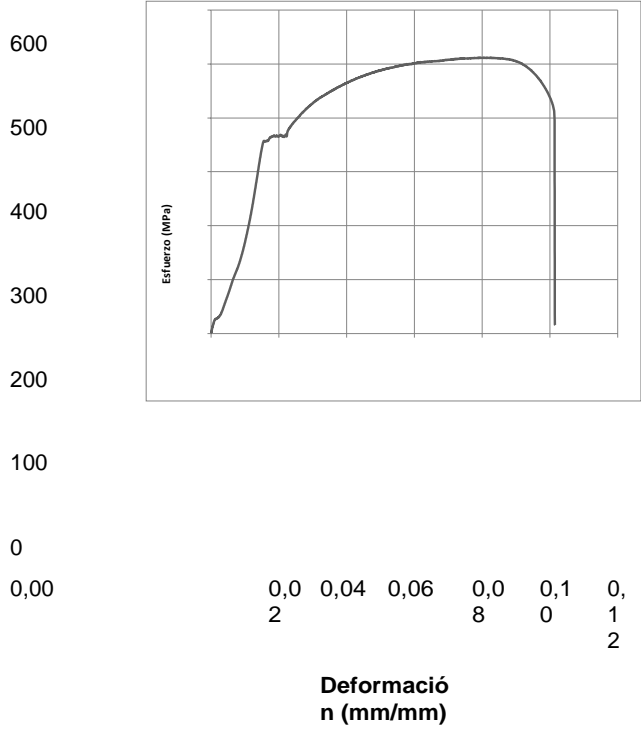
	INFORME DE ENSAYO DE TENSION EN PROBETAS PLANAS NORMALIZADAS (TIPO CORBATÍN)		NTC 3353-97
	REQUISITOS Y PROCEDIMIENTO SEGÚN NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 3353-97 NUMERALES 5 Y 6		Versión: 01
			Actualización: 2017-01-12
N° DE <u>GR-1677-</u> INFORME: 2018		ORDEN DE <u>C-10223</u> TRABAJO N°	
COMPAÑIA	TIBOCOR LTDA	FECHA INGRESO MUESTRA	2018-10-23
PROYECTO	TRABAJO DE GRADO / CONECTORES DE CORTANTE EN CANAL	FECHA DE ENSAYO	2018-10-29
DIRECCION	CRA 34 No 6A - 44 (PENSILVANIA)	FECHA DE INFORME	2018-11-06
CARACTERISTICAS MUESTRA			

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

IDENTIFICACIÓN INTERNA	Muestra N° 1		
MATERIAL	ACERO		
LOCALIZACIÓN	-		
REFERENCIA	C3		
LOTE	-		
OTROS	-		
RESULTADOS OBTENIDOS			
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	REQUISITO DE NORMA
Longitud probeta	mm	200,0	-
Ancho	mm	15,00	-
Espesor	mm	3,90	-
Área inicial	mm ²	58,5	-
Longitud calibrada	mm	25,0	-
Longitud final	mm	33,4	-
Elongación	%	33,6	-
Ancho final	mm	11,40	-
Espesor final	mm	2,73	-
Área final	mm ²	31,1	-
Reducción de área	%	46,8	-
Carga máxima	N	29.941,1	-
Carga de fluencia	N	21.516,3	-

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Esfuerzo de tracción	MPa	511,8	-
Esfuerzo de fluencia	MPa	367,8	-



Ing. John Alexander Rodríguez
 Director de Laboratorio
 Autorizó

FIN DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados corresponden fielmente a las características de las

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

muestras de ensayo entregadas

Se prohíbe la reproducción del informe de ensayo, excepto en su totalidad sin la autorización escrita del laboratorio

TIBOCOR LTDA - Calle 50 A No 13 -
35 / PBX: 3483718

www.tibocor.com / Email:
geotecnia@tibocor.com

Código de campo cambiado

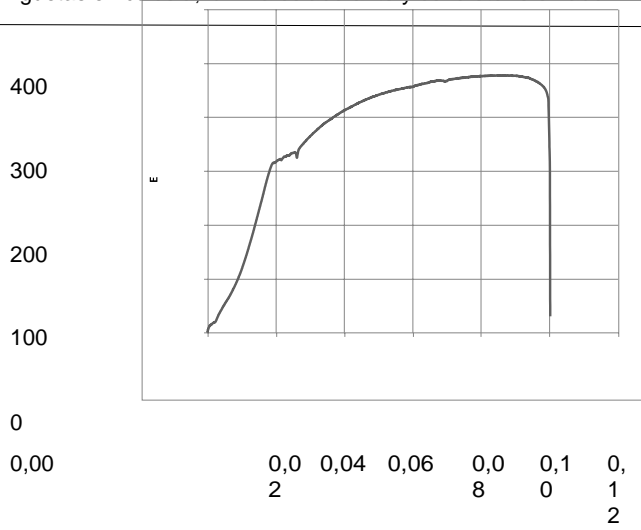
Código de campo cambiado

	INFORME DE ENSAYO DE TENSIÓN EN PROBETAS PLANAS NORMALIZADAS (TIPO CORBATÍN)		NTC 3353-97
	REQUISITOS Y PROCEDIMIENTO SEGÚN NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 3353-97 NUMERALES 5 Y 6		Versión: 01
			Actualización: 2017-01-12
N° DE <u>GR-1677-</u> INFORME: <u>2018</u>		ORDEN DE <u>C-10223</u> TRABAJO N°	
COMPañIA	TIBOCOR LTDA	FECHA INGRESO MUESTRA	2018-10-23
PROYECTO	TRABAJO DE GRADO / CONECTORES DE CORTANTE EN CANAL	FECHA DE ENSAYO	2018-10-29
DIRECCION	CRA 34 No 6A - 44 (PENSILVANIA)	FECHA DE INFORME	2018-11-06
CARACTERISTICAS MUESTRA			
IDENTIFICACION INTERNA	Muestra N° 2		
MATERIAL	ACERO		
LOCALIZACION	-		
REFERENCIA	C4		

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

LOTE	-		
OTROS	-		
RESULTADOS OBTENIDOS			
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	REQUISITO DE NORMA
Longitud probeta	mm	200,0	-
Ancho	mm	15,00	-
Espesor	mm	4,50	-
Área inicial	mm ²	67,5	-
Longitud calibrada	mm	25,0	-
Longitud final	mm	32,3	-
Elongación	%	29,2	-
Ancho final	mm	11,60	-
Espesor final	mm	3,40	-
Área final	mm ²	39,4	-
Reducción de área	%	41,6	-
Carga máxima	N	32.237,0	-
Carga de fluencia	N	22.113,0	-
Esfuerzo de tracción	MPa	477,6	-
Esfuerzo de fluencia	MPa	327,6	-
600			
500			

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.



Deformación n (mm/mm)

Ing. John Alexander Rodríguez

Director de Laboratorio

Autorizó

FIN DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados corresponden fielmente a las características de las muestras de ensayo entregadas

Se prohíbe la reproducción del informe de ensayo, excepto en su totalidad sin la autorización escrita del laboratorio

TIBOCOR LTDA - Calle 50 A No 13 - 35 / PBX: 3483718

www.tibocor.com / Email:

Código de campo cambiado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

geotecnia@tibocor.com

Código de campo cambiado

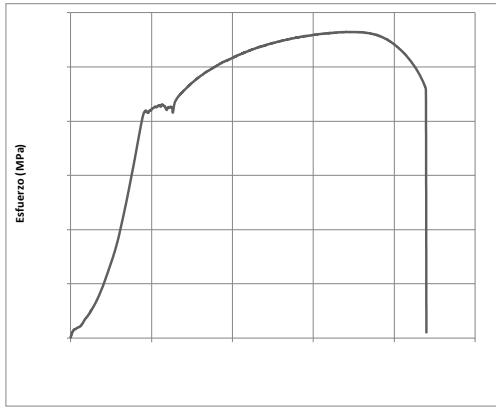
Anexo C. Informe de ensayo a tension angulos.

	INFORME DE ENSAYO DE TENSION EN PROBETAS PLANAS NORMALIZADAS (TIPO CORBATÍN)		NTC 3353-97
	REQUISITOS Y PROCEDIMIENTO SEGÚN NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 3353-97 NUMERALES 5 Y 6		Versión: 01
			Actualización: 2017-01-12
N° DE <u>GR-1677-</u> INFORME: <u>2018</u>		ORDEN DE <u>C-10223</u> TRABAJO N°	
COMPAÑIA	TIBOCOR LTDA	FECHA INGRESO MUESTRA	2018-10-23
PROYECTO	TRABAJO DE GRADO / CONECTORES DE CORTANTE EN CANAL	FECHA DE ENSAYO	2018-10-29
DIRECCION	CRA 34 No 6A - 44 (PENSILVANIA)	FECHA DE INFORME	2018-11-06
CARACTERISTICAS MUESTRA			
IDENTIFICACION INTERNA	Muestra N° 3		
MATERIAL	ACERO		
LOCALIZACION	-		
REFERENCIA	4G		
LOTE	-		
OTROS	-		
RESULTADOS OBTENIDOS			

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	REQUISITO NORMA	DE
Longitud probeta	mm	200,0	-	
Ancho	mm	15,60	-	
Espesor	mm	4,70	-	
Área inicial	mm ²	73,3	-	
Longitud calibrada	mm	25,0	-	
Longitud final	mm	29,6	-	
Elongación	%	18,4	-	
Ancho final	mm	11,40	-	
Espesor final	mm	3,63	-	
Área final	mm ²	41,4	-	
Reducción de área	%	43,6	-	
Carga máxima	N	41.40 5,5	-	
Carga de fluencia	N	31.38 1,0	-	
Esfuerzo de tracción	MPa	564,7	-	
Esfuerzo de fluencia	MPa	428,0	-	

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.



0,00 0,02 0,04 0,06 0,08 0,10
Deformación (mm/mm)

Ing. John Alexander Rodríguez

Director de
Laboratorio
Autorizó

**FIN DEL
INFORME
DE ENSAYO**

Los resultados corresponden fielmente a las características de las muestras de ensayo entregadas

Se prohíbe la reproducción del informe de ensayo, excepto en su totalidad sin la autorización escrita del laboratorio

TIBOCOR LTDA - Calle 50 A No 13 - 35 /
PBX: 3483718

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

www.tibocor.com / Email:
geotecnia@tibocor.com

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Anexo D. Certificado de calidad lamina colaborante.

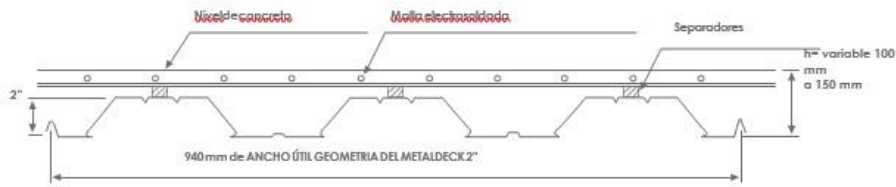
Descripción Metaldeck Grado 40 y Grado 50

El sistema de losas METALDECK aprovecha las características de una lámina de acero preformada (LAMINA COLABORANTE) sobre la cual se hace un vaciado en concreto. El comportamiento combinado entre el concreto, una vez éste ha alcanzado su resistencia máxima, y el tablero en acero, permite obtener un sistema de losa estructural práctico para todo tipo de edificaciones.

Se impone ante los sistemas tradicionales por aspectos como su rapidez en obra, gran resistencia, limpieza, bajo peso y economía. El sistema es diseñado acorde con las especificaciones del Reglamento NSR-10 y el documento Composite SteelFloor Deck (Tablero de piso en acero para comportamiento compuesto) emitido por el SDI (Steel Deck Institute).

Especificaciones Técnicas Metaldeck Grado 40 y Grado 50

Metaldeck 2"							
Calibre (Espesor)	22 (0.75 mm)	20 (0.90 mm)	18 (1.20 mm)	16 (1.50 mm)			
Peso (kg/m)	7.12	8.55	11.33	14.2			
Peso (kg/m ²)	7.57	9.10	12.05	15.11			
Consumo Teórico de Concreto							
Esesor total de la losa h (mm)		100	110	120	130	140	150
Consumo de concreto teórica (m ³ /m ²)		0.072	0.082	0.092	0.102	0.112	0.122



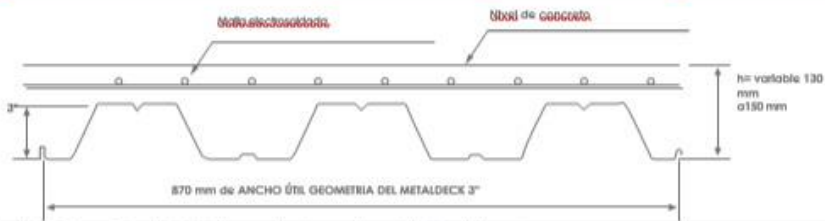
Ancho Útil: 940mm. Disponible longitudes especiales de acuerdo con el despiece del proyecto.
 Espesor Estándar: 0.75mm. (Cal. 22)
 Longitud Estándar: 3.10m, 3.60m, 4.10m, 4.60m, 5.10m, 5.60m, 6.0m, 6.10m, 7.0m, 8.0m, 9.0m y 12.0m.

Espesor Estándar: 0.90mm. (Cal. 20)
 Longitud Estándar: 3.10m, 3.60m, 4.10m, 4.60m, 5.10m, 5.60m, 6.10m y 12.0m.

Longitud mínima de fabricación: 1.2m Longitud máxima de fabricación: 12.0m Disponible Grado 50 bajo pedido

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Metaldeck 3"				
Cobertura (Espesor)	22 (0.75 mm)	20 (0.90 mm)	18 (1.20 mm)	16 (1.50 mm)
Peso (kg/m)	7.12	8.58	11.33	14.2
Peso (kg/m ²)	8.18	9.83	13.02	16.33
Consumo Teórico de Concreto				
Espesor total de la losa h (mm)	130	140	150	
Consumo de concreto teórico (m ³ /m ²)	0.091	0.101	0.111	



Ancho Útil: 870mm. Disponible longitudes especiales de acuerdo con el despiece del proyecto.
 Espesor Estándar: 0.75mm. (Cal. 22) Longitud Estándar: 6.0m.
 Longitud mínima de fabricación: 1.2m Longitud máxima de fabricación: 12.0m Disponible Grado 50 bajo pedido

Normatividad Metaldeck Grado 40 y Grado 50


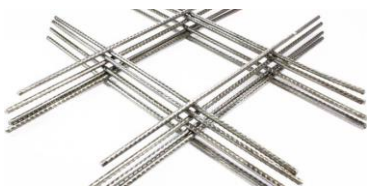
Las láminas de METALDECK se fabrican a partir de láminas de acero al carbono galvanizada calidad estructural que cumplen con las siguientes especificaciones:

- Norma NTC 4011 y ASTM A653 (Estructural Grado 40 y Grado 50).
- Reglamento NSR-10.
- Espesor mínimo para Metaldeck, 0.75mm; de acuerdo a lo especificado en el Reglamento NSR-10 y según el SDI (Steel Deck Institute).
- Espesor del recubrimiento de zinc, 180g/m² - Z180 (G60). De acuerdo con lo especificado en el Reglamento NSR-10.

Propiedades Mecánicas						
Normativa		Resistencia a Fluencia, mín.		Resistencia a Tracción, mín.		Elongación a 50m m. mín.
		MPa	psi	MPa	psi	
Metaldeck	ASTM A653 Grado 40	275	40000	380	55000	16
	ASTM A653 (Grado 50 Clase 1)	340	50000	430	65000	22

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.


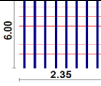
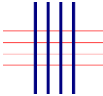
Anexo E. Certificado de calidad malla electrosoldada.

		MALLA ELECTROSOLDADA ESTANDAR				Actualización 30/03/2015			
									
DESCRIPCIÓN Y USOS		Paneles formados por grafiles transversales y longitudinales electrosoldados en todos los puntos de encuentro, fabricados bajo la norma NTC 5806. Utilizada para refuerzo de concreto en muros de carga, prefabricados, entrepisos, placas, losas de cimentación, pisos, etc.							
EMPAQUE Y ROTULADO		Cada paquete de paneles planos tiene una etiqueta con: Nombre del fabricante, descripción del material, lote de fabricación, nombre de la obra, designación de la norma, esquema, peso y número de pedido. Los paquetes planos tienen un máximo de 50 paneles, amarrados de manera firme y segura.							
Características Dimensionales									
Designación	Nº de Barras por Malla		Diámetro		Separación		Peso Nominal Kg	Longitud Pelos	
	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal		Longitud	Transversal
	6,00 m	2,35 m	mm	mm	mm	mm			
XY-084	16	24	4,0	4,0	150	250	15,1	125	50
XY-	16	24	4,5	4,0	150	250	17,	125	50

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

106							6		
XY-131	16	24	5,0	4,0	150	250	20,4	150	50
XY-158	16	24	5,5	4,0	150	250	23,5	125	50
XY-221	16	24	6,5	4,0	150	250	30,6	125	50
XY-257	16	24	7,0	5,0	150	250	37,7	125	50
XY-335	16	24	8,0	5,0	150	250	46,6	125	50
XY-378	16	24	8,5	5,0	150	250	51,5	125	50
XX-050	10	24	4,0	4,0	250	250	11,5	125	50
XX-063	12	30	4,0	4,0	200	200	14,1	100	75
XX-084	16	40	4,0	4,0	150	150	18,8	75	50
XX-106	16	40	4,5	4,5	150	150	23,8	75	50
XX-131	16	40	5,0	5,0	150	150	29,3	75	50
XX-159	16	40	5,5	5,5	150	150	35,5	75	50
XX-188	16	40	6,0	6,0	150	150	42,2	75	50
XX-221	16	40	6,5	6,5	150	150	49,6	75	50
XX-257	16	40	7,0	7,0	150	150	57,4	75	50
XX-295	16	40	7,5	7,5	150	150	65,9	75	50
XX-335	16	40	8,0	8,0	150	150	75,1	75	50
XX-378	16	40	8,5	8,5	150	150	84,7	75	50
Propiedades									

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.

Mecánicas	
Capacidad a la tracción mínima Mpa	550
Capacidad a la fluencia mínima Mpa	485
CERTIFICADO DE PRODUCTO	
	 <p>Malla Estándar: Paneles 6m x 2.35 m</p>
	 <p>Malla Especial: Es una malla con separaciones y longitudes diferentes a la de la malla estándar Max. 7.10 m x 2.90 m</p>

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entripiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. 184

Anexo F. Planos de taller de las probetas.

Con formato: Descripción, Espacio Después: 0 pto

PROBETA DE CORTE DIRECTO EN CELOSÍA POSICIÓN DEBIL - SERIE 1
SOL 4
ESCALA 1:5

CUADROS DE CORTE ELEMENTOS - SERIE 1
ESCALA 1:5

METALDECO 12			
ESPEC.	CANTIDAD	UNIDAD	REMARKS
MS2	7	UNIDADES	

MALLA ELECTROCOLADA			
ESPEC.	CANTIDAD	UNIDAD	REMARKS
MS2	7	UNIDADES	

ESPEC.	CONECTOR DE CORTE FCS	CANTIDAD	UNIDAD	REMARKS
CS4		4	UN	

ESPEC.	MALLA FCS	CANTIDAD	UNIDAD	REMARKS
MS2		4	UN	

ESPEC.	PLANO	ESPESOR (mm)	CANTIDAD	REMARKS
PL1		30	2	100x100x30
PL2		10	1	100x100x10

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAYITO

CONECTORES DE CORTE TIPO CANAL EN SISTEMAS DE ENTRIPIZO CONFORMADOS POR VIGUETAS EN CELOSÍA, LÁMINA COLABORANTE Y CONCRETO REFORZADO.

PROYECTO: E1-16

FECHA: 10/05/2017

ESCALA: 1:5

TIBOCOR LTDA.

BOGOTÁ, COLOMBIA

E1-16

TCS-196-17

PERFORACIONES METALDECK ACESCO Z' - SERIE 1
ESCALA 1:5

K3000	ACESCO Z'	CANTIDAD	1000000
100	100	4	100

PERFORACIONES ANGULOS Z' x 3/16" - SERIE 1
ESCALA 1:5

METALDECK MD-LADO A

METALDECK MD-LADO B

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO

CONECTORES DE CORRIENTE TIPO CANAL
EN SISTEMAS DE ENTREPISO
CONFORMADOS POR VIGUETA DE
CORRIDORES PARALELOS CONCRETO
REFORZADO Y LAMINA COLABORANTE

NO. DE PROYECTO	1-001-001
NO. DE CONTRATO	1-001-001
NO. DE PLAN	1-001-001
NO. DE HOJA	1-001-001
NO. DE TITULO	1-001-001
NO. DE VOLUMEN	1-001-001
NO. DE FOLIO	1-001-001

TIBOCOR LTDA.

BOGOTÁ - COLOMBIA

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA ZONA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

FECHA DE ELABORACION: 2010

FECHA DE IMPRESION: 2010

ESCALA: 1:5

NO. DE PLAN: 1-001-001

NO. DE HOJA: 1-001-001

NO. DE TITULO: 1-001-001

NO. DE VOLUMEN: 1-001-001

NO. DE FOLIO: 1-001-001

E2 x 16

TCH-166-7

PROBETA DE CORTE DIRECTO EN CELOSA POSITION DEBIL - SERIE 2
SUNC3
 ESCALA 1:5

CUADROS DE CORTE ELEMENTOS - SERIE 2
 ESCALA 1:5

METALDECK 'Z'			
ESPEC	CANTIDAD	REFERENCIA	
MS4	2	LONGITUD	

MALLA ELECTROSOLDADA			
ESPEC	CANTIDAD	REFERENCIA	
MS4	2	LONGITUD	

ESPEC	CONECTOR DE CONCRETO 2'	CANTIDAD	REFERENCIA
CS2		4	10

ESPEC	PLACAS	ESPESOR (CM)	CANTIDAD	REFERENCIA
MS4		10"	2	LONGITUD
MS2		-	1	LONGITUD

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAYITO

CONECTORES DE CONCRETO TIPO CANAL EN BERTAMAS DE DISEÑO COMPONIDOS POR VIGUETAS DE CONCRETOS PARALELOS CONCRETO REFORZADO Y LÁMINA COLONARIAS

PROYECTO	CONECTORES DE CONCRETO TIPO CANAL EN BERTAMAS DE DISEÑO COMPONIDOS POR VIGUETAS DE CONCRETOS PARALELOS CONCRETO REFORZADO Y LÁMINA COLONARIAS
FECHA DE EMISIÓN	15/03/2017
FECHA DE REVISIÓN	
FECHA DE APROBACIÓN	
FECHA DE CANCELACIÓN	

ESCALA: 1:5

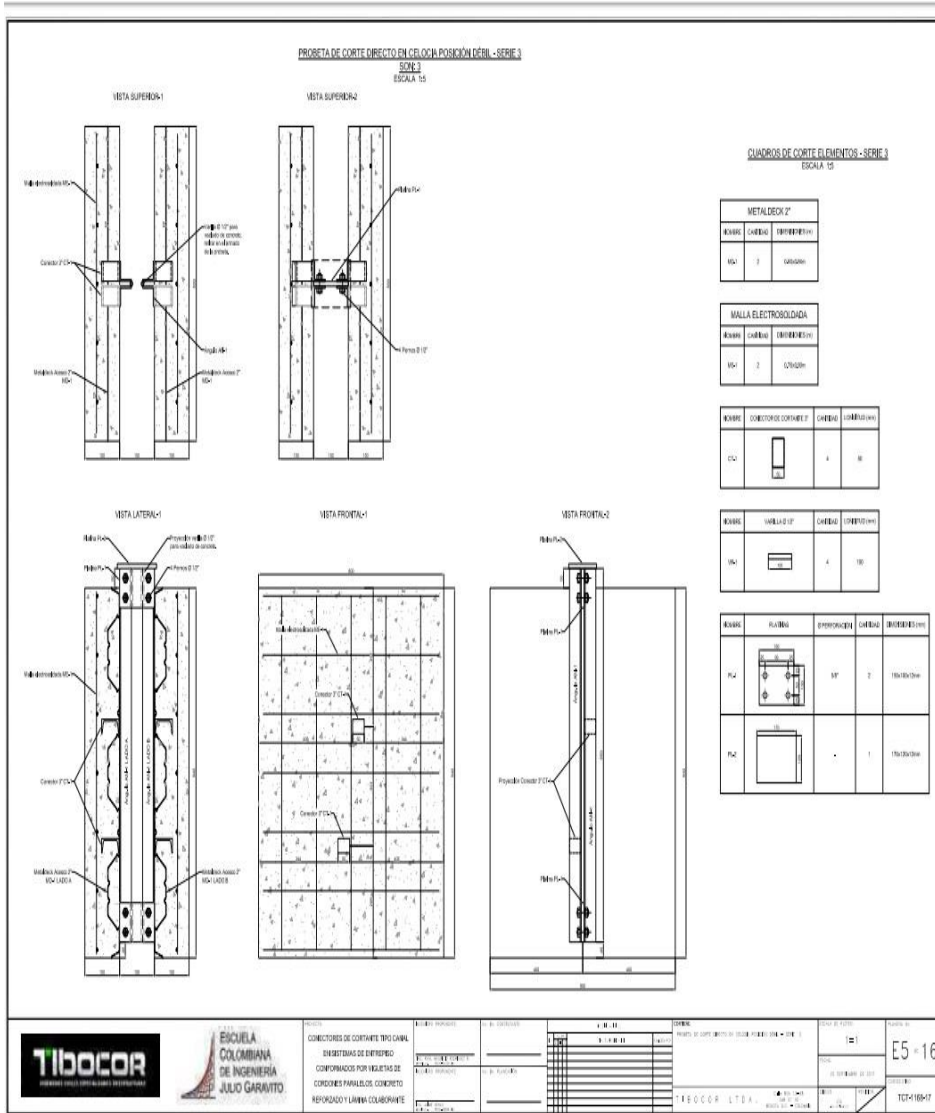
PROYECTO: CONECTORES DE CONCRETO TIPO CANAL EN BERTAMAS DE DISEÑO COMPONIDOS POR VIGUETAS DE CONCRETOS PARALELOS CONCRETO REFORZADO Y LÁMINA COLONARIAS

1:5

E3-16

TCS-188-17

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entreciso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado. 488



PERFORACIONES METALDECK ACESCO Z' - SERIE 3
ESCALA 1:5

SECCION	ANGULO Z' (Z)	CANTIDAD	LONGITUD (m)
1	100	1	100

PERFORACIONES ANGULOS Z' x 3/16" - SERIE 3
ESCALA 1:5

METALDECK MD- LADO A **METALDECK MD- LADO B**

TIBOCOR
PREMIOS PERFORACIONES INDEPENDIENTES

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA
JULIO GARAYITO

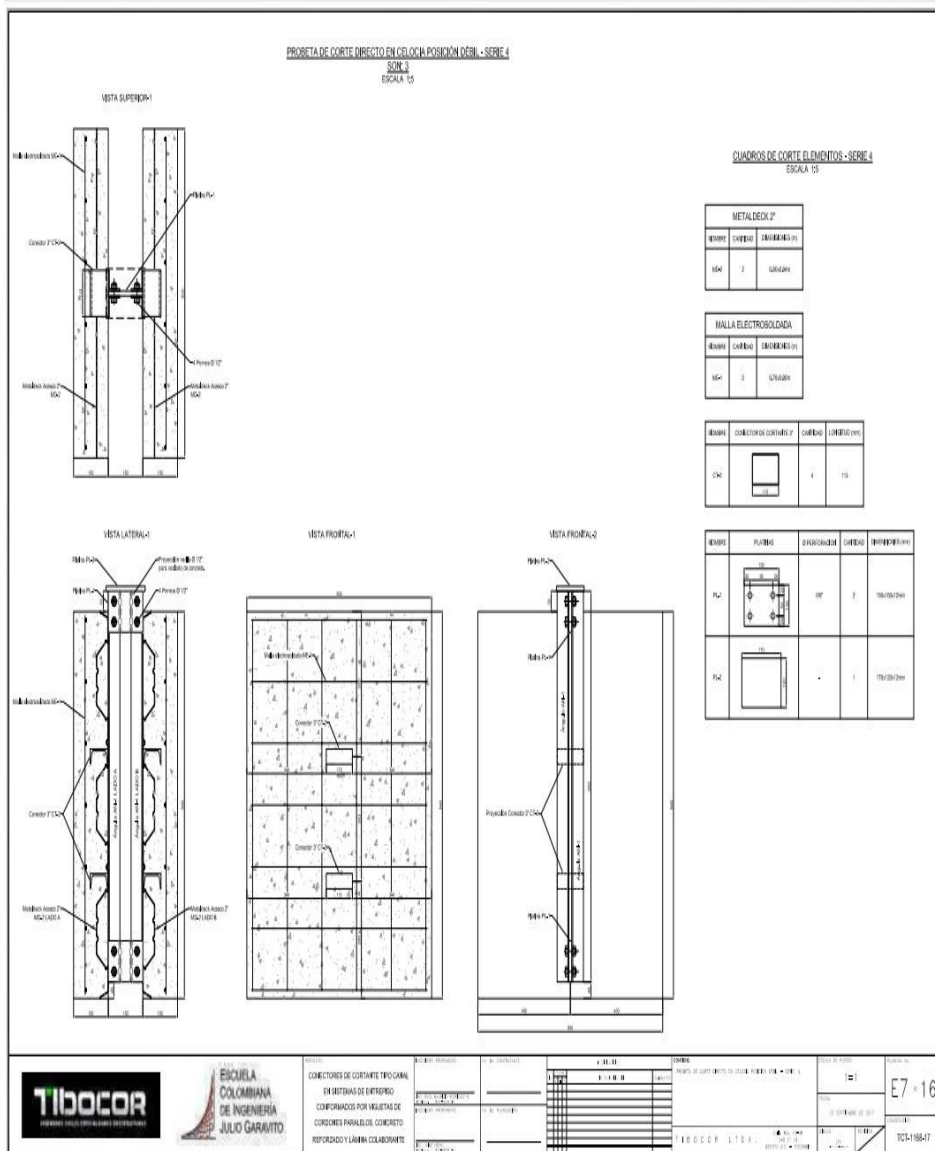
NOMBRE: CONECTORES DE CORTANTE TPO CANAL EN SISTEMAS DE ENTREPISO CONFORMADOS POR VIGUETAS DE CONCRETOS PARALELOS, CONCRETO REFORZADO Y LAJAS COLABORANTE	N.º DE DISEÑO: _____ N.º DE PROYECTO: _____ N.º DE PLANOS: _____	N.º DE CANTIDAD: _____ N.º DE UNIDADES: _____ N.º DE PLANOS: _____	N.º DE PLANOS: _____ N.º DE UNIDADES: _____ N.º DE PLANOS: _____	N.º DE PLANOS: _____ N.º DE UNIDADES: _____ N.º DE PLANOS: _____	N.º DE PLANOS: _____ N.º DE UNIDADES: _____ N.º DE PLANOS: _____	N.º DE PLANOS: _____ N.º DE UNIDADES: _____ N.º DE PLANOS: _____
---	--	--	--	--	--	--

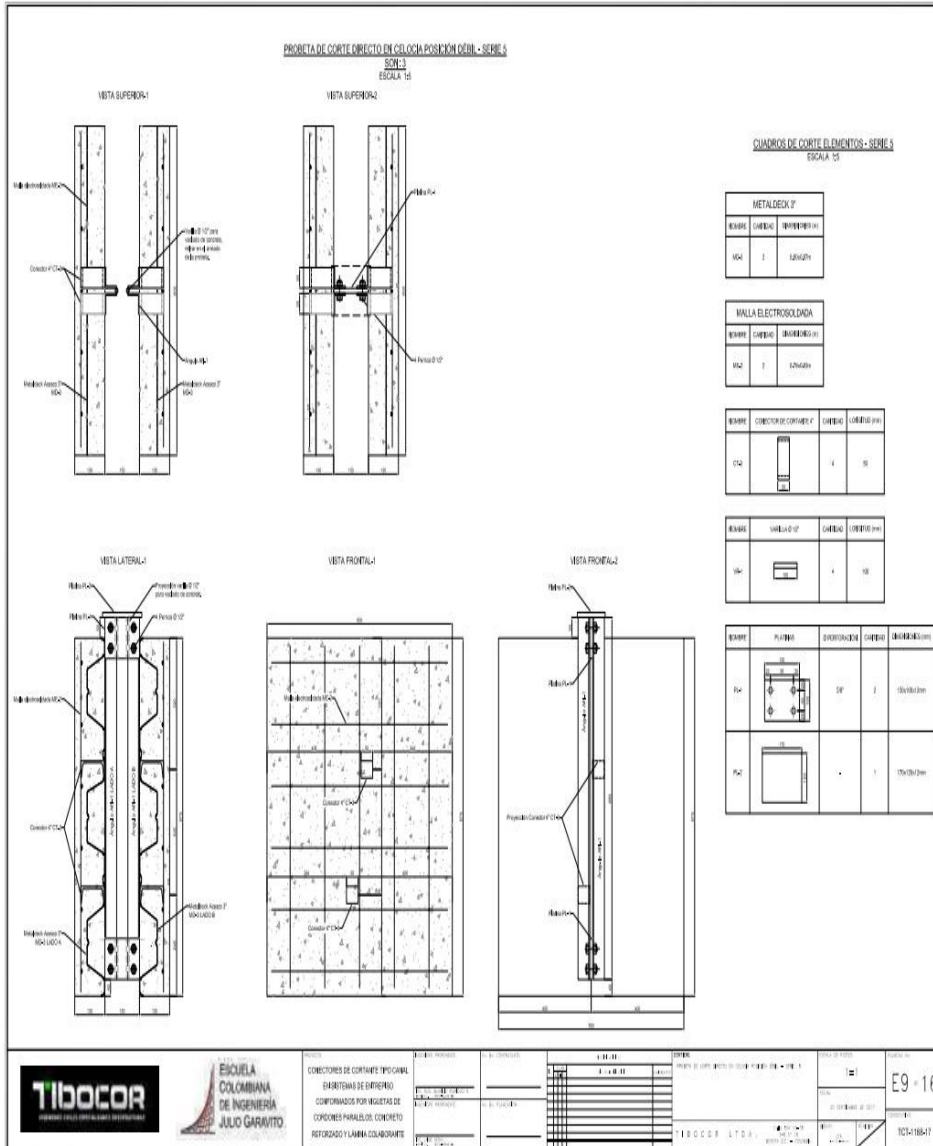
N.º DE PLANOS: _____
 N.º DE UNIDADES: _____
 N.º DE PLANOS: _____

TIBOCOR LTDA. N.º DE PLANOS: _____
 N.º DE UNIDADES: _____
 N.º DE PLANOS: _____

E6-16

TCE-186-17





CONCRETOS DE CORRIENTES ESPECIALES
 LABORATORIO DE INVESTIGACIONES
 CONCRETOS PARA EL DISEÑO DE
 CONCRETOS PARA EL DISEÑO DE
 CONCRETOS PARA EL DISEÑO DE

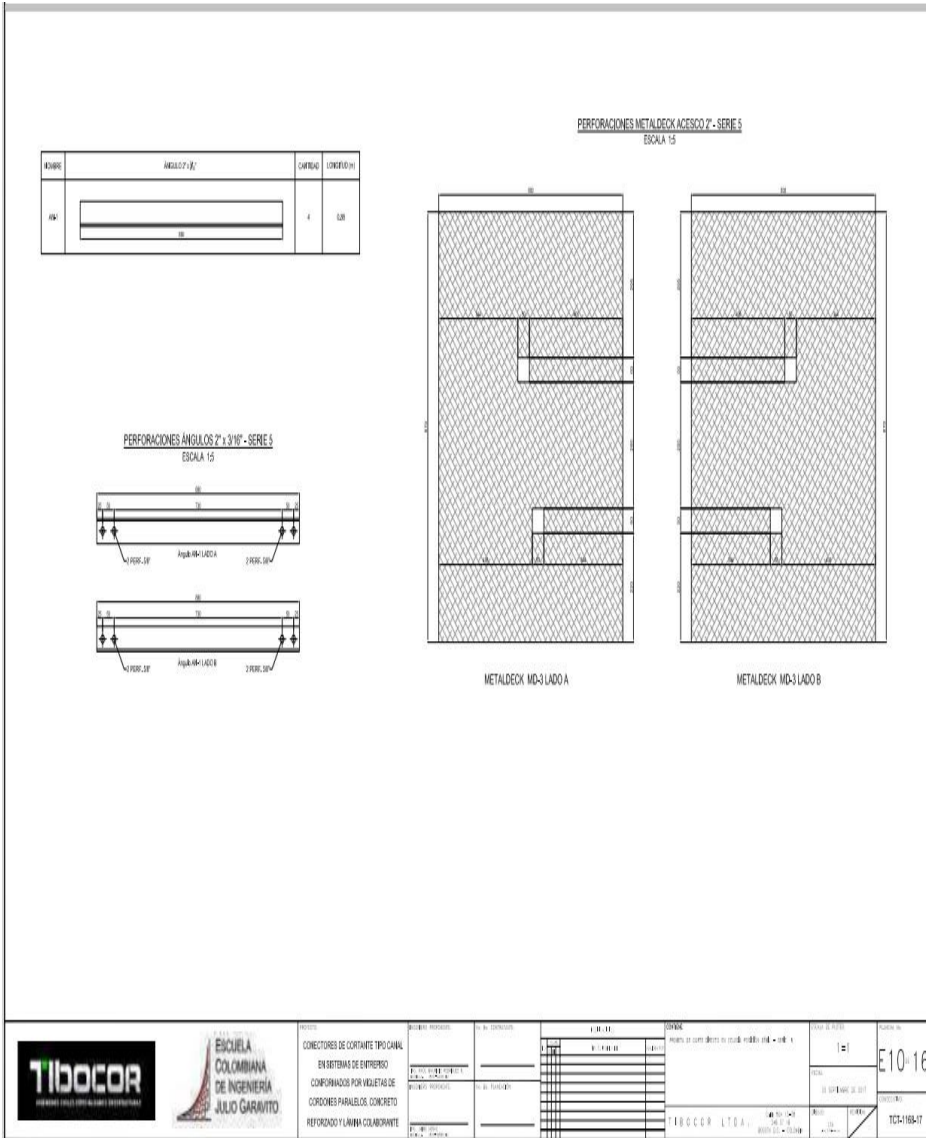
PROYECTO	CONCRETOS DE CORRIENTES ESPECIALES
FECHA	10/01/2017
PROYECTANTE	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
REVISOR	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ


NO. DE PLANOS	1
NO. DE HOJAS	1

ESTADO	PROYECTO
FECHA DE EMISIÓN	10/01/2017

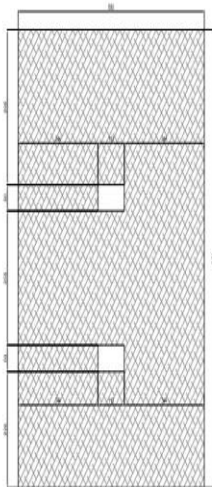
FECHA DE REVISIÓN	10/01/2017
REVISOR	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ

ESCALA: 1:5
 E9-16
 TIBOCOR S.A.S.



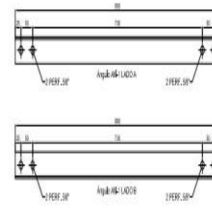
NOMBRE	ABRIL 27-87	CANTIDAD	LONGITUD (M)
104		4	4.00

PERFORACIONES METALDECK ACESCO 2" - SERIE 6
ESCALA 1:5



METALDECK MD-1 LADO A / LADO B

PERFORACIONES ANGILOS 2" x 3/16" - SERIE 6
ESCALA 1:5







PROYECTO: COLECTORES DE CORTANTE TIPO CANAL EN SISTEMAS DE ENTREPISO CONFORMADOS POR LOSAS DE CONCRETO PARALELO CONCRETO REFORZADO Y LAMINA COLABORANTE

FECHA: 10/08/17

ESCALA: 1:5

PROYECTO: TIBOCOR LTDA.

PROYECTO: TIBOCOR LTDA.

PROYECTO: TIBOCOR LTDA.

PROBETA DE CORTE DIRECTO EN CEELOCA POSICIÓN DEBIL - SERIE 7
SOB-3
ESCALA 1:5

VISTA SUPERIOR-1

VISTA SUPERIOR-2

VISTA LATERAL-1

VISTA FRONTAL-1

VISTA FRONTAL-2

CUADROS DE CORTE ELEMENTOS - SERIE 7
ESCALA 1:5

METALDECK 'T'			
ANCHO	CANTIDAD	ESPESOR (mm)	
104	2	10/20/25	

MALLA ELECTROSOLDADA			
ANCHO	CANTIDAD	ESPESOR (mm)	
104	2	10/20/25	

ANCHO	CONECTOR DE CONCRETO F	CANTIDAD	ESPESOR (mm)
104		4	10

ANCHO	MALLAS 'T'	CANTIDAD	CONCRETO (mm)
104		4	100

ANCHO	PERFORA	DIAGONAL (mm)	CANTIDAD	ANCHO (mm)
104		100	2	100/20/25
104		-	1	100/20/25

EICMILA
COLMBIANA
DE INGENIERIA
JULIO GARAYTO

PROYECTO: CONECTORES DE CORTE TIPO CANAL ENFERMEZAS DE ENTREPISO CONFORMADOS POR VIGUETAS DE CONCRETOS PARALELOS, CONCRETO REFORZADO Y LAMINA COLABORANTE

N.º DE PLANOS	N.º DE CONECTORES	N.º DE PLANOS	N.º DE CONECTORES

ESCALA: 1:5

CONTEXTO: PROYECTO DE OBRAS DE REPARACIÓN DE OBRAS DE CONCRETO

FECHA: 2014-04-01

PROYECTO: E13-16

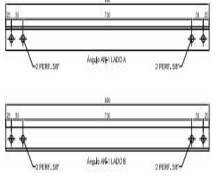
FECHA: 2014-04-01

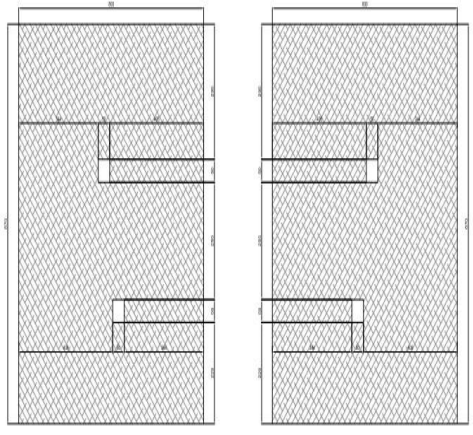
PROYECTO: TCT-100-17

NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
01	METALDECK	4	0.20


PERFORACIONES METALDECK ACCESO Z' - SERIE 7
ESCALA 1:5

PERFORACIONES ANGULOS 2' x 3/16" - SERIE 7
ESCALA 1:5





METALDECK MD-3 LADO A METALDECK MD-3 LADO B



ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERIA
JULIO GARAYITO

CONEXIONES DE CORTANTE TIPO CAVAL
EN SISTEMAS DE ENTRENDO
COMBINADOS POR VIGUETAS DE
CORONES PARALELOS DE CONCRETO
REFORZADO Y LÁMINA COLABORANTE

PROYECTO: NO. DE PLANOS: NO. DE HOJAS: HOJA NO. TOTAL

FECHA: APROBADO: REVISADO: DISEÑADO: ELABORADO:

TIBOCOR LTDA.
CALLE 14 N° 5
BOGOTÁ - COLOMBIA

PROYECTO DE CARGA DIRECTA EN COLUMNAS PERFORADAS - TIBOCOR
E14-16
20 DE ABRIL DE 2017
TCT-1168-17

Anexo G. Resultados ensayos corte directo.

ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,200	0,000	0,004	0,004	0,000	0,004	0,004	0,004
2	20	69,000	14,715	0,081	-0,077	3,679	0,081	0,077	0,079
3	40	81,000	29,430	0,183	-0,207	7,358	0,183	0,207	0,195
4	60	97,000	44,145	0,260	-0,300	11,036	0,260	0,300	0,280
5	80	111,000	58,860	0,337	-0,385	14,715	0,337	0,385	0,361
6	100	132,000	73,575	0,395	-0,450	18,394	0,395	0,450	0,422
7	120	198,000	88,290	0,469	-0,547	22,073	0,469	0,547	0,508
8	140	206,000	103,005	0,542	-0,652	25,751	0,542	0,652	0,597
9	160	215,000	117,720	0,626	-0,786	29,430	0,626	0,786	0,706
10	180	232,000	132,435	0,769	-1,077	33,109	0,769	1,077	0,923
11	200	245,000	147,150	0,959	-1,373	36,788	0,959	1,373	1,166
12	220	263,500	161,865	1,450	-2,393	40,466	1,450	2,393	1,921
13	240	295,500	176,580	2,709	-3,997	44,145	2,709	3,997	3,353
14	260	312,500	191,295	3,400	-4,871	47,824	3,400	4,871	4,136
15	280	497,000	206,010	10,494	-11,856	51,503	10,494	11,856	11,175
16	300	502,000	206,010	10,670	-12,022	51,503	10,670	12,022	11,346
17	320	507,000	206,010	10,970	-12,306	51,503	10,970	12,306	11,638
18	340	512,000	206,010	11,241	-12,573	51,503	11,241	12,573	11,907
19	360	517,000	206,010	11,442	-12,759	51,503	11,442	12,759	12,101
20	380	522,000	206,010	11,750	-13,055	51,503	11,750	13,055	12,402

21	400	527,000	206,0 10	12,024	-13,290	51,503	12,024	13,290	12,657
22	420	532,000	206,0 10	12,284	-13,565	51,503	12,284	13,565	12,924
23	440	537,000	206,0 10	12,500	-13,788	51,503	12,500	13,788	13,144
24	460	542,000	206,0 10	12,804	-14,104	51,503	12,804	14,104	13,454
25	480	547,000	206,0 10	13,005	-14,367	51,503	13,005	14,367	13,686
26	500	552,000	206,0 10	13,206	-14,569	51,503	13,206	14,569	13,888
27	520	557,000	206,0 10	13,518	-14,917	51,503	13,518	14,917	14,218
28	540	562,000	206,0 10	13,785	-15,217	51,503	13,785	15,217	14,501
29	560	567,000	206,0 10	14,122	-15,565	51,503	14,122	15,565	14,843
30	580	572,000	206,0 10	14,466	-15,918	51,503	14,466	15,918	15,192
31	600	577,000	206,0 10	14,715	-16,177	51,503	14,715	16,177	15,446
32	620	582,000	206,0 10	15,073	-16,533	51,503	15,073	16,533	15,803
33	640	587,000	206,0 10	15,417	-17,023	51,503	15,417	17,023	16,220
34	660	592,000	206,0 10	15,666	-17,379	51,503	15,666	17,379	16,523
35	680	597,000	206,0 10	15,992	-17,792	51,503	15,992	17,792	16,892
36	700	602,000	206,0 10	16,321	-18,177	51,503	16,321	18,177	17,249
37	720	607,000	206,0 10	16,548	-18,452	51,503	16,548	18,452	17,500
38	740	612,000	206,0 10	16,892	-18,870	51,503	16,892	18,870	17,881
39	760	617,000	206,0 10	17,244	-19,295	51,503	17,244	19,295	18,269
40	780	622,000	206,0 10	17,515	-19,619	51,503	17,515	19,619	18,567
41	800	627,000	206,0 10	17,840	-19,967	51,503	17,840	19,967	18,904
42	820	632,000	206,0 10	18,203	-20,396	51,503	18,203	20,396	19,299
43	840	637,000	206,0 10	18,565	-20,789	51,503	18,565	20,789	19,677
44	860	642,000	206,0 10	18,818	-21,060	51,503	18,818	21,060	19,939
45	880	647,000	206,0 10	19,059	-21,295	51,503	19,059	21,295	20,177

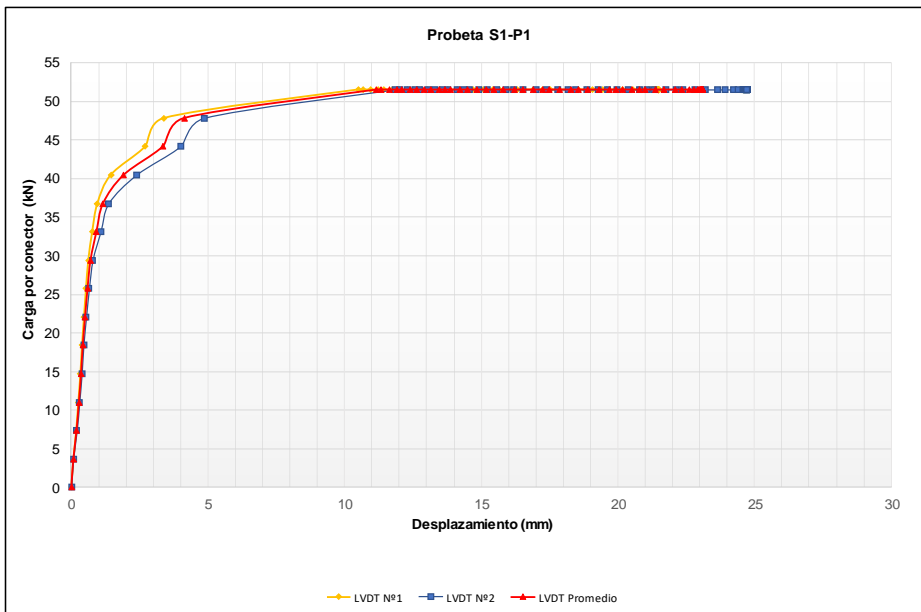
46	900	652,000	206,0 10	19,246	-21,769	51,503	19,246	21,769	20,507
47	920	657,000	206,0 10	19,447	-22,121	51,503	19,447	22,121	20,784
48	940	662,000	206,0 10	19,597	-22,368	51,503	19,597	22,368	20,983
49	960	667,000	206,0 10	19,931	-22,834	51,503	19,931	22,834	21,382
50	980	672,000	206,0 10	20,190	-23,186	51,503	20,190	23,186	21,688
51	1000	677,000	206,0 10	20,545	-23,652	51,503	20,545	23,652	22,099
52	1020	682,000	206,0 10	20,754	-23,939	51,503	20,754	23,939	22,347
53	1040	687,000	206,0 10	20,985	-24,239	51,503	20,985	24,239	22,612
54	1060	692,000	206,0 10	21,142	-24,405	51,503	21,142	24,405	22,773
55	1080	697,000	206,0 10	21,274	-24,559	51,503	21,274	24,559	22,916
56	1100	702,000	206,0 10	21,321	-24,599	51,503	21,321	24,599	22,960
57	1120	707,000	206,0 10	21,347	-24,619	51,503	21,347	24,619	22,983
58	1140	712,000	206,0 10	21,373	-24,648	51,503	21,373	24,648	23,010
59	1160	717,000	206,0 10	21,384	-24,660	51,503	21,384	24,660	23,022
60	1180	722,000	206,0 10	21,395	-24,668	51,503	21,395	24,668	23,031
61	1200	727,000	206,0 10	21,409	-24,680	51,503	21,409	24,680	23,045
62	1220	732,000	206,0 10	21,417	-24,676	51,503	21,417	24,676	23,046
63	1240	737,000	206,0 10	21,420	-24,688	51,503	21,420	24,688	23,054
64	1260	742,000	206,0 10	21,417	-24,688	51,503	21,417	24,688	23,052
65	1280	747,000	206,0 10	21,428	-24,696	51,503	21,428	24,696	23,062
66	1300	752,000	206,0 10	21,442	-24,704	51,503	21,442	24,704	23,073
67	1320z z	757,000	206,0 10	21,435	-24,709	51,503	21,435	24,709	23,072
68	1340	762,000	206,0 10	21,439	-24,704	51,503	21,439	24,704	23,071
69	1360	767,000	206,0 10	21,442	-24,709	51,503	21,442	24,709	23,075
70	1380	772,000	206,0 10	21,450	-24,713	51,503	21,450	24,713	23,081

71	1400	777,000	206,0 10	21,453	-24,704	51,503	21,453	24,704	23,079
72	1420	782,000	206,0 10	21,450	-24,717	51,503	21,450	24,717	23,083
73	1440	787,000	206,0 10	21,453	-24,713	51,503	21,453	24,713	23,083
74	1460	792,000	206,0 10	21,461	-24,717	51,503	21,461	24,717	23,089
75	1480	797,000	206,0 10	21,464	-24,717	51,503	21,464	24,717	23,090
76	1500	802,000	206,0 10	21,464	-24,713	51,503	21,464	24,713	23,088
77	1520	807,000	206,0 10	21,461	-24,713	51,503	21,461	24,713	23,087
78	1540	812,000	206,0 10	21,468	-24,717	51,503	21,468	24,717	23,092
79	1560	817,000	206,0 10	21,464	-24,717	51,503	21,464	24,717	23,090
80	1580	822,000	206,0 10	21,464	-24,717	51,503	21,464	24,717	23,090
81	1600	827,000	206,0 10	21,464	-24,721	51,503	21,464	24,721	23,092
82	1620	832,000	206,0 10	21,464	-24,717	51,503	21,464	24,717	23,090
83	1640	837,000	206,0 10	21,468	-24,713	51,503	21,468	24,713	23,090
84	1660	842,000	206,0 10	21,475	-24,721	51,503	21,475	24,721	23,098
85	1680	847,000	206,0 10	21,471	-24,721	51,503	21,471	24,721	23,096
86	1700	852,000	206,0 10	21,471	-24,717	51,503	21,471	24,717	23,094
87	1720	857,000	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
88	1740	862,000	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
89	1760	867,000	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
90	1780	872,000	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
91	1800	877,000	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
92	1820	882,000	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
93	1840	887,000	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
94	1860	892,000	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
95	1880	897,000	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096

96	1900	902,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
97	1920	907,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
98	1940	912,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
99	1960	917,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
100	1980	922,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
101	2000	927,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
102	2020	932,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
103	2040	937,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
104	2060	942,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
105	2080	947,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
106	2100	952,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
107	2120	957,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
108	2140	962,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
109	2160	967,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
110	2180	972,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
111	2200	977,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
112	2220	982,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
113	2240	987,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
114	2260	992,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
115	2280	997,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
116	2300	1002,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
117	2320	1007,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
118	2340	1012,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
119	2360	1017,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
120	2380	1022,000	206,010	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096

12	1	2400	1027,00 0	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
12	2	2420	1032,00 0	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
12	3	2440	1037,00 0	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
12	4	2460	1042,00 0	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
12	5	2480	1047,00 0	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
12	6	2500	1052,00 0	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096
12	7	2520	1057,00 0	206,0 10	21,468	-24,725	51,503	21,468	24,725	23,096

SERIE 1 PROBETA 1	
LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	100mm
LONGITUD CONECTOR	50mm



ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,0000	0,0000	0,0	0,00000	0,00000	0,00000
2	20	7,5	14,7	-0,0037	-0,2106	3,7	0,00370	0,21060	0,10715
3	40	14,0	29,4	-0,0037	-0,2996	7,4	0,00370	0,29960	0,15165
4	60	28,0	44,1	0,0037	-0,3604	11,0	0,00370	0,36040	0,18205
5	80	37,5	58,9	0,0000	-0,4090	14,7	0,00000	0,40900	0,20450
6	100	45,0	73,6	0,0037	-0,4819	18,4	0,00370	0,48190	0,24280
7	120	54,5	88,3	0,0988	-0,5709	22,1	0,09880	0,57090	0,33485
8	140	64,5	103,0	0,1903	-0,6762	25,8	0,19030	0,67620	0,43325
9	160	77,5	117,7	0,6076	-0,8625	29,4	0,60760	0,86250	0,73505
10	180	90,5	132,4	1,1384	-1,1176	33,1	1,13840	1,11760	1,12800
11	200	103,0	147,2	1,5373	-1,3767	36,8	1,53730	1,37670	1,45700
12	220	113,5	161,9	1,8814	-1,6318	40,5	1,88140	1,63180	1,75660
13	240	126,5	176,6	2,2987	-2,0084	44,1	2,29870	2,00840	2,15355

14	260	142,0	191,3	2,8477	-2,5713	47,8	2,84770	2,57130	2,70950
15	280	199,0	206,0	5,5271	-5,0089	51,50	5,52710	5,00890	5,26800
16	300	216,0	220,7	6,3982	-5,7904	55,2	6,39820	5,79040	6,09430
17	320	245,0	235,4	7,8843	-7,2522	58,9	7,88430	7,25220	7,56825
18	340	250,0	235,4	8,1808	-7,5194	58,9	8,18080	7,51940	7,85010
19	360	255,0	235,4	8,3785	-7,7300	58,9	8,37850	7,73000	8,05425
20	380	260,0	235,4	8,6493	-7,9810	58,9	8,64930	7,98100	8,31515
21	400	265,0	235,4	8,8799	-8,1876	58,9	8,87990	8,18760	8,53375
22	420	270,0	235,4	9,2240	-8,5115	58,9	9,22400	8,51150	8,86775
23	440	275,0	235,4	9,4217	-8,7545	58,9	9,42170	8,75450	9,08810
24	460	280,0	235,4	9,6999	-9,0298	58,9	9,69990	9,02980	9,36485
25	480	285,0	235,4	9,9707	-9,2930	58,9	9,97070	9,29300	9,63185
26	500	290,0	235,4	10,2233	-9,5441	58,9	10,22330	9,54410	9,88370
27	520	295,0	235,4	10,5198	-9,8558	58,9	10,51980	9,85580	10,18780
28	540	300,0	235,4	10,7211	-10,0867	58,9	10,72110	10,08670	10,40390
29	560	305,0	235,4	11,0688	-10,4187	58,9	11,06880	10,41870	10,74375
30	580	310,0	235,4	11,2884	-10,6293	58,9	11,28840	10,62930	10,95885
31	600	315,0	235,4	11,6215	-10,9208	58,9	11,62150	10,92080	11,27115
32	620	320,0	235,4	11,8228	-11,1557	58,9	11,82280	11,15570	11,48925
33	640	325,0	235,4	12,0571	-11,3946	58,9	12,05710	11,39460	11,72585
34	660	330,0	235,4	12,3829	-11,6942	58,9	12,38290	11,69420	12,03855
35	680	335,0	235,4	12,6061	-11,9048	58,9	12,60610	11,90480	12,25545
36	700	340,0	235,4	12,9173	-12,1801	58,9	12,91730	12,18010	12,54870
37	720	345,0	235,4	13,1515	-12,4312	58,9	13,15150	12,43120	12,79135
38	740	350,0	235,4	13,4773	-12,7308	58,9	13,47730	12,73080	13,10405
39	760	355,0	235,4	13,7335	-12,9981	58,9	13,73350	12,99810	13,36580
40	780	360,0	235,4	14,0666	-13,3382	58,9	14,06660	13,33820	13,70240
41	800	365,0	235,4	14,3302	-13,6054	58,9	14,33020	13,60540	13,96780
42	820	370,0	235,4	14,6486	-13,9132	58,9	14,64860	13,91320	14,28090
43	840	375,0	235,4	14,9597	-14,1885	58,9	14,95970	14,18850	14,57410
44	860	380,0	235,4	15,2416	-14,5084	58,9	15,24160	14,50840	14,87500
45	880	385,0	235,4	15,5051	-14,7797	58,9	15,50510	14,77970	15,14240
46	900	390,0	235,4	15,7430	-15,0348	58,9	15,74300	15,03480	15,38890
47	920	395,0	235,4	16,1018	-15,3547	58,9	16,10180	15,35470	15,72825
48	940	400,0	235,4	16,4056	-15,6787	58,9	16,40560	15,67870	16,04215
49	960	405,0	235,4	16,7460	-16,0431	58,9	16,74600	16,04310	16,39455
50	980	410,0	235,4	17,1230	-16,4075	58,9	17,12300	16,40750	16,76525
51	1000	415,0	235,4	17,4671	-16,7031	58,9	17,46710	16,70310	17,08510
52	1020	420,0	235,4	17,7489	-17,0068	58,9	17,74890	17,00680	17,37785
53	1040	425,0	235,4	18,0344	-17,2943	58,9	18,03440	17,29430	17,66435
54	1060	430,0	235,4	18,3309	-17,6101	58,9	18,33090	17,61010	17,97050
55	1080	435,0	235,4	18,7079	-17,9503	58,9	18,70790	17,95030	18,32910
56	1100	440,0	235,4	19,0044	-18,2702	58,9	19,00440	18,27020	18,63730
57	1120	445,0	235,4	19,2606	-18,5374	58,9	19,26060	18,53740	18,89900

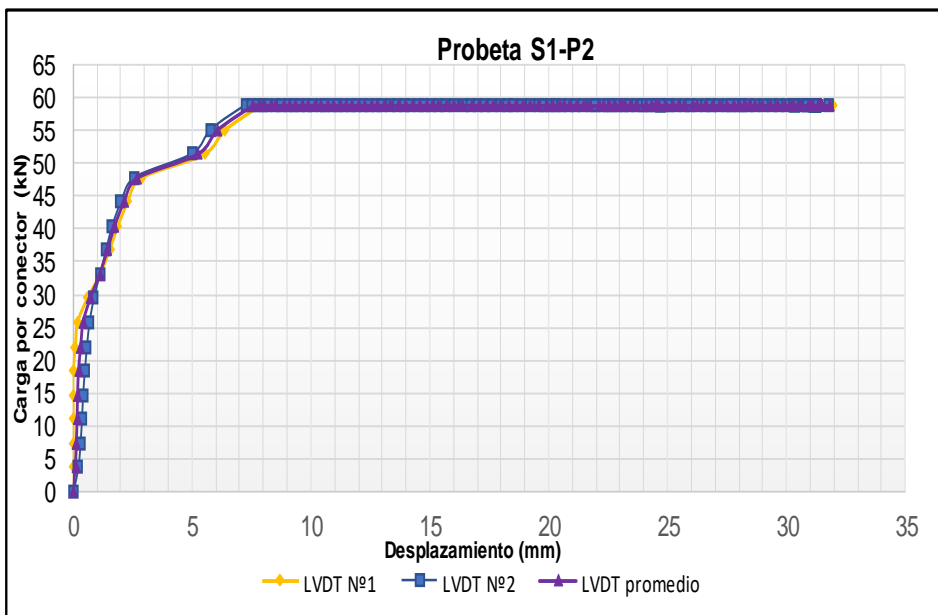
58	1140	450,0	235,4	19,6120	-18,8816	58,9	19,61200	18,88160	19,24680
59	1160	455,0	235,4	19,9378	-19,2096	58,9	19,93780	19,20960	19,57370
60	1180	460,0	235,4	20,2782	-19,5659	58,9	20,27820	19,56590	19,92205
61	1200	465,0	235,4	20,5600	-19,8291	58,9	20,56000	19,82910	20,19455
62	1220	470,0	235,4	20,8748	-20,0559	58,9	20,87480	20,05590	20,46535
63	1240	475,0	235,4	21,0652	-20,2826	58,9	21,06520	20,28260	20,67390
64	1260	480,0	235,4	21,2628	-20,5094	58,9	21,26280	20,50940	20,88610
65	1280	485,0	235,4	21,5300	-20,8009	58,9	21,53000	20,80090	21,16545
66	1300	490,0	235,4	21,8155	-21,1006	58,9	21,81550	21,10060	21,45805
67	1320	495,0	235,4	22,0900	-21,4124	58,9	22,09000	21,41240	21,75120
68	1340	500,0	235,4	22,4414	-21,7890	58,9	22,44140	21,78900	22,11520
69	1360	505,0	235,4	22,6061	-21,9833	58,9	22,60610	21,98330	22,29470
70	1380	510,0	235,4	22,8807	-22,2506	58,9	22,88070	22,25060	22,56565
71	1400	515,0	235,4	23,1223	-22,4854	58,9	23,12230	22,48540	22,80385
72	1420	520,0	235,4	23,3346	-22,6879	58,9	23,33460	22,68790	23,01125
73	1440	525,0	235,4	23,5432	-22,9065	58,9	23,54320	22,90650	23,22485
74	1460	530,0	235,4	23,7811	-23,1374	58,9	23,78110	23,13740	23,45925
75	1480	535,0	235,4	24,0264	-23,3682	58,9	24,02640	23,36820	23,69730
76	1500	540,0	235,4	24,4949	-23,7123	58,9	24,49490	23,71230	24,10360
77	1520	545,0	235,4	24,7072	-23,9148	58,9	24,70720	23,91480	24,31100
78	1540	550,0	235,4	24,8719	-24,1132	58,9	24,87190	24,11320	24,49255
79	1560	555,0	235,4	25,0183	-24,2509	58,9	25,01830	24,25090	24,63460
80	1580	560,0	235,4	25,3038	-24,5343	58,9	25,30380	24,53430	24,91905
81	1600	565,0	235,4	25,6113	-24,8664	58,9	25,61130	24,86640	25,23885
82	1620	570,0	235,4	25,8236	-25,0810	58,9	25,82360	25,08100	25,45230
83	1640	575,0	235,4	26,1054	-25,3442	58,9	26,10540	25,34420	25,72480
84	1660	580,0	235,4	26,4056	-25,7086	58,9	26,40560	25,70860	26,05710
85	1680	585,0	235,4	26,5996	-25,9313	58,9	26,59960	25,93130	26,26545
86	1700	590,0	235,4	26,9253	-26,2553	58,9	26,92530	26,25530	26,59030
87	1720	595,0	235,4	27,2255	-26,5833	58,9	27,22550	26,58330	26,90440
88	1740	600,0	235,4	27,5220	-26,8586	58,9	27,52200	26,85860	27,19030
89	1760	605,0	235,4	27,8001	-27,1623	58,9	27,80010	27,16230	27,48120
90	1780	610,0	235,4	28,0966	-27,4781	58,9	28,09660	27,47810	27,78735
91	1800	615,0	235,4	28,3309	-27,6806	58,9	28,33090	27,68060	28,00575
92	1820	620,0	235,4	28,6164	-27,9681	58,9	28,61640	27,96810	28,29225
93	1840	625,0	235,4	28,7408	-28,1179	58,9	28,74080	28,11790	28,42935
94	1860	630,0	235,4	29,0044	-28,3973	58,9	29,00440	28,39730	28,70085
95	1880	635,0	235,4	29,2423	-28,6808	58,9	29,24230	28,68080	28,96155
96	1900	640,0	235,4	29,5974	-29,0573	58,9	29,59740	29,05730	29,32735
97	1920	645,0	235,4	29,8939	-29,3691	58,9	29,89390	29,36910	29,63150
98	1940	650,0	235,4	30,2123	-29,6809	58,9	30,21230	29,68090	29,94660
99	1960	655,0	235,4	30,5417	-30,0049	58,9	30,54170	30,00490	30,27330
100	1980	660,0	235,4	30,8748	-30,3450	58,9	30,87480	30,34500	30,60990
101	2000	665,0	235,4	31,1859	-30,6730	58,9	31,18590	30,67300	30,92945

102	2020	670,0	235,4	31,2958	-30,7945	58,9	31,29580	30,79450	31,04515
103	2040	675,0	235,4	31,3982	-30,8876	58,9	31,39820	30,88760	31,14290
104	2060	680,0	235,4	31,5849	-31,0901	58,9	31,58490	31,09010	31,33750
105	2080	685,0	235,4	31,6215	-31,1265	58,9	31,62150	31,12650	31,37400
106	2100	690,0	235,4	31,6252	-31,1427	58,9	31,62520	31,14270	31,38395
107	2120	695,0	235,4	31,6325	-31,1508	58,9	31,63250	31,15080	31,39165
108	2140	700,0	235,4	31,6362	-31,1670	58,9	31,63620	31,16700	31,40160
109	2160	705,0	235,4	31,6435	-31,1670	58,9	31,64350	31,16700	31,40525
110	2180	710,0	235,4	31,6435	-31,1872	58,9	31,64350	31,18720	31,41535
111	2200	715,0	235,4	31,6581	-31,1751	58,9	31,65810	31,17510	31,41660
112	2220	720,0	235,4	31,6618	-31,1872	58,9	31,66180	31,18720	31,42450
113	2240	725,0	235,4	31,6581	-31,1913	58,9	31,65810	31,19130	31,42470
114	2260	730,0	235,4	31,6618	-31,1913	58,9	31,66180	31,19130	31,42655
115	2280	735,0	235,4	31,6581	-31,1913	58,9	31,65810	31,19130	31,42470
116	2300	740,0	235,4	31,6545	-31,1913	58,9	31,65450	31,19130	31,42290
117	2320	745,0	235,4	31,6508	-31,1913	58,9	31,65080	31,19130	31,42105
118	2340	750,0	235,4	31,6728	-31,1994	58,9	31,67280	31,19940	31,43610
119	2360	755,0	235,4	31,6764	-31,1953	58,9	31,67640	31,19530	31,43585
120	2380	760,0	235,4	31,6728	-31,1953	58,9	31,67280	31,19530	31,43405
121	2400	765,0	235,4	31,6801	-31,2075	58,9	31,68010	31,20750	31,44380
122	2420	770,0	235,4	31,6764	-31,2034	58,9	31,67640	31,20340	31,43990
123	2440	775,0	235,4	31,6728	-31,1994	58,9	31,67280	31,19940	31,43610
124	2460	780,0	235,4	31,6691	-31,1994	58,9	31,66910	31,19940	31,43425
125	2480	785,0	235,4	31,6728	-31,2156	58,9	31,67280	31,21560	31,44420
126	2500	790,0	235,4	31,6837	-31,2156	58,9	31,68370	31,21560	31,44965
127	2520	795,0	235,4	31,6764	-31,1994	58,9	31,67640	31,19940	31,43790
128	2540	800,0	235,4	31,6764	-31,2115	58,9	31,67640	31,21150	31,44395
129	2560	805,0	235,4	31,6837	-31,2115	58,9	31,68370	31,21150	31,44760
130	2580	810,0	235,4	31,6764	-31,2156	58,9	31,67640	31,21560	31,44600
131	2600	815,0	235,4	31,6691	-31,2156	58,9	31,66910	31,21560	31,44235
132	2620	820,0	235,4	31,6764	-31,2156	58,9	31,67640	31,21560	31,44600
133	2640	825,0	235,4	31,6801	-31,2075	58,9	31,68010	31,20750	31,44380
134	2660	830,0	235,4	31,6984	-31,2115	58,9	31,69840	31,21150	31,45495
135	2680	835,0	235,4	31,6911	-31,2156	58,9	31,69110	31,21560	31,45335
136	2700	840,0	235,4	31,6947	-31,2115	58,9	31,69470	31,21150	31,45310
137	2720	845,0	235,4	31,6984	-31,2156	58,9	31,69840	31,21560	31,45700
138	2740	850,0	235,4	31,6984	-31,2237	58,9	31,69840	31,22370	31,46105
139	2760	855,0	235,4	31,6984	-31,2156	58,9	31,69840	31,21560	31,45700
140	2780	860,0	235,4	31,6984	-31,2237	58,9	31,69840	31,22370	31,46105
141	2800	865,0	235,4	31,6984	-31,2399	58,9	31,69840	31,23990	31,46915
142	2820	870,0	235,4	31,6947	-31,2439	58,9	31,69470	31,24390	31,46930
143	2840	875,0	235,4	31,6911	-31,2439	58,9	31,69110	31,24390	31,46750
144	2860	880,0	235,4	31,6947	-31,2399	58,9	31,69470	31,23990	31,46730
145	2880	885,0	235,4	31,6874	-31,2480	58,9	31,68740	31,24800	31,46770

146	2900	890,0	235,4	31,6947	-31,2439	58,9	31,69470	31,24390	31,46930
147	2920	895,0	235,4	31,6947	-31,2439	58,9	31,69470	31,24390	31,46930
148	2940	900,0	235,4	31,6947	-31,2439	58,9	31,69470	31,24390	31,46930
149	2960	905,0	235,4	31,6947	-31,2480	58,9	31,69470	31,24800	31,47135
150	2980	910,0	235,4	31,6947	-31,2439	58,9	31,69470	31,24390	31,46930
151	3000	915,0	235,4	31,6984	-31,2399	58,9	31,69840	31,23990	31,46915
152	3020	920,0	235,4	31,6911	-31,2439	58,9	31,69110	31,24390	31,46750
153	3040	925,0	235,4	31,9327	-31,7582	58,9	31,93270	31,75820	31,84545
154	3060	930,0	235,4	30,2416	-30,3693	58,9	30,24160	30,36930	30,30545
155	3080	935,0	235,4	30,2086	-30,3369	58,9	30,20860	30,33690	30,27275
156	3100	940,0	235,4	30,1977	-30,3409	58,9	30,19770	30,34090	30,26930
157	3120	945,0	235,4	30,1757	-30,3247	58,9	30,17570	30,32470	30,25020
158	3140	950,0	235,4	30,1757	-30,3167	58,9	30,17570	30,31670	30,24620
159	3160	955,0	235,4	30,1794	-30,3126	58,9	30,17940	30,31260	30,24600
160	3180	960,0	235,4	21,4898	-24,7166	58,9	21,48980	24,71660	23,10320
161	3200	965,0	235,4	21,4861	-24,7125	58,9	21,48610	24,71250	23,09930
162	3220	970,0	235,4	21,4934	-24,7166	58,9	21,49340	24,71660	23,10500
163	3240	975,0	235,4	21,4934	-24,7206	58,9	21,49340	24,72060	23,10700
164	3260	980,0	235,4	21,4934	-24,7125	58,9	21,49340	24,71250	23,10295

Comportamiento de conectores de cortante tipo canal en sistemas de entrepiso conformados por viguetas en celosía, lámina colaborante y concreto reforzado.211

SERIE 1 PROBETA 2	
LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	100mm
LONGITUD CONECTOR	50mm



ítem	Unidad es de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,022	-0,008	0,000	0,022	0,008	0,015
2	20	10,00	14,7	0,293	-0,373	3,679	0,293	0,373	0,333
3	40	26,00	29,4	0,377	-0,466	7,358	0,377	0,466	0,421
4	60	39,50	44,1	0,469	-0,551	11,036	0,469	0,551	0,510
5	80	49,00	58,9	0,567	-0,644	14,715	0,567	0,644	0,606
6	100	55,50	73,6	0,648	-0,737	18,394	0,648	0,737	0,692
7	120	62,50	88,3	0,776	-0,887	22,073	0,776	0,887	0,831
8	140	75,50	103,0	1,285	-1,296	25,751	1,285	1,296	1,290
9	160	86,00	117,7	1,914	-1,891	29,430	1,914	1,891	1,903
10	180	101,00	132,4	2,786	-2,721	33,109	2,786	2,721	2,753
11	200	116,00	147,2	3,613	-3,535	36,788	3,613	3,535	3,574
12	220	136,00	161,9	4,729	-4,620	40,466	4,729	4,620	4,675
13	240	153,00	176,6	5,611	-5,462	44,145	5,611	5,462	5,537
14	260	169,00	191,3	6,384	-6,208	47,824	6,384	6,208	6,296
15	280	187,00	206,0	7,405	-7,159	51,503	7,405	7,159	7,282
16	300	207,00	220,7	8,485	-8,200	55,181	8,485	8,200	8,342
17	320	236,00	235,4	10,344	-9,913	58,860	10,344	9,913	10,128
18	340	241,00	235,4	10,608	-10,160	58,860	10,608	10,160	10,384
19	360	246,00	235,4	10,915	-10,451	58,860	10,915	10,451	10,683
20	380	251,00	235,4	11,285	-10,824	58,860	11,285	10,824	11,054
21	400	256,00	235,4	11,611	-11,135	58,860	11,611	11,135	11,373
22	420	261,00	235,4	11,849	-11,366	58,860	11,849	11,366	11,607
23	440	266,00	235,4	12,050	-11,573	58,860	12,050	11,573	11,811
24	460	271,00	235,4	12,398	-11,949	58,860	12,398	11,949	12,173
25	480	276,00	235,4	12,804	-12,415	58,860	12,804	12,415	12,609
26	500	281,00	235,4	13,086	-12,694	58,860	13,086	12,694	12,890
27	520	286,00	235,4	13,302	-12,909	58,860	13,302	12,909	13,105
28	540	291,00	235,4	13,576	-13,168	58,860	13,576	13,168	13,372
29	560	296,00	235,4	13,825	-13,415	58,860	13,825	13,415	13,620
30	580	301,00	235,4	14,096	-13,678	58,860	14,096	13,678	13,887

31	600	306,00	235,4	14,370	-13,946	58,860	14,370	13,946	14,158
32	620	311,00	235,4	14,612	-14,180	58,860	14,612	14,180	14,396
33	640	316,00	235,4	14,898	-14,468	58,860	14,898	14,468	14,683
34	660	321,00	235,4	15,150	-14,723	58,860	15,150	14,723	14,937
35	680	326,00	235,4	15,458	-15,031	58,860	15,458	15,031	15,244
36	700	331,00	235,4	15,787	-15,355	58,860	15,787	15,355	15,571
37	720	336,00	235,4	16,160	-15,715	58,860	16,160	15,715	15,938
38	740	341,00	235,4	16,676	-16,165	58,860	16,676	16,165	16,421
39	760	346,00	235,4	17,068	-16,533	58,860	17,068	16,533	16,801
40	780	351,00	235,4	17,478	-16,910	58,860	17,478	16,910	17,194
41	800	356,00	235,4	18,082	-17,489	58,860	18,082	17,489	17,785
42	820	361,00	235,4	18,463	-17,865	58,860	18,463	17,865	18,164
43	840	366,00	235,4	18,891	-18,311	58,860	18,891	18,311	18,601
44	860	371,00	235,4	19,272	-18,691	58,860	19,272	18,691	18,981
45	880	376,00	235,4	19,579	-18,999	58,860	19,579	18,999	19,289
46	900	381,00	235,4	19,876	-19,295	58,860	19,876	19,295	19,585
47	920	386,00	235,4	20,179	-19,606	58,860	20,179	19,606	19,893
48	940	391,00	235,4	20,487	-19,914	58,860	20,487	19,914	20,201
49	960	396,00	235,4	20,816	-20,234	58,860	20,816	20,234	20,525
50	980	401,00	235,4	21,109	-20,513	58,860	21,109	20,513	20,811
51	1000	406,00	235,4	21,479	-20,866	58,860	21,479	20,866	21,172
52	1020	411,00	235,4	21,845	-21,222	58,860	21,845	21,222	21,533
53	1040	416,00	235,4	22,251	-21,599	58,860	22,251	21,599	21,925
54	1060	421,00	235,4	22,628	-21,963	58,860	22,628	21,963	22,296
55	1080	426,00	235,4	22,980	-22,319	58,860	22,980	22,319	22,649
56	1100	431,00	235,4	23,269	-22,611	58,860	23,269	22,611	22,940
57	1120	436,00	235,4	23,748	-23,097	58,860	23,748	23,097	23,423
58	1140	441,00	235,4	24,173	-23,514	58,860	24,173	23,514	23,843
59	1160	446,00	235,4	24,649	-23,992	58,860	24,649	23,992	24,320
60	1180	451,00	235,4	25,095	-24,437	58,860	25,095	24,437	24,766
61	1200	456,00	235,4	25,454	-24,781	58,860	25,454	24,781	25,118
62	1220	461,00	235,4	25,835	-25,170	58,860	25,835	25,170	25,502
63	1240	466,00	235,4	26,201	-25,522	58,860	26,201	25,522	25,862
64	1260	471,00	235,4	26,552	-25,875	58,860	26,552	25,875	26,213
65	1280	476,00	235,4	26,925	-26,243	58,860	26,925	26,243	26,584
66	1300	481,00	235,4	27,006	-26,320	58,860	27,006	26,320	26,663
67	1320	486,00	235,4	27,299	-26,612	58,860	27,299	26,612	26,955
68	1340	491,00	235,4	27,712	-27,025	58,860	27,712	27,025	27,368
69	1360	496,00	235,4	28,064	-27,373	58,860	28,064	27,373	27,718
70	1380	501,00	235,4	28,474	-27,794	58,860	28,474	27,794	28,134
71	1400	506,00	235,4	28,799	-28,102	58,860	28,799	28,102	28,451
72	1420	511,00	235,4	29,191	-28,499	58,860	29,191	28,499	28,845
73	1440	516,00	235,4	29,583	-28,863	58,860	29,583	28,863	29,223
74	1460	521,00	235,4	29,905	-29,159	58,860	29,905	29,159	29,532

75	1480	526,00	235,4	30,278	-29,531	58,860	30,278	29,531	29,905
76	1500	531,00	235,4	30,626	-29,892	58,860	30,626	29,892	30,259
77	1520	536,00	235,4	30,941	-30,211	58,860	30,941	30,211	30,576
78	1540	541,00	235,4	31,256	-30,548	58,860	31,256	30,548	30,902
79	1560	546,00	235,4	31,651	-30,952	58,860	31,651	30,952	31,302
80	1580	551,00	235,4	32,086	-31,406	58,860	32,086	31,406	31,746
81	1600	556,00	235,4	32,482	-31,892	58,860	32,482	31,892	32,187
82	1620	561,00	235,4	32,892	-32,309	58,860	32,892	32,309	32,600
83	1640	566,00	235,4	33,225	-32,641	58,860	33,225	32,641	32,933
84	1660	571,00	235,4	33,503	-32,912	58,860	33,503	32,912	33,208
85	1680	576,00	235,4	33,573	-32,981	58,860	33,573	32,981	33,277
86	1700	581,00	235,4	33,584	-32,997	58,860	33,584	32,997	33,290
87	1720	586,00	235,4	33,594	-33,005	58,860	33,594	33,005	33,300
88	1740	591,00	235,4	33,602	-33,009	58,860	33,602	33,009	33,306
89	1760	596,00	235,4	33,605	-33,013	58,860	33,605	33,013	33,309
90	1780	601,00	235,4	33,613	-33,018	58,860	33,613	33,018	33,315

SERIE 1 PROBETA 3	
LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	100mm
LONGITUD CONECTOR	50mm

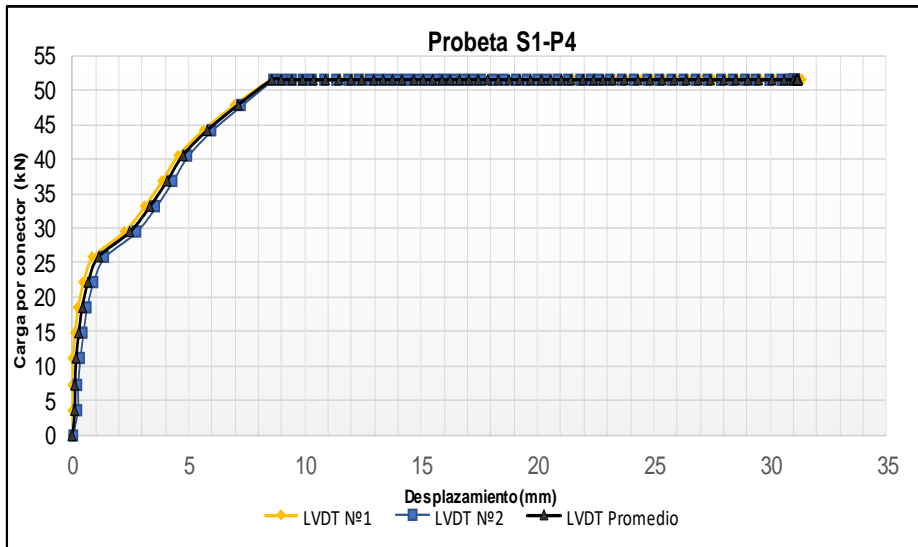
z

ítem	Unidad de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,0073	0,0243	0,0000	0,0073	0,0243	0,0158
2	20	8,00	14,7	0,0037	-0,2227	3,6788	0,0037	0,2227	0,1132
3	40	10,50	29,4	0,0073	-0,2389	7,3575	0,0073	0,2389	0,1231
4	60	17,00	44,1	0,0073	-0,3280	11,0363	0,0073	0,3280	0,1677
5	80	24,50	58,9	0,0988	-0,4616	14,7150	0,0988	0,4616	0,2802
6	100	31,00	73,6	0,2343	-0,6155	18,3938	0,2343	0,6155	0,4249
7	120	39,00	88,3	0,4649	-0,8908	22,0725	0,4649	0,8908	0,6779
8	140	50,00	103,0	0,8785	-1,3686	25,7513	0,8785	1,3686	1,1236
9	160	72,50	117,7	2,2365	-2,7332	29,4300	2,2365	2,7332	2,4849
10	180	84,50	132,4	3,1040	-3,5876	33,1088	3,1040	3,5876	3,3458
11	200	95,50	147,2	3,8470	-4,3003	36,7875	3,8470	4,3003	4,0737

12	220	106,00	161,9	4,5315	-4,9603	40,4663	4,5315	4,9603	4,7459
13	240	122,00	176,6	5,6223	-5,9848	44,1450	5,6223	5,9848	5,8036
14	260	140,00	191,3	6,9693	-7,2684	47,8238	6,9693	7,2684	7,1189
15	280	158,00	206,0	8,5505	-8,6370	51,5025	8,5505	8,6370	8,5938
16	300	163,00	206,0	8,9934	-9,0258	51,5025	8,9934	9,0258	9,0096
17	320	168,00	206,0	9,4583	-9,4347	51,5025	9,4583	9,4347	9,4465
18	340	173,00	206,0	9,9524	-9,8923	51,5025	9,9524	9,8923	9,9224
19	360	178,00	206,0	10,4209	-10,3175	51,5025	10,4209	10,3175	10,3692
20	380	183,00	206,0	10,9700	-10,8196	51,5025	10,9700	10,8196	10,8948
21	400	188,00	206,0	11,5410	-11,3541	51,5025	11,5410	11,3541	11,4476
22	420	193,00	206,0	12,1047	-11,8805	51,5025	12,1047	11,8805	11,9926
23	440	198,00	206,0	12,6025	-12,3340	51,5025	12,6025	12,3340	12,4683
24	460	203,00	206,0	13,0930	-12,8037	51,5025	13,0930	12,8037	12,9484
25	480	208,00	206,0	13,5029	-13,1681	51,5025	13,5029	13,1681	13,3355
26	500	213,00	206,0	13,9348	-13,5730	51,5025	13,9348	13,5730	13,7539
27	520	218,00	206,0	14,3960	-13,9780	51,5025	14,3960	13,9780	14,1870
28	540	223,00	206,0	14,9597	-14,4153	51,5025	14,9597	14,4153	14,6875
29	560	228,00	206,0	15,3734	-14,8000	51,5025	15,3734	14,8000	15,0867
30	580	233,00	206,0	15,8126	-15,2292	51,5025	15,8126	15,2292	15,5209
31	600	238,00	206,0	16,1933	-15,6017	51,5025	16,1933	15,6017	15,8975
32	620	243,00	206,0	16,5447	-15,9621	51,5025	16,5447	15,9621	16,2534
33	640	248,00	206,0	16,9363	-16,3508	51,5025	16,9363	16,3508	16,6436
34	660	253,00	206,0	17,3060	-16,7477	51,5025	17,3060	16,7477	17,0269
35	680	258,00	206,0	17,7343	-17,1809	51,5025	17,7343	17,1809	17,4576
36	700	263,00	206,0	18,1332	-17,5899	51,5025	18,1332	17,5899	17,8616
37	720	268,00	206,0	18,5725	-18,0677	51,5025	18,5725	18,0677	18,3201
38	740	273,00	206,0	19,0044	-18,5374	51,5025	19,0044	18,5374	18,7709
39	760	278,00	206,0	19,4656	-19,0598	51,5025	19,4656	19,0598	19,2627
40	780	283,00	206,0	19,8755	-19,5092	51,5025	19,8755	19,5092	19,6924
41	800	288,00	206,0	20,3660	-20,0194	51,5025	20,3660	20,0194	20,1927
42	820	293,00	206,0	20,7467	-20,4163	51,5025	20,7467	20,4163	20,5815
43	840	298,00	206,0	21,1493	-20,8576	51,5025	21,1493	20,8576	21,0035
44	860	303,00	206,0	21,5666	-21,3314	51,5025	21,5666	21,3314	21,4490
45	880	308,00	206,0	22,0608	-21,8294	51,5025	22,0608	21,8294	21,9451
46	900	313,00	206,0	22,5220	-22,2911	51,5025	22,5220	22,2911	22,4066
47	920	318,00	206,0	22,9100	-22,6717	51,5025	22,9100	22,6717	22,7909
48	940	323,00	206,0	23,3602	-23,1171	51,5025	23,3602	23,1171	23,2387
49	960	328,00	206,0	23,8726	-23,6152	51,5025	23,8726	23,6152	23,7439
50	980	333,00	206,0	24,4253	-24,1659	51,5025	24,4253	24,1659	24,2956
51	1000	338,00	206,0	24,9780	-24,7247	51,5025	24,9780	24,7247	24,8514
52	1020	343,00	206,0	25,4722	-25,2268	51,5025	25,4722	25,2268	25,3495
53	1040	348,00	206,0	25,9846	-25,7370	51,5025	25,9846	25,7370	25,8608
54	1060	353,00	206,0	26,5227	-26,2593	51,5025	26,5227	26,2593	26,3910
55	1080	358,00	206,0	27,0791	-26,7898	51,5025	27,0791	26,7898	26,9345

56	1100	363,00	206,0	27,6061	-27,3040	51,5025	27,6061	27,3040	27,4551
57	1120	368,00	206,0	28,1552	-27,8709	51,5025	28,1552	27,8709	28,0131
58	1140	373,00	206,0	28,6823	-28,4135	51,5025	28,6823	28,4135	28,5479
59	1160	378,00	206,0	29,1764	-28,9197	51,5025	29,1764	28,9197	29,0481
60	1180	383,00	206,0	29,6449	-29,3975	51,5025	29,6449	29,3975	29,5212
61	1200	388,00	206,0	30,2233	-29,9563	51,5025	30,2233	29,9563	30,0898
62	1220	393,00	206,0	30,7540	-30,4665	51,5025	30,7540	30,4665	30,6103
63	1240	398,00	206,0	31,1420	-30,8592	51,5025	31,1420	30,8592	31,0006
64	1260	403,00	206,0	31,2701	-30,9767	51,5025	31,2701	30,9767	31,1234
65	1280	408,00	206,0	31,2994	-31,0010	51,5025	31,2994	31,0010	31,1502
66	1300	413,00	206,0	31,3104	-31,0050	51,5025	31,3104	31,0050	31,1577
67	1320	418,00	206,0	31,3177	-31,0172	51,5025	31,3177	31,0172	31,1675
68	1340	423,00	206,0	31,3250	-31,0172	51,5025	31,3250	31,0172	31,1711
69	1360	428,00	206,0	31,3287	-31,0253	51,5025	31,3287	31,0253	31,1770
70	1380	433,00	206,0	31,3324	-31,0293	51,5025	31,3324	31,0293	31,1809
71	1400	438,00	206,0	31,3360	-31,0293	51,5025	31,3360	31,0293	31,1827
72	1420	443,00	206,0	31,3433	-31,0334	51,5025	31,3433	31,0334	31,1884
73	1440	448,00	206,0	31,3433	-31,0374	51,5025	31,3433	31,0374	31,1904
74	1460	453,00	206,0	31,3433	-31,0334	51,5025	31,3433	31,0334	31,1884
75	1480	458,00	206,0	31,3470	-31,0334	51,5025	31,3470	31,0334	31,1902
76	1500	463,00	206,0	31,3507	-31,0334	51,5025	31,3507	31,0334	31,1921
77	1520	468,00	206,0	31,3470	-31,0374	51,5025	31,3470	31,0374	31,1922
78	1540	473,00	206,0	31,3543	-31,0374	51,5025	31,3543	31,0374	31,1959
79	1560	478,00	206,0	31,3580	-31,0415	51,5025	31,3580	31,0415	31,1998
80	1580	483,00	206,0	31,3543	-31,0415	51,5025	31,3543	31,0415	31,1979
81	1600	488,00	206,0	31,3543	-31,0415	51,5025	31,3543	31,0415	31,1979
82	1620	493,00	206,0	31,3543	-31,0374	51,5025	31,3543	31,0374	31,1959
83	1640	498,00	206,0	31,3580	-31,0415	51,5025	31,3580	31,0415	31,1998
84	1660	503,00	206,0	31,3616	-31,0374	51,5025	31,3616	31,0374	31,1995
85	1680	508,00	206,0	31,3690	-31,0374	51,5025	31,3690	31,0374	31,2032
86	1700	513,00	206,0	31,3616	-31,0455	51,5025	31,3616	31,0455	31,2036
87	1720	518,00	206,0	31,3616	-31,0455	51,5025	31,3616	31,0455	31,2036
88	1740	523,00	206,0	31,3653	-31,0415	51,5025	31,3653	31,0415	31,2034
89	1760	528,00	206,0	31,3726	-31,0415	51,5025	31,3726	31,0415	31,2071
90	1780	533,00	206,0	31,3653	-31,0415	51,5025	31,3653	31,0415	31,2034

SERIE 1 PROBETA 4	
LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	100mm
LONGITUD CONECTOR	50mm



ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	-0,004	-0,004	0,000	0,004	0,004	0,004
2	20	5,00	14,7	-0,004	-0,012	3,679	0,004	0,012	0,008
3	40	13,00	29,4	0,128	-0,122	7,358	0,128	0,122	0,125
4	60	21,50	44,1	0,234	-0,227	11,036	0,234	0,227	0,231
5	80	28,50	58,9	0,318	-0,275	14,715	0,318	0,275	0,297
6	100	41,00	73,6	0,523	-0,389	18,394	0,523	0,389	0,456
7	120	46,00	88,3	0,611	-0,441	22,073	0,611	0,441	0,526
8	140	50,00	103,0	0,692	-0,494	25,751	0,692	0,494	0,593
9	160	56,00	117,7	0,824	-0,579	29,430	0,824	0,579	0,701
10	180	60,00	132,4	0,893	-0,628	33,109	0,893	0,628	0,760
11	200	63,00	147,2	0,992	-0,697	36,788	0,992	0,697	0,844
12	220	85,00	161,9	1,428	-0,988	40,466	1,428	0,988	1,208
13	240	107,00	176,6	1,080	-1,004	44,145	1,080	1,004	1,042
14	260	129,00	191,3	1,259	-1,110	47,824	1,259	1,110	1,184
15	280	136,00	206,0	1,482	-1,263	51,503	1,482	1,263	1,373
16	300	145,00	220,7	1,794	-1,514	55,181	1,794	1,514	1,654
17	320	154,00	235,4	2,189	-1,794	58,860	2,189	1,794	1,991
18	340	170,00	250,2	2,958	-2,365	62,539	2,958	2,365	2,661

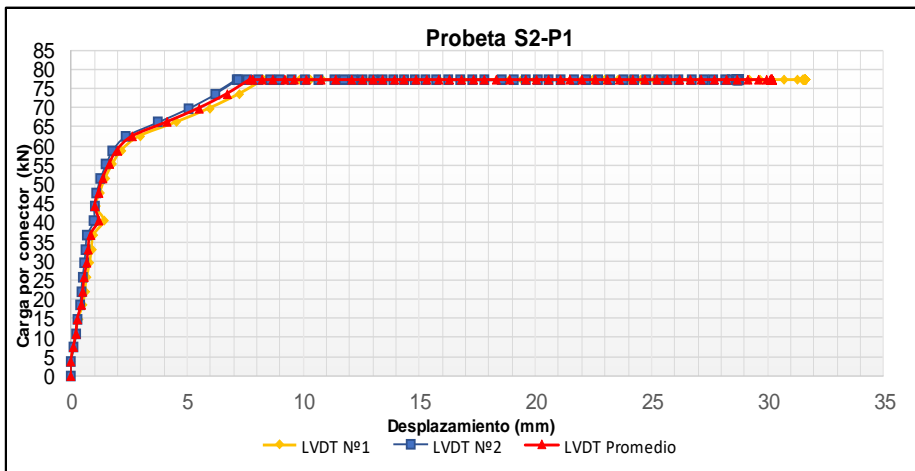
19	360	197,00	264,9	4,546	-3,729	66,218	4,546	3,729	4,138
20	380	219,00	279,6	5,996	-5,082	69,896	5,996	5,082	5,539
21	400	243,00	294,3	7,244	-6,212	73,575	7,244	6,212	6,728
22	420	269,00	309,0	8,302	-7,115	77,254	8,302	7,115	7,708
23	440	270,00	309,0	8,422	-7,220	77,254	8,422	7,220	7,821
24	460	275,00	309,0	8,862	-7,613	77,254	8,862	7,613	8,237
25	480	280,00	309,0	9,316	-8,050	77,254	9,316	8,050	8,683
26	500	285,00	309,0	9,835	-8,556	77,254	9,835	8,556	9,196
27	520	290,00	309,0	10,286	-8,997	77,254	10,286	8,997	9,641
28	540	295,00	309,0	10,824	-9,491	77,254	10,824	9,491	10,158
29	560	300,00	309,0	11,486	-10,091	77,254	11,486	10,091	10,788
30	580	305,00	309,0	12,145	-10,645	77,254	12,145	10,645	11,395
31	600	310,00	309,0	12,873	-11,330	77,254	12,873	11,330	12,102
32	620	315,00	309,0	13,349	-11,763	77,254	13,349	11,763	12,556
33	640	320,00	309,0	13,807	-12,172	77,254	13,807	12,172	12,989
34	660	325,00	309,0	14,264	-12,581	77,254	14,264	12,581	13,423
35	680	330,00	309,0	14,821	-13,031	77,254	14,821	13,031	13,926
36	700	335,00	309,0	15,293	-13,435	77,254	15,293	13,435	14,364
37	720	340,00	309,0	15,842	-13,905	77,254	15,842	13,905	14,874
38	740	345,00	309,0	16,314	-14,338	77,254	16,314	14,338	15,326
39	760	350,00	309,0	16,852	-14,820	77,254	16,852	14,820	15,836
40	780	355,00	309,0	17,343	-15,266	77,254	17,343	15,266	16,304
41	800	360,00	309,0	17,855	-15,743	77,254	17,855	15,743	16,799
42	820	365,00	309,0	18,379	-16,266	77,254	18,379	16,266	17,322
43	840	370,00	309,0	18,884	-16,756	77,254	18,884	16,756	17,820
44	860	375,00	309,0	19,414	-17,282	77,254	19,414	17,282	18,348
45	880	380,00	309,0	19,967	-17,821	77,254	19,967	17,821	18,894
46	900	385,00	309,0	20,575	-18,570	77,254	20,575	18,570	19,572
47	920	390,00	309,0	21,054	-19,064	77,254	21,054	19,064	20,059
48	940	395,00	309,0	21,534	-19,598	77,254	21,534	19,598	20,566
49	960	400,00	309,0	22,017	-20,105	77,254	22,017	20,105	21,061
50	980	405,00	309,0	22,460	-20,558	77,254	22,460	20,558	21,509
51	1000	410,00	309,0	22,972	-21,088	77,254	22,972	21,088	22,030
52	1020	415,00	309,0	23,551	-21,672	77,254	23,551	21,672	22,611
53	1040	420,00	309,0	24,070	-22,194	77,254	24,070	22,194	23,132
54	1060	425,00	309,0	24,568	-22,708	77,254	24,568	22,708	23,638
55	1080	430,00	309,0	25,103	-23,243	77,254	25,103	23,243	24,173
56	1100	435,00	309,0	25,641	-23,785	77,254	25,641	23,785	24,713
57	1120	440,00	309,0	26,135	-24,287	77,254	26,135	24,287	25,211
58	1140	445,00	309,0	26,622	-24,785	77,254	26,622	24,785	25,703
59	1160	450,00	309,0	27,145	-25,271	77,254	27,145	25,271	26,208
60	1180	455,00	309,0	27,603	-25,709	77,254	27,603	25,709	26,656
61	1200	460,00	309,0	28,119	-26,182	77,254	28,119	26,182	27,151
62	1220	465,00	309,0	28,671	-26,729	77,254	28,671	26,729	27,700

63	1240	470,00	309,0	29,198	-27,243	77,254	29,198	27,243	28,221
64	1260	475,00	309,0	29,685	-27,664	77,254	29,685	27,664	28,675
65	1280	480,00	309,0	30,179	-28,154	77,254	30,179	28,154	29,167
66	1300	485,00	309,0	30,739	-28,482	77,254	30,739	28,482	29,611
67	1320	490,00	309,0	31,274	-28,640	77,254	31,274	28,640	29,957
68	1340	495,00	309,0	31,519	-28,717	77,254	31,519	28,717	30,118
69	1360	500,00	309,0	31,541	-28,725	77,254	31,541	28,725	30,133
70	1380	505,00	309,0	31,563	-28,725	77,254	31,563	28,725	30,144
71	1400	510,00	309,0	31,563	-28,729	77,254	31,563	28,729	30,146
72	1420	515,00	309,0	31,578	-28,733	77,254	31,578	28,733	30,156
73	1440	520,00	309,0	31,581	-28,729	77,254	31,581	28,729	30,155
74	1460	525,00	309,0	31,585	-28,733	77,254	31,585	28,733	30,159
75	1480	530,00	309,0	31,589	-28,733	77,254	31,589	28,733	30,161
76	1500	535,00	309,0	31,589	-28,733	77,254	31,589	28,733	30,161
77	1520	540,00	309,0	31,596	-28,729	77,254	31,596	28,729	30,163
78	1540	545,00	309,0	31,596	-28,733	77,254	31,596	28,733	30,165
79	1560	550,00	309,0	31,600	-28,729	77,254	31,600	28,729	30,164
80	1580	555,00	309,0	31,603	-28,737	77,254	31,603	28,737	30,170
81	1600	560,00	309,0	31,603	-28,737	77,254	31,603	28,737	30,170
82	1620	565,00	309,0	31,607	-28,733	77,254	31,607	28,733	30,170
83	1640	570,00	309,0	31,614	-28,729	77,254	31,614	28,729	30,172
84	1660	575,00	309,0	31,607	-28,733	77,254	31,607	28,733	30,170
85	1680	580,00	309,0	31,603	-28,733	77,254	31,603	28,733	30,168
86	1700	585,00	309,0	31,607	-28,729	77,254	31,607	28,729	30,168
87	1720	590,00	309,0	31,614	-28,725	77,254	31,614	28,725	30,170
88	1740	595,00	309,0	31,614	-28,725	77,254	31,614	28,725	30,170
89	1760	600,00	309,0	31,618	-28,729	77,254	31,618	28,729	30,174
90	1780	605,00	309,0	31,625	-28,729	77,254	31,625	28,729	30,177
91	1800	610,00	309,0	31,618	-28,733	77,254	31,618	28,733	30,176
92	1820	615,00	309,0	31,629	-28,737	77,254	31,629	28,737	30,183
93	1840	620,00	309,0	31,625	-28,729	77,254	31,625	28,729	30,177
94	1860	625,00	309,0	31,625	-28,729	77,254	31,625	28,729	30,177
95	1880	630,00	309,0	31,622	-28,733	77,254	31,622	28,733	30,177
96	1900	635,00	309,0	31,625	-28,725	77,254	31,625	28,725	30,175
97	1920	640,00	309,0	31,625	-28,721	77,254	31,625	28,721	30,173
98	1940	645,00	309,0	31,625	-28,725	77,254	31,625	28,725	30,175
99	1960	650,00	309,0	31,629	-28,725	77,254	31,629	28,725	30,177
100	1980	655,00	309,0	31,629	-28,729	77,254	31,629	28,729	30,179
101	2000	660,00	309,0	31,633	-28,721	77,254	31,633	28,721	30,177
102	2020	665,00	309,0	31,629	-28,729	77,254	31,629	28,729	30,179
103	2040	670,00	309,0	31,633	-28,725	77,254	31,633	28,725	30,179

10									
4	2060	675,00	309,0	31,636	-28,725	77,254	31,636	28,725	30,181
10									
5	2080	680,00	309,0	31,629	-28,725	77,254	31,629	28,725	30,177
10									
6	2100	685,00	309,0	31,640	-28,733	77,254	31,640	28,733	30,187
10									
7	2120	690,00	309,0	31,633	-28,725	77,254	31,633	28,725	30,179
10									
8	2140	695,00	309,0	31,640	-28,717	77,254	31,640	28,717	30,179
10									
9	2160	700,00	309,0	31,633	-28,717	77,254	31,633	28,717	30,175
11									
0	2180	705,00	309,0	31,636	-28,725	77,254	31,636	28,725	30,181
11									
1	2200	710,00	309,0	31,633	-28,717	77,254	31,633	28,717	30,175
11									
2	2220	715,00	309,0	31,644	-28,721	77,254	31,644	28,721	30,182
11									
3	2240	720,00	309,0	31,640	-28,725	77,254	31,640	28,725	30,183
11									
4	2260	725,00	309,0	31,636	-28,721	77,254	31,636	28,721	30,179
11									
5	2280	730,00	309,0	31,636	-28,725	77,254	31,636	28,725	30,181
11									
6	2300	735,00	309,0	31,644	-28,717	77,254	31,644	28,717	30,180
11									
7	2320	740,00	309,0	31,640	-28,717	77,254	31,640	28,717	30,179
11									
8	2340	745,00	309,0	31,636	-28,717	77,254	31,636	28,717	30,177
11									
9	2360	750,00	309,0	31,640	-28,717	77,254	31,640	28,717	30,179
12									
0	2380	755,00	309,0	31,644	-28,717	77,254	31,644	28,717	30,180
12									
1	2400	760,00	309,0	31,644	-28,725	77,254	31,644	28,725	30,184
12									
2	2420	765,00	309,0	31,651	-28,717	77,254	31,651	28,717	30,184
12									
3	2440	770,00	309,0	31,640	-28,717	77,254	31,640	28,717	30,179
12									
4	2460	775,00	309,0	31,647	-28,721	77,254	31,647	28,721	30,184
12									
5	2480	780,00	309,0	31,644	-28,717	77,254	31,644	28,717	30,180
12									
6	2500	785,00	309,0	31,644	-28,717	77,254	31,644	28,717	30,180
12									
7	2520	790,00	309,0	31,647	-28,721	77,254	31,647	28,721	30,184

SERIE 2 PROBETA 1	
LAMINA COLABORANTE	2"

CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	100mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm



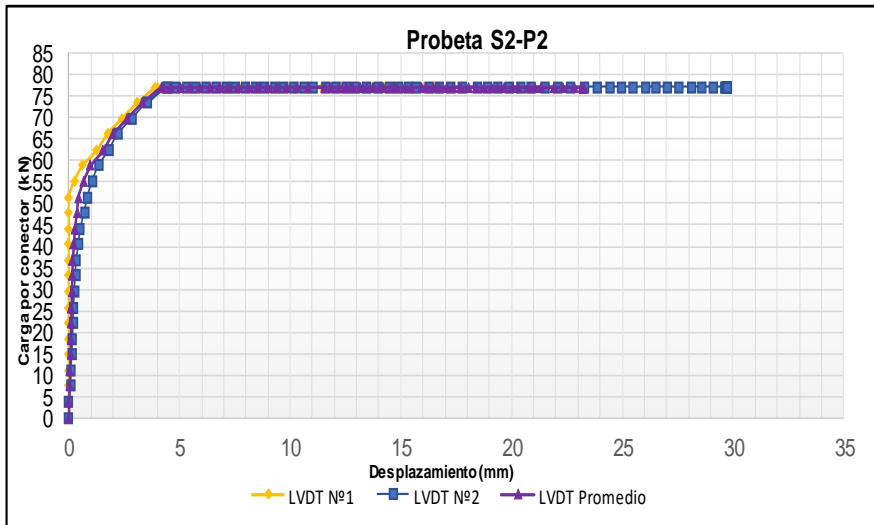
ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)

1	0	0,20	0,0	0,004	0,012	0,000	0,004	0,012	0,008
2	20	40,0	14,7	0,004	0,012	3,679	0,004	0,012	0,008
3	40	49,5	29,4	0,004	-0,085	7,358	0,004	0,085	0,044
4	60	60,5	44,1	0,007	-0,105	11,036	0,007	0,105	0,056
5	80	68,0	58,9	0,004	-0,150	14,715	0,004	0,150	0,077
6	100	72,0	73,6	0,007	-0,174	18,394	0,007	0,174	0,091
7	120	75,5	88,3	0,004	-0,207	22,073	0,004	0,207	0,105
8	140	79,5	103,0	0,007	-0,231	25,751	0,007	0,231	0,119
9	160	83,5	117,7	0,007	-0,259	29,430	0,007	0,259	0,133
10	180	93,0	132,4	0,007	-0,308	33,109	0,007	0,308	0,158
11	200	99,0	147,2	0,000	-0,348	36,788	0,000	0,348	0,174
12	220	107,0	161,9	0,007	-0,450	40,466	0,007	0,450	0,228
13	240	114,0	176,6	0,007	-0,531	44,145	0,007	0,531	0,269
14	260	122,0	191,3	0,011	-0,709	47,824	0,011	0,709	0,360
15	280	129,0	206,0	0,004	-0,850	51,503	0,004	0,850	0,427
16	300	139,0	220,7	0,245	-1,061	55,181	0,245	1,061	0,653
17	320	149,0	235,4	0,622	-1,352	58,860	0,622	1,352	0,987
18	340	162,0	250,2	1,278	-1,826	62,539	1,278	1,826	1,552
19	360	172,0	264,9	1,742	-2,219	66,218	1,742	2,219	1,981
20	380	185,0	279,6	2,394	-2,867	69,896	2,394	2,867	2,630
21	400	201,0	294,3	3,100	-3,535	73,575	3,100	3,535	3,318
22	420	219,0	309,0	3,909	-4,410	77,254	3,909	4,410	4,159
23	440	220,0	309,0	3,990	-4,487	77,254	3,990	4,487	4,238
24	460	225,0	309,0	4,327	-4,847	77,254	4,327	4,847	4,587
25	480	230,0	309,0	4,766	-5,325	77,254	4,766	5,325	5,045
26	500	235,0	309,0	5,150	-5,742	77,254	5,150	5,742	5,446
27	520	240,0	309,0	5,611	-6,195	77,254	5,611	6,195	5,903
28	540	245,0	309,0	6,080	-6,653	77,254	6,080	6,653	6,366
29	560	250,0	309,0	6,479	-7,094	77,254	6,479	7,094	6,787
30	580	255,0	309,0	6,870	-7,528	77,254	6,870	7,528	7,199
31	600	260,0	309,0	7,273	-7,973	77,254	7,273	7,973	7,623
32	620	265,0	309,0	7,727	-8,463	77,254	7,727	8,463	8,095
33	640	270,0	309,0	8,111	-8,844	77,254	8,111	8,844	8,477
34	660	275,0	309,0	8,569	-9,313	77,254	8,569	9,313	8,941
35	680	280,0	309,0	8,979	-9,714	77,254	8,979	9,714	9,346
36	700	285,0	309,0	9,499	-10,184	77,254	9,499	10,184	9,841
37	720	290,0	309,0	10,004	-10,625	77,254	10,004	10,625	10,314
38	740	295,0	309,0	10,512	-11,063	77,254	10,512	11,063	10,787
39	760	300,0	309,0	11,442	-11,634	77,254	11,442	11,634	11,538
40	780	305,0	309,0	11,676	-12,055	77,254	11,676	12,055	11,866
41	800	310,0	309,0	11,892	-12,516	77,254	11,892	12,516	12,204
42	820	315,0	309,0	12,061	-12,950	77,254	12,061	12,950	12,505
43	840	320,0	309,0	12,204	-13,439	77,254	12,204	13,439	12,821
44	860	325,0	309,0	12,324	-13,962	77,254	12,324	13,962	13,143

45	880	330,0	309,0	12,456	-14,468	77,254	12,456	14,468	13,462
46	900	335,0	309,0	12,551	-14,909	77,254	12,551	14,909	13,730
47	920	340,0	309,0	12,654	-15,355	77,254	12,654	15,355	14,004
48	940	345,0	309,0	12,745	-15,715	77,254	12,745	15,715	14,230
49	960	350,0	309,0	12,855	-16,250	77,254	12,855	16,250	14,552
50	980	355,0	309,0	12,969	-16,732	77,254	12,969	16,732	14,850
51	1000	360,0	309,0	13,115	-17,246	77,254	13,115	17,246	15,180
52	1020	365,0	309,0	13,206	-17,788	77,254	13,206	17,788	15,497
53	1040	370,0	309,0	13,346	-18,485	77,254	13,346	18,485	15,915
54	1060	375,0	309,0	13,430	-18,946	77,254	13,430	18,946	16,188
55	1080	380,0	309,0	13,510	-19,408	77,254	13,510	19,408	16,459
56	1100	385,0	309,0	13,594	-19,910	77,254	13,594	19,910	16,752
57	1120	390,0	309,0	13,741	-20,400	77,254	13,741	20,400	17,070
58	1140	395,0	309,0	13,880	-20,890	77,254	13,880	20,890	17,385
59	1160	400,0	309,0	13,968	-21,510	77,254	13,968	21,510	17,739
60	1180	405,0	309,0	14,052	-22,109	77,254	14,052	22,109	18,080
61	1200	410,0	309,0	14,162	-22,688	77,254	14,162	22,688	18,425
62	1220	415,0	309,0	14,239	-23,271	77,254	14,239	23,271	18,755
63	1240	420,0	309,0	14,316	-23,862	77,254	14,316	23,862	19,089
64	1260	425,0	309,0	14,305	-24,429	77,254	14,305	24,429	19,367
65	1280	430,0	309,0	14,396	-24,964	77,254	14,396	24,964	19,680
66	1300	435,0	309,0	14,473	-25,514	77,254	14,473	25,514	19,994
67	1320	440,0	309,0	14,564	-26,037	77,254	14,564	26,037	20,301
68	1340	445,0	309,0	14,971	-26,527	77,254	14,971	26,527	20,749
69	1360	450,0	309,0	15,073	-27,033	77,254	15,073	27,033	21,053
70	1380	455,0	309,0	15,128	-27,571	77,254	15,128	27,571	21,350
71	1400	460,0	309,0	15,677	-28,122	77,254	15,677	28,122	21,900
72	1420	465,0	309,0	16,058	-28,620	77,254	16,058	28,620	22,339
73	1440	470,0	309,0	16,552	-29,126	77,254	16,552	29,126	22,839
74	1460	475,0	309,0	16,735	-29,604	77,254	16,735	29,604	23,170
75	1480	480,0	309,0	16,735	-29,693	77,254	16,735	29,693	23,214
76	1500	485,0	309,0	16,735	-29,713	77,254	16,735	29,713	23,224
77	1520	490,0	309,0	16,735	-29,717	77,254	16,735	29,717	23,226
78	1540	495,0	309,0	16,739	-29,730	77,254	16,739	29,730	23,234
79	1560	500,0	309,0	16,739	-29,742	77,254	16,739	29,742	23,240
80	1580	505,0	309,0	16,750	-29,742	77,254	16,750	29,742	23,246
81	1600	510,0	309,0	16,742	-29,750	77,254	16,742	29,750	23,246
82	1620	515,0	309,0	16,746	-29,746	77,254	16,746	29,746	23,246
83	1640	520,0	309,0	16,742	-29,750	77,254	16,742	29,750	23,246
84	1660	525,0	309,0	16,739	-29,746	77,254	16,739	29,746	23,242
85	1680	530,0	309,0	16,750	-29,754	77,254	16,750	29,754	23,252
86	1700	535,0	309,0	16,750	-29,750	77,254	16,750	29,750	23,250
87	1720	540,0	309,0	16,746	-29,758	77,254	16,746	29,758	23,252
88	1740	545,0	309,0	16,746	-29,754	77,254	16,746	29,754	23,250

89	1760	550,0	309,0	16,746	-29,754	77,254	16,746	29,754	23,250
90	1780	555,0	309,0	16,753	-29,762	77,254	16,753	29,762	23,258
91	1800	560,0	309,0	16,753	-29,762	77,254	16,753	29,762	23,258
92	1820	565,0	309,0	16,753	-29,766	77,254	16,753	29,766	23,260
93	1840	570,0	309,0	16,750	-29,766	77,254	16,750	29,766	23,258
94	1860	575,0	309,0	16,753	-29,762	77,254	16,753	29,762	23,258
95	1880	580,0	309,0	16,750	-29,762	77,254	16,750	29,762	23,256
96	1900	585,0	309,0	16,753	-29,766	77,254	16,753	29,766	23,260
97	1920	590,0	309,0	16,750	-29,762	77,254	16,750	29,762	23,256
98	1940	595,0	309,0	16,753	-29,766	77,254	16,753	29,766	23,260
99	1960	600,0	309,0	16,761	-29,766	77,254	16,761	29,766	23,263
100	1980	605,0	309,0	16,750	-29,766	77,254	16,750	29,766	23,258
101	2000	610,0	309,0	16,753	-29,766	77,254	16,753	29,766	23,260
102	2020	615,0	309,0	16,753	-29,766	77,254	16,753	29,766	23,260
103	2040	620,0	309,0	16,757	-29,766	77,254	16,757	29,766	23,262

SERIE 2 PROBETA 2	
LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	100mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm



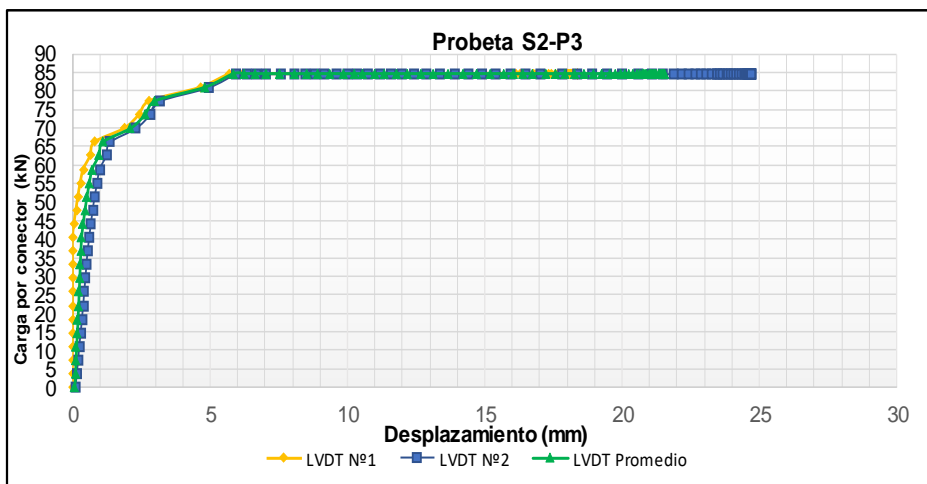
ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,007	-0,097	0,000	0,007	0,097	0,052
2	20	45,50	14,7	0,004	-0,138	3,679	0,004	0,138	0,071
3	40	55,00	29,4	0,000	-0,190	7,358	0,000	0,190	0,095
4	60	67,50	44,1	0,000	-0,227	11,036	0,000	0,227	0,113
5	80	75,50	58,9	0,004	-0,283	14,715	0,004	0,283	0,144
6	100	79,50	73,6	-0,004	-0,324	18,394	0,004	0,324	0,164
7	120	84,50	88,3	0,004	-0,373	22,073	0,004	0,373	0,188
8	140	89,00	103,0	0,004	-0,409	25,751	0,004	0,409	0,206
9	160	95,50	117,7	0,004	-0,454	29,430	0,004	0,454	0,229
10	180	102,00	132,4	0,004	-0,490	33,109	0,004	0,490	0,247
11	200	107,00	147,2	0,004	-0,535	36,788	0,004	0,535	0,269
12	220	112,00	161,9	0,000	-0,591	40,466	0,000	0,591	0,296
13	240	120,00	176,6	0,051	-0,652	44,145	0,051	0,652	0,352
14	260	127,00	191,3	0,121	-0,717	47,824	0,121	0,717	0,419
15	280	134,00	206,0	0,194	-0,790	51,503	0,194	0,790	0,492
16	300	142,00	220,7	0,278	-0,879	55,181	0,278	0,879	0,578

17	320	149,00	235,4	0,388	-0,968	58,860	0,388	0,968	0,678
18	340	158,00	250,2	0,641	-1,211	62,539	0,641	1,211	0,926
19	360	165,00	264,9	0,802	-1,357	66,218	0,802	1,357	1,079
20	380	186,00	279,6	1,878	-2,288	69,896	1,878	2,288	2,083
21	400	199,00	294,3	2,412	-2,806	73,575	2,412	2,806	2,609
22	420	207,00	309,0	2,789	-3,163	77,254	2,789	3,163	2,976
23	440	232,00	323,7	4,634	-4,936	80,933	4,634	4,936	4,785
24	460	246,00	338,4	5,714	-5,944	84,611	5,714	5,944	5,829
25	480	251,00	338,4	6,164	-6,325	84,611	6,164	6,325	6,244
26	500	256,00	338,4	6,581	-6,677	84,611	6,581	6,677	6,629
27	520	261,00	338,4	7,010	-7,042	84,611	7,010	7,042	7,026
28	540	266,00	338,4	7,533	-7,552	84,611	7,533	7,552	7,542
29	560	271,00	338,4	8,104	-8,058	84,611	8,104	8,058	8,081
30	580	276,00	338,4	8,602	-8,459	84,611	8,602	8,459	8,530
31	600	281,00	338,4	9,034	-8,795	84,611	9,034	8,795	8,914
32	620	286,00	338,4	9,550	-9,176	84,611	9,550	9,176	9,363
33	640	291,00	338,4	10,143	-9,597	84,611	10,143	9,597	9,870
34	660	296,00	338,4	10,542	-9,981	84,611	10,542	9,981	10,262
35	680	301,00	338,4	10,765	-10,350	84,611	10,765	10,350	10,557
36	700	306,00	338,4	11,245	-10,759	84,611	11,245	10,759	11,002
37	720	311,00	338,4	11,530	-11,172	84,611	11,530	11,172	11,351
38	740	316,00	338,4	11,966	-11,569	84,611	11,966	11,569	11,767
39	760	321,00	338,4	12,394	-11,978	84,611	12,394	11,978	12,186
40	780	326,00	338,4	12,892	-12,411	84,611	12,892	12,411	12,651
41	800	331,00	338,4	13,393	-12,856	84,611	13,393	12,856	13,125
42	820	336,00	338,4	13,931	-13,358	84,611	13,931	13,358	13,645
43	840	341,00	338,4	14,477	-13,913	84,611	14,477	13,913	14,195
44	860	346,00	338,4	15,011	-14,403	84,611	15,011	14,403	14,707
45	880	351,00	338,4	15,498	-14,881	84,611	15,498	14,881	15,189
46	900	356,00	338,4	16,010	-15,399	84,611	16,010	15,399	15,705
47	920	361,00	338,4	16,149	-15,926	84,611	16,149	15,926	16,038
48	940	366,00	338,4	16,296	-16,501	84,611	16,296	16,501	16,398
49	960	371,00	338,4	16,431	-17,031	84,611	16,431	17,031	16,731
50	980	376,00	338,4	16,607	-17,801	84,611	16,607	17,801	17,204
51	1000	381,00	338,4	16,757	-18,363	84,611	16,757	18,363	17,560
52	1020	386,00	338,4	16,900	-18,906	84,611	16,900	18,906	17,903
53	1040	391,00	338,4	17,043	-19,469	84,611	17,043	19,469	18,256
54	1060	396,00	338,4	17,178	-20,024	84,611	17,178	20,024	18,601
55	1080	401,00	338,4	17,321	-20,590	84,611	17,321	20,590	18,956
56	1100	406,00	338,4	17,445	-21,076	84,611	17,445	21,076	19,261
57	1120	411,00	338,4	17,562	-21,497	84,611	17,562	21,497	19,530
58	1140	416,00	338,4	17,654	-21,886	84,611	17,654	21,886	19,770
59	1160	421,00	338,4	17,720	-22,166	84,611	17,720	22,166	19,943
60	1180	426,00	338,4	17,789	-22,404	84,611	17,789	22,404	20,097

61	1200	431,00	338,4	17,848	-22,672	84,611	17,848	22,672	20,260
62	1220	436,00	338,4	17,914	-22,886	84,611	17,914	22,886	20,400
63	1240	441,00	338,4	17,969	-23,093	84,611	17,969	23,093	20,531
64	1260	446,00	338,4	18,027	-23,287	84,611	18,027	23,287	20,657
65	1280	451,00	338,4	18,060	-23,445	84,611	18,060	23,445	20,753
66	1300	456,00	338,4	18,075	-23,486	84,611	18,075	23,486	20,780
67	1320	461,00	338,4	18,097	-23,554	84,611	18,097	23,554	20,826
68	1340	466,00	338,4	18,115	-23,660	84,611	18,115	23,660	20,887
69	1360	471,00	338,4	18,148	-23,789	84,611	18,148	23,789	20,969
70	1380	476,00	338,4	18,177	-23,887	84,611	18,177	23,887	21,032
71	1400	481,00	338,4	18,199	-23,980	84,611	18,199	23,980	21,089
72	1420	486,00	338,4	18,225	-24,073	84,611	18,225	24,073	21,149
73	1440	491,00	338,4	18,243	-24,142	84,611	18,243	24,142	21,192
74	1460	496,00	338,4	18,269	-24,251	84,611	18,269	24,251	21,260
75	1480	501,00	338,4	18,294	-24,348	84,611	18,294	24,348	21,321
76	1500	506,00	338,4	18,324	-24,437	84,611	18,324	24,437	21,380
77	1520	511,00	338,4	18,346	-24,526	84,611	18,346	24,526	21,436
78	1540	516,00	338,4	18,357	-24,579	84,611	18,357	24,579	21,468
79	1560	521,00	338,4	18,364	-24,611	84,611	18,364	24,611	21,488
80	1580	526,00	338,4	18,364	-24,619	84,611	18,364	24,619	21,492
81	1600	531,00	338,4	18,368	-24,632	84,611	18,368	24,632	21,500
82	1620	536,00	338,4	18,368	-24,640	84,611	18,368	24,640	21,504
83	1640	541,00	338,4	18,379	-24,648	84,611	18,379	24,648	21,513
84	1660	546,00	338,4	18,368	-24,652	84,611	18,368	24,652	21,510
85	1680	551,00	338,4	18,375	-24,660	84,611	18,375	24,660	21,517
86	1700	556,00	338,4	18,371	-24,664	84,611	18,371	24,664	21,518
87	1720	561,00	338,4	18,375	-24,664	84,611	18,375	24,664	21,519
88	1740	566,00	338,4	18,375	-24,672	84,611	18,375	24,672	21,523
89	1760	571,00	338,4	18,375	-24,684	84,611	18,375	24,684	21,530
90	1780	576,00	338,4	18,382	-24,676	84,611	18,382	24,676	21,529
91	1800	581,00	338,4	18,375	-24,676	84,611	18,375	24,676	21,525
92	1820	586,00	338,4	18,375	-24,680	84,611	18,375	24,680	21,527
93	1840	591,00	338,4	18,375	-24,688	84,611	18,375	24,688	21,532
94	1860	596,00	338,4	18,371	-24,688	84,611	18,371	24,688	21,530
95	1880	601,00	338,4	18,375	-24,688	84,611	18,375	24,688	21,532
96	1900	606,00	338,4	18,379	-24,692	84,611	18,379	24,692	21,535
97	1920	611,00	338,4	18,379	-24,688	84,611	18,379	24,688	21,533
98	1940	616,00	338,4	18,379	-24,688	84,611	18,379	24,688	21,533
99	1960	621,00	338,4	18,375	-24,704	84,611	18,375	24,704	21,540

SERIE 2 PROBETA 3

LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	100mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm



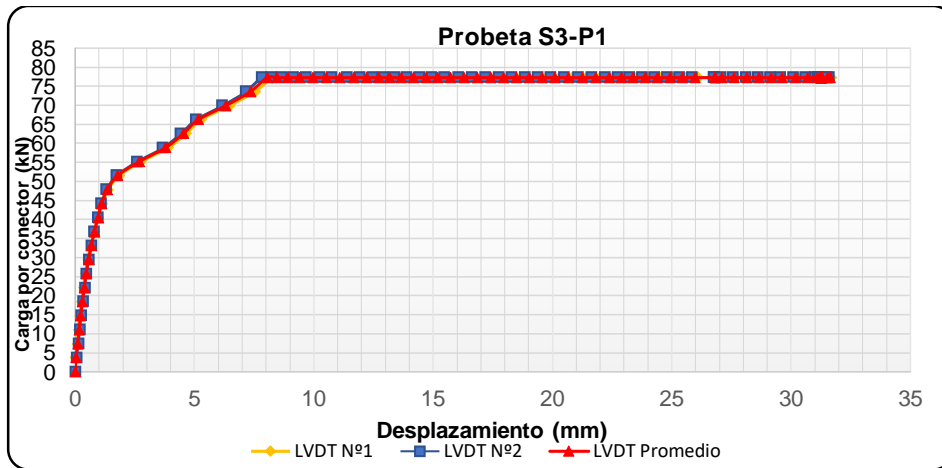
ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,004	0,000	0,000	0,004	0,000	0,002
2	20	11,00	14,7	0,000	-0,065	3,679	0,000	0,065	0,032
3	40	18,00	29,4	0,070	-0,142	7,358	0,070	0,142	0,106
4	60	30,00	44,1	0,128	-0,203	11,036	0,128	0,203	0,165

5	80	39,50	58,9	0,190	-0,255	14,715	0,190	0,255	0,223
6	100	46,50	73,6	0,271	-0,328	18,394	0,271	0,328	0,299
7	120	54,00	88,3	0,344	-0,405	22,073	0,344	0,405	0,375
8	140	63,00	103,0	0,436	-0,482	25,751	0,436	0,482	0,459
9	160	71,00	117,7	0,523	-0,583	29,430	0,523	0,583	0,553
10	180	78,00	132,4	0,666	-0,688	33,109	0,666	0,688	0,677
11	200	83,50	147,2	0,802	-0,802	36,788	0,802	0,802	0,802
12	220	89,00	161,9	0,966	-0,939	40,466	0,966	0,939	0,953
13	240	93,50	176,6	1,138	-1,085	44,145	1,138	1,085	1,112
14	260	99,00	191,3	1,380	-1,304	47,824	1,380	1,304	1,342
15	280	109,00	206,0	1,838	-1,717	51,503	1,838	1,717	1,777
16	300	124,00	220,7	2,771	-2,579	55,181	2,771	2,579	2,675
17	320	141,00	235,4	3,895	-3,669	58,860	3,895	3,669	3,782
18	340	152,00	250,2	4,649	-4,414	62,539	4,649	4,414	4,531
19	360	161,00	264,9	5,275	-5,049	66,218	5,275	5,049	5,162
20	380	176,00	279,6	6,468	-6,151	69,896	6,468	6,151	6,309
21	400	197,00	294,3	7,540	-7,139	73,575	7,540	7,139	7,340
22	420	206,00	309,0	8,261	-7,831	77,254	8,261	7,831	8,046
23	440	211,00	309,0	8,686	-8,232	77,254	8,686	8,232	8,459
24	460	216,00	309,0	9,133	-8,653	77,254	9,133	8,653	8,893
25	480	221,00	309,0	9,649	-9,143	77,254	9,649	9,143	9,396
26	500	226,00	309,0	10,242	-9,670	77,254	10,242	9,670	9,956
27	520	231,00	309,0	10,827	-10,220	77,254	10,827	10,220	10,524
28	540	236,00	309,0	11,398	-10,735	77,254	11,398	10,735	11,066
29	560	241,00	309,0	11,977	-11,378	77,254	11,977	11,378	11,678
30	580	246,00	309,0	12,474	-11,925	77,254	12,474	11,925	12,200
31	600	251,00	309,0	12,972	-12,447	77,254	12,972	12,447	12,710
32	620	256,00	309,0	13,433	-12,917	77,254	13,433	12,917	13,175
33	640	261,00	309,0	13,924	-13,379	77,254	13,924	13,379	13,651
34	660	266,00	309,0	14,433	-13,881	77,254	14,433	13,881	14,157
35	680	271,00	309,0	14,952	-14,427	77,254	14,952	14,427	14,690
36	700	276,00	309,0	15,450	-14,938	77,254	15,450	14,938	15,194
37	720	281,00	309,0	15,966	-15,464	77,254	15,966	15,464	15,715
38	740	286,00	309,0	16,519	-16,047	77,254	16,519	16,047	16,283
39	760	291,00	309,0	17,057	-16,610	77,254	17,057	16,610	16,834
40	780	296,00	309,0	17,603	-17,193	77,254	17,603	17,193	17,398
41	800	301,00	309,0	18,144	-17,752	77,254	18,144	17,752	17,948
42	820	306,00	309,0	18,671	-18,286	77,254	18,671	18,286	18,479
43	840	311,00	309,0	19,220	-18,837	77,254	19,220	18,837	19,029
44	860	316,00	309,0	19,744	-19,380	77,254	19,744	19,380	19,562
45	880	321,00	309,0	20,267	-19,918	77,254	20,267	19,918	20,093
46	900	326,00	309,0	20,816	-20,485	77,254	20,816	20,485	20,651
47	920	331,00	309,0	21,398	-21,080	77,254	21,398	21,080	21,239
48	940	336,00	309,0	21,969	-21,647	77,254	21,969	21,647	21,808

49	960	341,00	309,0	22,518	-22,210	77,254	22,518	22,210	22,364
50	980	346,00	309,0	23,016	-22,724	77,254	23,016	22,724	22,870
51	1000	351,00	309,0	23,492	-23,214	77,254	23,492	23,214	23,353
52	1020	356,00	309,0	24,004	-23,745	77,254	24,004	23,745	23,875
53	1040	361,00	309,0	24,506	-24,263	77,254	24,506	24,263	24,384
54	1060	366,00	309,0	25,040	-24,789	77,254	25,040	24,789	24,915
55	1080	371,00	309,0	25,556	-25,308	77,254	25,556	25,308	25,432
56	1100	376,00	309,0	26,102	-25,842	77,254	26,102	25,842	25,972
57	1120	381,00	309,0	26,849	-26,745	77,254	26,849	26,745	26,797
58	1140	386,00	309,0	26,852	-26,770	77,254	26,852	26,770	26,811
59	1160	391,00	309,0	27,127	-27,057	77,254	27,127	27,057	27,092
60	1180	396,00	309,0	27,654	-27,575	77,254	27,654	27,575	27,615
61	1200	401,00	309,0	28,174	-28,086	77,254	28,174	28,086	28,130
62	1220	406,00	309,0	28,671	-28,612	77,254	28,671	28,612	28,642
63	1240	411,00	309,0	29,180	-29,114	77,254	29,180	29,114	29,147
64	1260	416,00	309,0	29,652	-29,559	77,254	29,652	29,559	29,606
65	1280	421,00	309,0	30,253	-30,090	77,254	30,253	30,090	30,171
66	1300	426,00	309,0	30,772	-30,596	77,254	30,772	30,596	30,684
67	1320	431,00	309,0	31,171	-30,989	77,254	31,171	30,989	31,080
68	1340	436,00	309,0	31,310	-31,122	77,254	31,310	31,122	31,216
69	1360	441,00	309,0	31,325	-31,143	77,254	31,325	31,143	31,234
70	1380	446,00	309,0	31,340	-31,155	77,254	31,340	31,155	31,247
71	1400	451,00	309,0	31,347	-31,159	77,254	31,347	31,159	31,253
72	1420	456,00	309,0	31,351	-31,159	77,254	31,351	31,159	31,255
73	1440	461,00	309,0	31,358	-31,171	77,254	31,358	31,171	31,265
74	1460	466,00	309,0	31,358	-31,163	77,254	31,358	31,163	31,260
75	1480	471,00	309,0	31,365	-31,167	77,254	31,365	31,167	31,266
76	1500	476,00	309,0	31,369	-31,179	77,254	31,369	31,179	31,274
77	1520	481,00	309,0	31,369	-31,183	77,254	31,369	31,183	31,276
78	1540	486,00	309,0	31,365	-31,175	77,254	31,365	31,175	31,270
79	1560	491,00	309,0	31,376	-31,179	77,254	31,376	31,179	31,278
80	1580	496,00	309,0	31,376	-31,179	77,254	31,376	31,179	31,278
81	1600	501,00	309,0	31,669	-31,592	77,254	31,669	31,592	31,631
82	1620	506,00	309,0	31,534	-31,483	77,254	31,534	31,483	31,508

SERIE 3 PROBETA 1	
LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"

ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	50mm



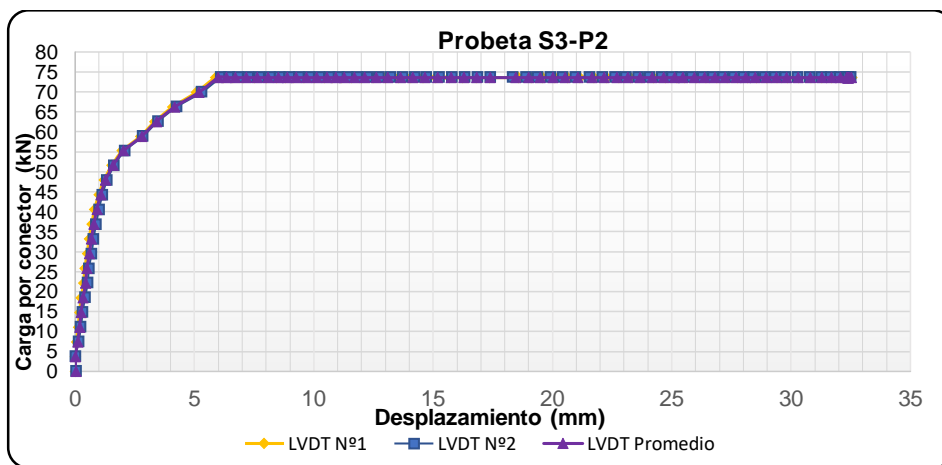
ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,004	0,053	0,000	0,004	0,053	0,028
2	20	5,5	14,7	0,000	-0,016	3,679	0,000	0,016	0,008
3	40	12,5	29,4	0,062	-0,142	7,358	0,062	0,142	0,102
4	60	18,5	44,1	0,121	-0,239	11,036	0,121	0,239	0,180
5	80	30,0	58,9	0,183	-0,312	14,715	0,183	0,312	0,247
6	100	37,0	73,6	0,253	-0,409	18,394	0,253	0,409	0,331
7	120	44,5	88,3	0,351	-0,522	22,073	0,351	0,522	0,437
8	140	48,5	103,0	0,403	-0,575	25,751	0,403	0,575	0,489
9	160	58,0	117,7	0,502	-0,684	29,430	0,502	0,684	0,593
10	180	65,0	132,4	0,582	-0,769	33,109	0,582	0,769	0,676
11	200	70,5	147,2	0,692	-0,871	36,788	0,692	0,871	0,781

12	220	81,5	161,9	0,813	-0,992	40,466	0,813	0,992	0,902
13	240	88,0	176,6	0,985	-1,138	44,145	0,985	1,138	1,061
14	260	95,0	191,3	1,204	-1,332	47,824	1,204	1,332	1,268
15	280	103,0	206,0	1,530	-1,632	51,503	1,530	1,632	1,581
16	300	111,0	220,7	1,969	-2,073	55,181	1,969	2,073	2,021
17	320	124,0	235,4	2,727	-2,830	58,860	2,727	2,830	2,779
18	340	134,0	250,2	3,335	-3,462	62,539	3,335	3,462	3,398
19	360	145,0	264,9	4,085	-4,248	66,218	4,085	4,248	4,166
20	380	160,0	279,6	5,073	-5,296	69,896	5,073	5,296	5,185
21	400	171,0	294,3	5,875	-6,114	73,575	5,875	6,114	5,995
22	420	176,0	294,3	6,197	-6,442	73,575	6,197	6,442	6,320
23	440	181,0	294,3	6,589	-6,823	73,575	6,589	6,823	6,706
24	460	186,0	294,3	7,032	-7,268	73,575	7,032	7,268	7,150
25	480	191,0	294,3	7,522	-7,714	73,575	7,522	7,714	7,618
26	500	196,0	294,3	8,005	-8,163	73,575	8,005	8,163	8,084
27	520	201,0	294,3	8,419	-8,580	73,575	8,419	8,580	8,500
28	540	206,0	294,3	8,792	-8,973	73,575	8,792	8,973	8,883
29	560	211,0	294,3	9,158	-9,362	73,575	9,158	9,362	9,260
30	580	216,0	294,3	9,586	-9,791	73,575	9,586	9,791	9,689
31	600	221,0	294,3	10,004	-10,228	73,575	10,004	10,228	10,116
32	620	226,0	294,3	10,428	-10,658	73,575	10,428	10,658	10,543
33	640	231,0	294,3	10,791	-11,030	73,575	10,791	11,030	10,910
34	660	236,0	294,3	11,153	-11,403	73,575	11,153	11,403	11,278
35	680	241,0	294,3	11,563	-11,816	73,575	11,563	11,816	11,689
36	700	246,0	294,3	12,002	-12,257	73,575	12,002	12,257	12,130
37	720	251,0	294,3	12,478	-12,719	73,575	12,478	12,719	12,598
38	740	256,0	294,3	12,972	-13,209	73,575	12,972	13,209	13,090
39	760	261,0	294,3	13,543	-13,723	73,575	13,543	13,723	13,633
40	780	266,0	294,3	14,063	-14,217	73,575	14,063	14,217	14,140
41	800	271,0	294,3	14,561	-14,715	73,575	14,561	14,715	14,638
42	820	276,0	294,3	15,106	-15,241	73,575	15,106	15,241	15,174
43	840	281,0	294,3	15,677	-15,788	73,575	15,677	15,788	15,733
44	860	286,0	294,3	16,230	-16,318	73,575	16,230	16,318	16,274
45	880	291,0	294,3	16,790	-16,853	73,575	16,790	16,853	16,821
46	900	296,0	294,3	17,346	-17,408	73,575	17,346	17,408	17,377
47	920	301,0	294,3	18,569	-18,335	73,575	18,569	18,335	18,452
48	940	306,0	294,3	19,100	-18,886	73,575	19,100	18,886	18,993
49	960	311,0	294,3	19,579	-19,384	73,575	19,579	19,384	19,481
50	980	316,0	294,3	20,095	-19,914	73,575	20,095	19,914	20,005
51	1000	321,0	294,3	20,615	-20,428	73,575	20,615	20,428	20,522
52	1020	326,0	294,3	21,149	-20,971	73,575	21,149	20,971	21,060
53	1040	331,0	294,3	21,739	-21,566	73,575	21,739	21,566	21,652
54	1060	336,0	294,3	22,258	-22,081	73,575	22,258	22,081	22,169
55	1080	341,0	294,3	22,778	-22,615	73,575	22,778	22,615	22,697

56	1100	346,0	294,3	23,247	-23,077	73,575	23,247	23,077	23,162
57	1120	351,0	294,3	23,730	-23,583	73,575	23,730	23,583	23,656
58	1140	356,0	294,3	24,231	-24,085	73,575	24,231	24,085	24,158
59	1160	361,0	294,3	24,729	-24,579	73,575	24,729	24,579	24,654
60	1180	366,0	294,3	25,179	-25,024	73,575	25,179	25,024	25,102
61	1200	371,0	294,3	25,549	-25,385	73,575	25,549	25,385	25,467
62	1220	376,0	294,3	26,007	-25,850	73,575	26,007	25,850	25,928
63	1240	381,0	294,3	26,435	-26,292	73,575	26,435	26,292	26,363
64	1260	386,0	294,3	26,874	-26,721	73,575	26,874	26,721	26,798
65	1280	391,0	294,3	27,313	-27,162	73,575	27,313	27,162	27,238
66	1300	396,0	294,3	27,749	-27,604	73,575	27,749	27,604	27,676
67	1320	401,0	294,3	28,163	-28,013	73,575	28,163	28,013	28,088
68	1340	406,0	294,3	28,551	-28,414	73,575	28,551	28,414	28,482
69	1360	411,0	294,3	28,975	-28,904	73,575	28,975	28,904	28,939
70	1380	416,0	294,3	29,403	-29,341	73,575	29,403	29,341	29,372
71	1400	421,0	294,3	29,832	-29,766	73,575	29,832	29,766	29,799
72	1420	426,0	294,3	30,315	-30,268	73,575	30,315	30,268	30,291
73	1440	431,0	294,3	30,809	-30,786	73,575	30,809	30,786	30,798
74	1460	436,0	294,3	31,278	-31,276	73,575	31,278	31,276	31,277
75	1480	441,0	294,3	31,691	-31,677	73,575	31,691	31,677	31,684
76	1500	446,0	294,3	32,050	-32,050	73,575	32,050	32,050	32,050
77	1520	451,0	294,3	32,321	-32,317	73,575	32,321	32,317	32,319
78	1540	456,0	294,3	32,346	-32,345	73,575	32,346	32,345	32,346
79	1560	461,0	294,3	32,357	-32,353	73,575	32,357	32,353	32,355
80	1580	466,0	294,3	32,368	-32,366	73,575	32,368	32,366	32,367
81	1600	471,0	294,3	32,379	-32,370	73,575	32,379	32,370	32,374
82	1620	476,0	294,3	32,383	-32,378	73,575	32,383	32,378	32,380
83	1640	481,0	294,3	32,390	-32,386	73,575	32,390	32,386	32,388
84	1660	486,0	294,3	32,390	-32,382	73,575	32,390	32,382	32,386
85	1680	491,0	294,3	32,398	-32,390	73,575	32,398	32,390	32,394
86	1700	496,0	294,3	32,394	-32,378	73,575	32,394	32,378	32,386
87	1720	501,0	294,3	32,398	-32,386	73,575	32,398	32,386	32,392
88	1740	506,0	294,3	32,401	-32,390	73,575	32,401	32,390	32,396
89	1760	511,0	294,3	32,405	-32,394	73,575	32,405	32,394	32,399
90	1780	516,0	294,3	32,537	-32,491	73,575	32,537	32,491	32,514

SERIE 3 PROBETA 2	
LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI

CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	50mm



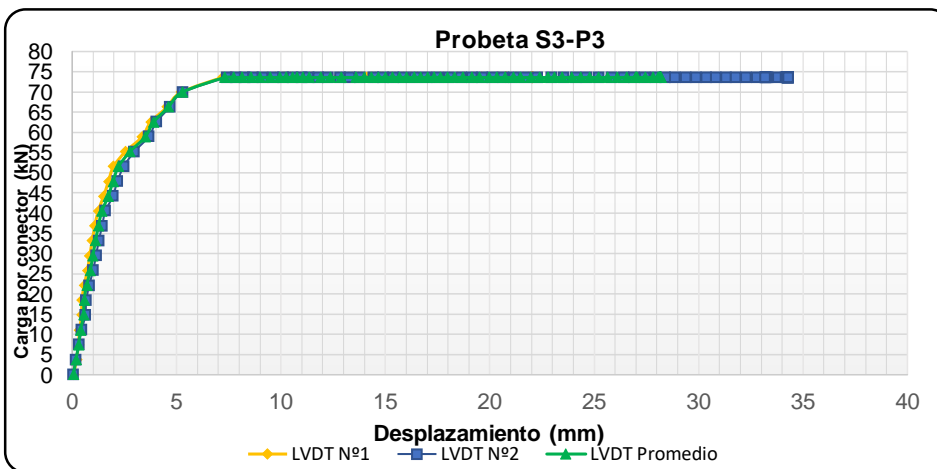
ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,062	-0,045	0,000	0,062	0,045	0,053
2	20	7,00	14,7	0,201	-0,162	3,679	0,201	0,162	0,182
3	40	13,00	29,4	0,293	-0,316	7,358	0,293	0,316	0,304
4	60	27,00	44,1	0,351	-0,450	11,036	0,351	0,450	0,400
5	80	39,50	58,9	0,447	-0,632	14,715	0,447	0,632	0,539
6	100	42,50	73,6	0,469	-0,672	18,394	0,469	0,672	0,570
7	120	48,00	88,3	0,571	-0,810	22,073	0,571	0,810	0,690
8	140	56,00	103,0	0,728	-1,000	25,751	0,728	1,000	0,864
9	160	63,00	117,7	0,838	-1,138	29,430	0,838	1,138	0,988

10	180	69,00	132,4	0,959	-1,276	33,109	0,959	1,276	1,117
11	200	75,50	147,2	1,084	-1,429	36,788	1,084	1,429	1,256
12	220	79,50	161,9	1,245	-1,587	40,466	1,245	1,587	1,416
13	240	87,00	176,6	1,504	-1,948	44,145	1,504	1,948	1,726
14	260	93,00	191,3	1,735	-2,162	47,824	1,735	2,162	1,949
15	280	107,00	206,0	1,977	-2,462	51,503	1,977	2,462	2,219
16	300	115,00	220,7	2,548	-2,972	55,181	2,548	2,972	2,760
17	320	127,50	235,4	3,346	-3,652	58,860	3,346	3,652	3,499
18	340	135,50	250,2	3,759	-4,033	62,539	3,759	4,033	3,896
19	360	147,00	264,9	4,539	-4,673	66,218	4,539	4,673	4,606
20	380	157,00	279,6	5,216	-5,301	69,896	5,216	5,301	5,258
21	400	183,00	294,3	7,215	-7,390	73,575	7,215	7,390	7,302
22	420	188,00	294,3	7,635	-7,819	73,575	7,635	7,819	7,727
23	440	193,00	294,3	8,020	-8,252	73,575	8,020	8,252	8,136
24	460	198,00	294,3	8,408	-8,669	73,575	8,408	8,669	8,539
25	480	203,00	294,3	8,829	-9,115	73,575	8,829	9,115	8,972
26	500	208,00	294,3	9,316	-9,629	73,575	9,316	9,629	9,472
27	520	213,00	294,3	9,729	-10,115	73,575	9,729	10,115	9,922
28	540	218,00	294,3	9,887	-10,569	73,575	9,887	10,569	10,228
29	560	223,00	294,3	10,073	-10,990	73,575	10,073	10,990	10,531
30	580	228,00	294,3	10,172	-11,322	73,575	10,172	11,322	10,747
31	600	233,00	294,3	10,318	-11,775	73,575	10,318	11,775	11,047
32	620	238,00	294,3	10,465	-12,245	73,575	10,465	12,245	11,355
33	640	243,00	294,3	10,952	-12,824	73,575	10,952	12,824	11,888
34	660	248,00	294,3	11,450	-13,286	73,575	11,450	13,286	12,368
35	680	253,00	294,3	11,962	-13,767	73,575	11,962	13,767	12,865
36	700	258,00	294,3	12,727	-14,432	73,575	12,727	14,432	13,579
37	720	263,00	294,3	13,071	-14,889	73,575	13,071	14,889	13,980
38	740	268,00	294,3	13,247	-15,383	73,575	13,247	15,383	14,315
39	760	273,00	294,3	13,400	-15,877	73,575	13,400	15,877	14,639
40	780	278,00	294,3	13,584	-16,424	73,575	13,584	16,424	15,004
41	800	283,00	294,3	13,704	-16,958	73,575	13,704	16,958	15,331
42	820	288,00	294,3	13,832	-17,489	73,575	13,832	17,489	15,661
43	840	293,00	294,3	13,971	-18,048	73,575	13,971	18,048	16,009
44	860	298,00	294,3	14,107	-18,618	73,575	14,107	18,618	16,363
45	880	303,00	294,3	14,246	-19,137	73,575	14,246	19,137	16,691
46	900	308,00	294,3	14,370	-19,631	73,575	14,370	19,631	17,001
47	920	313,00	294,3	14,491	-20,121	73,575	14,491	20,121	17,306
48	940	318,00	294,3	14,612	-20,651	73,575	14,612	20,651	17,632
49	960	323,00	294,3	14,740	-21,174	73,575	14,740	21,174	17,957
50	980	328,00	294,3	14,879	-21,708	73,575	14,879	21,708	18,294
51	1000	333,00	294,3	15,135	-22,279	73,575	15,135	22,279	18,707
52	1020	338,00	294,3	15,311	-22,947	73,575	15,311	22,947	19,129
53	1040	343,00	294,3	15,447	-23,530	73,575	15,447	23,530	19,488

54	1060	348,00	294,3	15,842	-24,097	73,575	15,842	24,097	19,969
55	1080	353,00	294,3	15,999	-24,644	73,575	15,999	24,644	20,322
56	1100	358,00	294,3	16,215	-25,219	73,575	16,215	25,219	20,717
57	1120	363,00	294,3	16,387	-25,830	73,575	16,387	25,830	21,109
58	1140	368,00	294,3	16,537	-26,409	73,575	16,537	26,409	21,473
59	1160	373,00	294,3	16,977	-26,903	73,575	16,977	26,903	21,940
60	1180	378,00	294,3	17,317	-27,430	73,575	17,317	27,430	22,373
61	1200	383,00	294,3	17,588	-27,944	73,575	17,588	27,944	22,766
62	1220	388,00	294,3	17,775	-28,410	73,575	17,775	28,410	23,092
63	1240	393,00	294,3	18,045	-28,859	73,575	18,045	28,859	23,452
64	1260	398,00	294,3	18,448	-29,373	73,575	18,448	29,373	23,911
65	1280	403,00	294,3	18,770	-29,887	73,575	18,770	29,887	24,329
66	1300	408,00	294,3	19,180	-30,361	73,575	19,180	30,361	24,771
67	1320	413,00	294,3	19,597	-30,823	73,575	19,597	30,823	25,210
68	1340	418,00	294,3	19,967	-31,305	73,575	19,967	31,305	25,636
69	1360	423,00	294,3	20,403	-31,778	73,575	20,403	31,778	26,091
70	1380	428,00	294,3	20,831	-32,277	73,575	20,831	32,277	26,554
71	1400	433,00	294,3	21,234	-32,799	73,575	21,234	32,799	27,016
72	1420	438,00	294,3	21,581	-33,301	73,575	21,581	33,301	27,441
73	1440	443,00	294,3	21,834	-33,787	73,575	21,834	33,787	27,810
74	1460	448,00	294,3	21,911	-34,163	73,575	21,911	34,163	28,037
75	1480	453,00	294,3	21,969	-34,216	73,575	21,969	34,216	28,093
76	1500	458,00	294,3	21,995	-34,236	73,575	21,995	34,236	28,116
77	1520	463,00	294,3	22,013	-34,261	73,575	22,013	34,261	28,137
78	1540	468,00	294,3	22,024	-34,257	73,575	22,024	34,257	28,140
79	1560	473,00	294,3	22,028	-34,265	73,575	22,028	34,265	28,146
80	1580	478,00	294,3	22,035	-34,273	73,575	22,035	34,273	28,154
81	1600	483,00	294,3	22,035	-34,273	73,575	22,035	34,273	28,154
82	1620	488,00	294,3	22,035	-34,277	73,575	22,035	34,277	28,156
83	1640	493,00	294,3	22,035	-34,293	73,575	22,035	34,293	28,164
84	1660	498,00	294,3	22,032	-34,281	73,575	22,032	34,281	28,156
85	1680	503,00	294,3	22,039	-34,289	73,575	22,039	34,289	28,164
86	1700	508,00	294,3	22,039	-34,289	73,575	22,039	34,289	28,164
87	1720	513,00	294,3	22,046	-34,293	73,575	22,046	34,293	28,170
88	1740	518,00	294,3	22,050	-34,293	73,575	22,050	34,293	28,171
89	1760	523,00	294,3	22,046	-34,297	73,575	22,046	34,297	28,172
90	1780	528,00	294,3	22,050	-34,297	73,575	22,050	34,297	28,173
91	1800	533,00	294,3	22,050	-34,297	73,575	22,050	34,297	28,173
92	1820	538,00	294,3	22,050	-34,297	73,575	22,050	34,297	28,173
93	1840	543,00	294,3	22,050	-34,301	73,575	22,050	34,301	28,175
94	1860	548,00	294,3	22,057	-34,301	73,575	22,057	34,301	28,179
95	1880	553,00	294,3	22,057	-34,301	73,575	22,057	34,301	28,179
96	1900	558,00	294,3	20,794	-33,256	73,575	20,794	33,256	27,025
97	1920	563,00	294,3	20,765	-33,228	73,575	20,765	33,228	26,997

98	1940	568,00	294,3	20,750	-33,212	73,575	20,750	33,212	26,981
99	1960	573,00	294,3	20,739	-33,200	73,575	20,739	33,200	26,970

SERIE 3 PROBETA 3	
LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	50mm



ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)

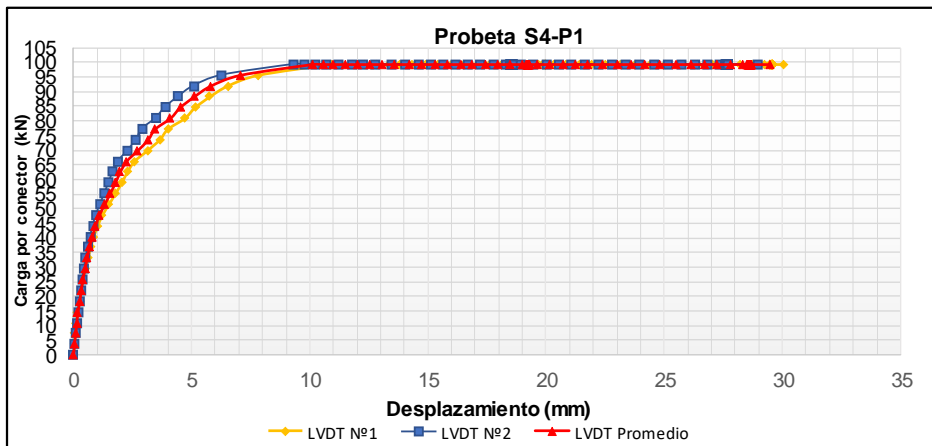
1	0	0,20	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	20	5,50	14,7	0,022	0,049	3,679	0,022	0,049	0,035
3	40	9,50	29,4	0,059	0,113	7,358	0,059	0,113	0,086
4	60	20,00	44,1	0,106	0,154	11,036	0,106	0,154	0,130
5	80	28,00	58,9	0,165	0,207	14,715	0,165	0,207	0,186
6	100	35,00	73,6	0,249	0,263	18,394	0,249	0,263	0,256
7	120	39,00	88,3	0,322	0,328	22,073	0,322	0,328	0,325
8	140	44,50	103,0	0,395	0,381	25,751	0,395	0,381	0,388
9	160	49,00	117,7	0,498	0,454	29,430	0,498	0,454	0,476
10	180	54,00	132,4	0,608	0,531	33,109	0,608	0,531	0,569
11	200	60,00	147,2	0,717	0,616	36,788	0,717	0,616	0,666
12	220	64,50	161,9	0,857	0,717	40,466	0,857	0,717	0,787
13	240	71,00	176,6	1,018	0,830	44,145	1,018	0,830	0,924
14	260	77,00	191,3	1,219	0,960	47,824	1,219	0,960	1,089
15	280	84,00	206,0	1,493	1,138	51,503	1,493	1,138	1,316
16	300	96,00	220,7	1,772	1,316	55,181	1,772	1,316	1,544
17	320	101,00	235,4	2,039	1,498	58,860	2,039	1,498	1,769
18	340	105,00	250,2	2,273	1,668	62,539	2,273	1,668	1,971
19	360	111,00	264,9	2,577	1,899	66,218	2,577	1,899	2,238
20	380	120,00	279,6	3,126	2,296	69,896	3,126	2,296	2,711
21	400	128,00	294,3	3,646	2,656	73,575	3,646	2,656	3,151
22	420	134,00	309,0	3,997	2,907	77,254	3,997	2,907	3,452
23	440	145,50	323,7	4,711	3,486	80,933	4,711	3,486	4,099
24	460	152,00	338,4	5,146	3,875	84,611	5,146	3,875	4,511
25	480	160,50	353,2	5,772	4,438	88,290	5,772	4,438	5,105
26	500	169,00	367,9	6,530	5,090	91,969	6,530	5,090	5,810
27	520	183,00	382,6	7,826	6,293	95,648	7,826	6,293	7,059
28	540	216,00	397,3	10,904	9,321	99,326	10,904	9,321	10,113
29	560	221,00	397,3	11,336	9,775	99,326	11,336	9,775	10,555
30	580	226,00	397,3	11,805	10,220	99,326	11,805	10,220	11,012
31	600	231,00	397,3	12,291	10,698	99,326	12,291	10,698	11,495
32	620	236,00	397,3	12,811	11,204	99,326	12,811	11,204	12,008
33	640	241,00	397,3	13,335	11,771	99,326	13,335	11,771	12,553
34	660	246,00	397,3	13,821	12,265	99,326	13,821	12,265	13,043
35	680	251,00	397,3	14,316	12,788	99,326	14,316	12,788	13,552
36	700	256,00	397,3	14,919	13,472	99,326	14,919	13,472	14,196
37	720	261,00	397,3	15,439	14,039	99,326	15,439	14,039	14,739
38	740	266,00	397,3	15,988	14,594	99,326	15,988	14,594	15,291
39	760	271,00	397,3	16,508	15,120	99,326	16,508	15,120	15,814
40	780	276,00	397,3	17,072	15,675	99,326	17,072	15,675	16,373
41	800	281,00	397,3	17,584	16,181	99,326	17,584	16,181	16,882
42	820	286,00	397,3	18,115	16,703	99,326	18,115	16,703	17,409
43	840	291,00	397,3	18,642	17,234	99,326	18,642	17,234	17,938
44	860	296,00	397,3	19,187	17,788	99,326	19,187	17,788	18,488

45	880	301,00	397,3	19,704	18,311	99,326	19,704	18,311	19,007
46	900	306,00	397,3	19,854	18,461	99,326	19,854	18,461	19,157
47	920	311,00	397,3	19,879	18,485	99,326	19,879	18,485	19,182
48	940	316,00	397,3	19,898	18,497	99,326	19,898	18,497	19,197
49	960	321,00	397,3	19,912	18,513	99,326	19,912	18,513	19,213
50	980	326,00	397,3	19,916	18,529	99,326	19,916	18,529	19,223
51	1000	331,00	397,3	19,923	18,525	99,326	19,923	18,525	19,224
52	1020	336,00	397,3	19,930	18,533	99,326	19,930	18,533	19,232
53	1040	341,00	397,3	19,938	18,542	99,326	19,938	18,542	19,240
54	1060	346,00	397,3	19,945	18,542	99,326	19,945	18,542	19,243
55	1080	351,00	397,3	19,952	18,550	99,326	19,952	18,550	19,251
56	1100	356,00	397,3	19,952	18,550	99,326	19,952	18,550	19,251
57	1120	361,00	397,3	19,952	18,558	99,326	19,952	18,558	19,255
58	1140	366,00	397,3	19,960	18,558	99,326	19,960	18,558	19,259
59	1160	371,00	397,3	19,963	18,562	99,326	19,963	18,562	19,263
60	1180	376,00	397,3	19,967	18,566	99,326	19,967	18,566	19,266
61	1200	381,00	397,3	19,963	18,562	99,326	19,963	18,562	19,263
62	1220	386,00	397,3	19,971	18,562	99,326	19,971	18,562	19,266
63	1240	391,00	397,3	19,974	18,570	99,326	19,974	18,570	19,272
64	1260	396,00	397,3	20,300	18,906	99,326	20,300	18,906	19,603
65	1280	401,00	397,3	20,838	19,440	99,326	20,838	19,440	20,139
66	1300	406,00	397,3	21,406	20,003	99,326	21,406	20,003	20,704
67	1320	411,00	397,3	21,944	20,534	99,326	21,944	20,534	21,239
68	1340	416,00	397,3	22,496	21,060	99,326	22,496	21,060	21,778
69	1360	421,00	397,3	23,111	21,651	99,326	23,111	21,651	22,381
70	1380	426,00	397,3	23,759	22,238	99,326	23,759	22,238	22,999
71	1400	431,00	397,3	24,411	22,793	99,326	24,411	22,793	23,602
72	1420	436,00	397,3	25,044	23,360	99,326	25,044	23,360	24,202
73	1440	441,00	397,3	25,688	23,943	99,326	25,688	23,943	24,816
74	1460	446,00	397,3	26,413	24,603	99,326	26,413	24,603	25,508
75	1480	451,00	397,3	27,083	25,178	99,326	27,083	25,178	26,130
76	1500	456,00	397,3	27,646	25,741	99,326	27,646	25,741	26,694
77	1520	461,00	397,3	28,214	26,292	99,326	28,214	26,292	27,253
78	1540	466,00	397,3	28,737	26,818	99,326	28,737	26,818	27,778
79	1560	471,00	397,3	29,257	27,369	99,326	29,257	27,369	28,313
80	1580	476,00	397,3	29,447	27,588	99,326	29,447	27,588	28,517
81	1600	481,00	397,3	29,462	27,616	99,326	29,462	27,616	28,539
82	1620	486,00	397,3	29,466	27,628	99,326	29,466	27,628	28,547
83	1640	491,00	397,3	29,480	27,636	99,326	29,480	27,636	28,558
84	1660	496,00	397,3	29,480	27,636	99,326	29,480	27,636	28,558
85	1680	501,00	397,3	29,480	27,652	99,326	29,480	27,652	28,566
86	1700	506,00	397,3	29,488	27,652	99,326	29,488	27,652	28,570
87	1720	511,00	397,3	29,488	27,656	99,326	29,488	27,656	28,572
88	1740	516,00	397,3	29,491	27,656	99,326	29,491	27,656	28,574

89	1760	521,00	397,3	29,531	27,660	99,326	29,531	27,660	28,596
90	1780	526,00	397,3	29,531	27,660	99,326	29,531	27,660	28,596
91	1800	531,00	397,3	29,535	27,669	99,326	29,535	27,669	28,602
92	1820	536,00	397,3	29,531	27,669	99,326	29,531	27,669	28,600
93	1840	541,00	397,3	29,535	27,669	99,326	29,535	27,669	28,602
94	1860	546,00	397,3	29,531	27,673	99,326	29,531	27,673	28,602
95	1880	551,00	397,3	29,539	27,669	99,326	29,539	27,669	28,604
96	1900	556,00	397,3	29,531	27,673	99,326	29,531	27,673	28,602
97	1920	561,00	397,3	29,531	27,669	99,326	29,531	27,669	28,600
98	1940	566,00	397,3	29,531	27,673	99,326	29,531	27,673	28,602
99	1960	571,00	397,3	29,564	27,677	99,326	29,564	27,677	28,621
100	1980	576,00	397,3	29,564	27,677	99,326	29,564	27,677	28,621
101	2000	581,00	397,3	29,564	27,677	99,326	29,564	27,677	28,621
102	2020	586,00	397,3	29,564	27,677	99,326	29,564	27,677	28,621
103	2040	591,00	397,3	29,564	27,677	99,326	29,564	27,677	28,621
104	2060	596,00	397,3	29,564	27,673	99,326	29,564	27,673	28,618
105	2080	601,00	397,3	29,561	27,681	99,326	29,561	27,681	28,621
106	2100	606,00	397,3	29,561	27,685	99,326	29,561	27,685	28,623
107	2120	611,00	397,3	29,572	27,685	99,326	29,572	27,685	28,628
108	2140	616,00	397,3	29,553	27,685	99,326	29,553	27,685	28,619
109	2160	621,00	397,3	29,557	27,685	99,326	29,557	27,685	28,621
110	2180	626,00	397,3	29,568	27,685	99,326	29,568	27,685	28,626
111	2200	631,00	397,3	29,564	27,685	99,326	29,564	27,685	28,625
112	2220	636,00	397,3	29,564	27,689	99,326	29,564	27,689	28,627
113	2240	641,00	397,3	29,564	27,685	99,326	29,564	27,685	28,625
114	2260	646,00	397,3	29,564	27,693	99,326	29,564	27,693	28,629
115	2280	651,00	397,3	29,564	27,697	99,326	29,564	27,697	28,631
116	2300	656,00	397,3	29,568	27,689	99,326	29,568	27,689	28,628
117	2320	661,00	397,3	29,561	27,689	99,326	29,561	27,689	28,625
118	2340	666,00	397,3	29,564	27,693	99,326	29,564	27,693	28,629
119	2360	671,00	397,3	29,583	27,693	99,326	29,583	27,693	28,638

12 0	2380	676,00	397,3	29,583	27,693	99,326	29,583	27,693	28,638
12 1	2400	681,00	397,3	29,590	27,701	99,326	29,590	27,701	28,645
12 2	2420	686,00	397,3	29,590	27,693	99,326	29,590	27,693	28,641
12 3	2440	691,00	397,3	29,590	27,697	99,326	29,590	27,697	28,643
12 4	2460	696,00	397,3	29,586	27,693	99,326	29,586	27,693	28,640
12 5	2480	701,00	397,3	29,594	27,693	99,326	29,594	27,693	28,643
12 6	2500	706,00	397,3	29,590	27,697	99,326	29,590	27,697	28,643
12 7	2520	711,00	397,3	29,590	27,701	99,326	29,590	27,701	28,645
12 8	2540	716,00	397,3	29,583	27,693	99,326	29,583	27,693	28,638
12 9	2560	721,00	397,3	29,586	27,701	99,326	29,586	27,701	28,644
13 0	2580	726,00	397,3	29,590	27,697	99,326	29,590	27,697	28,643
13 1	2600	731,00	397,3	29,590	27,701	99,326	29,590	27,701	28,645
13 2	2620	736,00	397,3	30,040	28,948	99,326	30,040	28,948	29,494

SERIE 4 PROBETA 1	
LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm

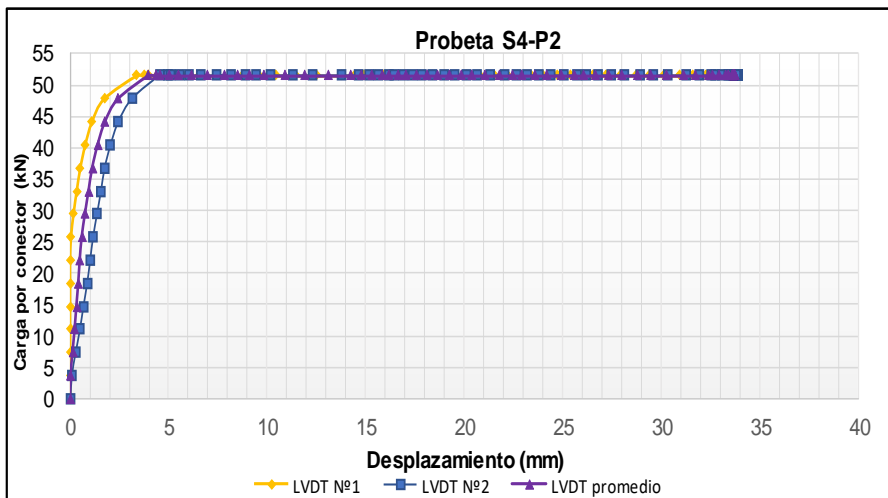


ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	-0,007	-0,028	0,000	0,007	0,028	0,018
2	20	8,5	14,7	-0,004	-0,093	3,679	0,004	0,093	0,048
3	40	24,5	29,4	-0,011	-0,288	7,358	0,011	0,288	0,149
4	60	34,5	44,1	-0,007	-0,502	11,036	0,007	0,502	0,255
5	80	41,5	58,9	-0,007	-0,680	14,715	0,007	0,680	0,344
6	100	47,5	73,6	-0,007	-0,871	18,394	0,007	0,871	0,439
7	120	53,0	88,3	-0,007	-1,020	22,073	0,007	1,020	0,514
8	140	57,0	103,0	0,055	-1,170	25,751	0,055	1,170	0,613
9	160	62,0	117,7	0,183	-1,369	29,430	0,183	1,369	0,776
10	180	69,5	132,4	0,344	-1,571	33,109	0,344	1,571	0,958
11	200	78,0	147,2	0,527	-1,757	36,788	0,527	1,757	1,142
12	220	101,0	161,9	0,776	-2,057	40,466	0,776	2,057	1,417
13	240	112,0	176,6	1,116	-2,454	44,145	1,116	2,454	1,785
14	260	126,0	191,3	1,731	-3,146	47,824	1,731	3,146	2,439
15	280	145,0	206,0	3,360	-4,559	51,503	3,360	4,559	3,960
16	300	150,0	206,0	3,785	-4,936	51,503	3,785	4,936	4,360
17	320	155,0	206,0	3,997	-5,126	51,503	3,997	5,126	4,562
18	340	160,0	206,0	4,462	-5,568	51,503	4,462	5,568	5,015
19	360	165,0	206,0	5,000	-6,054	51,503	5,000	6,054	5,527

20	380	170,0	206,0	5,677	-6,653	51,503	5,677	6,653	6,165
21	400	175,0	206,0	6,552	-7,422	51,503	6,552	7,422	6,987
22	420	180,0	206,0	7,420	-8,196	51,503	7,420	8,196	7,808
23	440	185,0	206,0	8,188	-8,876	51,503	8,188	8,876	8,532
24	460	190,0	206,0	8,774	-9,415	51,503	8,774	9,415	9,094
25	480	195,0	206,0	9,550	-10,184	51,503	9,550	10,184	9,867
26	500	200,0	206,0	10,450	-11,322	51,503	10,450	11,322	10,886
27	520	205,0	206,0	11,450	-12,322	51,503	11,450	12,322	11,886
28	540	210,0	206,0	12,496	-13,776	51,503	12,496	13,776	13,136
29	560	215,0	206,0	13,799	-14,638	51,503	13,799	14,638	14,219
30	580	220,0	206,0	14,418	-15,185	51,503	14,418	15,185	14,801
31	600	225,0	206,0	14,920	-15,642	51,503	14,920	15,642	15,281
32	620	230,0	206,0	15,531	-16,157	51,503	15,531	16,157	15,844
33	640	235,0	206,0	15,882	-16,472	51,503	15,882	16,472	16,177
34	660	240,0	206,0	16,332	-16,902	51,503	16,332	16,902	16,617
35	680	245,0	206,0	16,783	-17,363	51,503	16,783	17,363	17,073
36	700	250,0	206,0	17,262	-17,837	51,503	17,262	17,837	17,550
37	720	255,0	206,0	17,804	-18,400	51,503	17,804	18,400	18,102
38	740	260,0	206,0	18,364	-18,950	51,503	18,364	18,950	18,657
39	760	265,0	206,0	18,993	-19,550	51,503	18,993	19,550	19,272
40	780	270,0	206,0	19,597	-20,129	51,503	19,597	20,129	19,863
41	800	275,0	206,0	20,146	-20,675	51,503	20,146	20,675	20,411
42	820	280,0	206,0	20,805	-21,311	51,503	20,805	21,311	21,058
43	840	285,0	206,0	21,541	-22,044	51,503	21,541	22,044	21,793
44	860	290,0	206,0	22,185	-22,664	51,503	22,185	22,664	22,424
45	880	295,0	206,0	22,698	-23,158	51,503	22,698	23,158	22,928
46	900	300,0	206,0	23,368	-23,797	51,503	23,368	23,797	23,582
47	920	305,0	206,0	23,986	-24,368	51,503	23,986	24,368	24,177
48	940	310,0	206,0	24,733	-25,069	51,503	24,733	25,069	24,901
49	960	315,0	206,0	25,414	-25,729	51,503	25,414	25,729	25,571
50	980	320,0	206,0	25,915	-26,215	51,503	25,915	26,215	26,065
51	1000	325,0	206,0	26,508	-26,806	51,503	26,508	26,806	26,657
52	1020	330,0	206,0	27,211	-27,466	51,503	27,211	27,466	27,338
53	1040	335,0	206,0	27,914	-28,106	51,503	27,914	28,106	28,010
54	1060	340,0	206,0	28,745	-28,904	51,503	28,745	28,904	28,824
55	1080	345,0	206,0	29,403	-29,572	51,503	29,403	29,572	29,488
56	1100	350,0	206,0	30,132	-30,337	51,503	30,132	30,337	30,234
57	1120	355,0	206,0	30,952	-31,276	51,503	30,952	31,276	31,114
58	1140	360,0	206,0	31,607	-31,916	51,503	31,607	31,916	31,762
59	1160	365,0	206,0	32,233	-32,556	51,503	32,233	32,556	32,394
60	1180	370,0	206,0	32,449	-32,762	51,503	32,449	32,762	32,606
61	1200	375,0	206,0	32,775	-33,082	51,503	32,775	33,082	32,928
62	1220	380,0	206,0	33,104	-33,414	51,503	33,104	33,414	33,259
63	1240	385,0	206,0	33,254	-33,556	51,503	33,254	33,556	33,405

64	1260	390,0	206,0	33,269	-33,568	51,503	33,269	33,568	33,418
65	1280	395,0	206,0	33,426	-33,738	51,503	33,426	33,738	33,582
66	1300	400,0	206,0	33,470	-33,783	51,503	33,470	33,783	33,626
67	1320	405,0	206,0	33,485	-33,795	51,503	33,485	33,795	33,640
68	1340	410,0	206,0	33,499	-33,803	51,503	33,499	33,803	33,651
69	1360	415,0	206,0	33,507	-33,807	51,503	33,507	33,807	33,657
70	1380	420,0	206,0	33,510	-33,815	51,503	33,510	33,815	33,663
71	1400	425,0	206,0	33,521	-33,811	51,503	33,521	33,811	33,666
72	1420	430,0	206,0	33,529	-33,819	51,503	33,529	33,819	33,674
73	1440	435,0	206,0	33,525	-33,819	51,503	33,525	33,819	33,672
74	1460	440,0	206,0	33,529	-33,827	51,503	33,529	33,827	33,678
75	1480	445,0	206,0	33,543	-33,831	51,503	33,543	33,831	33,687
76	1500	450,0	206,0	33,551	-33,823	51,503	33,551	33,823	33,687
77	1520	455,0	206,0	33,547	-33,827	51,503	33,547	33,827	33,687
78	1540	460,0	206,0	33,532	-33,831	51,503	33,532	33,831	33,682
79	1560	465,0	206,0	33,551	-33,835	51,503	33,551	33,835	33,693
80	1580	470,0	206,0	33,547	-33,835	51,503	33,547	33,835	33,691
81	1600	475,0	206,0	33,551	-33,831	51,503	33,551	33,831	33,691
82	1620	480,0	206,0	33,547	-33,835	51,503	33,547	33,835	33,691
83	1640	485,0	206,0	33,547	-33,827	51,503	33,547	33,827	33,687
84	1660	490,0	206,0	33,558	-33,835	51,503	33,558	33,835	33,697
85	1680	495,0	206,0	33,554	-33,835	51,503	33,554	33,835	33,695
86	1700	500,0	206,0	33,554	-33,835	51,503	33,554	33,835	33,695
87	1720	505,0	206,0	33,551	-33,840	51,503	33,551	33,840	33,695
88	1740	510,0	206,0	33,554	-33,840	51,503	33,554	33,840	33,697
89	1760	515,0	206,0	33,547	-33,835	51,503	33,547	33,835	33,691
90	1780	520,0	206,0	33,551	-33,835	51,503	33,551	33,835	33,693
91	1800	525,0	206,0	33,551	-33,844	51,503	33,551	33,844	33,697
92	1820	530,0	206,0	33,558	-33,835	51,503	33,558	33,835	33,697
93	1840	535,0	206,0	33,558	-33,835	51,503	33,558	33,835	33,697
94	1860	540,0	206,0	33,562	-33,831	51,503	33,562	33,831	33,696
95	1880	545,0	206,0	33,562	-33,840	51,503	33,562	33,840	33,701
96	1900	550,0	206,0	33,558	-33,844	51,503	33,558	33,844	33,701
97	1920	555,0	206,0	33,562	-33,844	51,503	33,562	33,844	33,703
98	1940	560,0	206,0	33,565	-33,840	51,503	33,565	33,840	33,702
99	1960	565,0	206,0	33,562	-33,840	51,503	33,562	33,840	33,701
100	1980	570,0	206,0	33,565	-33,827	51,503	33,565	33,827	33,696
101	2000	575,0	206,0	33,565	-33,848	51,503	33,565	33,848	33,706
102	2020	580,0	206,0	33,562	-33,844	51,503	33,562	33,844	33,703
103	2040	585,0	206,0	33,569	-33,840	51,503	33,569	33,840	33,704
104	2060	590,0	206,0	33,422	-33,787	51,503	33,422	33,787	33,605

SERIE 4 PROBETA 2	
LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm



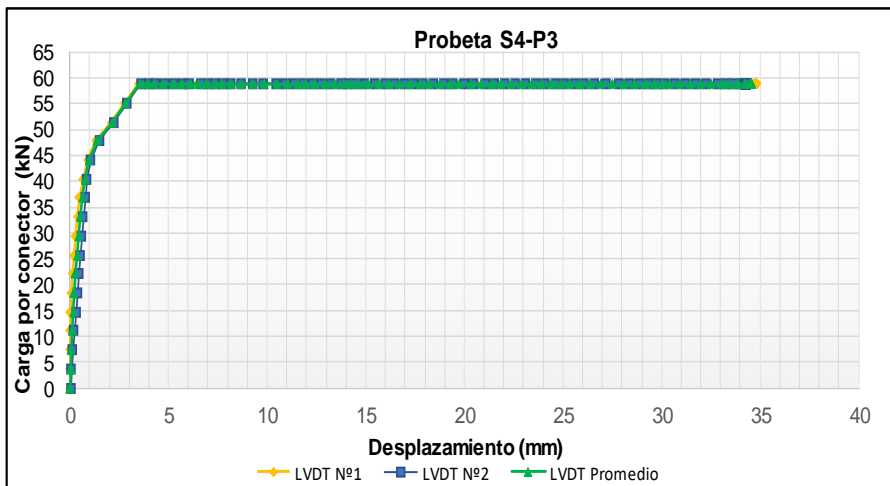
ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,000	-0,020	0,000	0,000	0,020	0,010
2	20	11,50	14,7	0,000	-0,073	3,679	0,000	0,073	0,036
3	40	23,50	29,4	0,000	-0,134	7,358	0,000	0,134	0,067
4	60	35,00	44,1	0,000	-0,211	11,036	0,000	0,211	0,105

5	80	44,00	58,9	0,011	-0,292	14,715	0,011	0,292	0,151
6	100	54,50	73,6	0,059	-0,364	18,394	0,059	0,364	0,212
7	120	62,50	88,3	0,114	-0,429	22,073	0,114	0,429	0,271
8	140	70,00	103,0	0,198	-0,510	25,751	0,198	0,510	0,354
9	160	76,50	117,7	0,275	-0,591	29,430	0,275	0,591	0,433
10	180	82,00	132,4	0,359	-0,672	33,109	0,359	0,672	0,515
11	200	88,50	147,2	0,472	-0,773	36,788	0,472	0,773	0,623
12	220	101,00	161,9	0,666	-0,850	40,466	0,666	0,850	0,758
13	240	107,00	176,6	0,890	-1,065	44,145	0,890	1,065	0,977
14	260	116,50	191,3	1,307	-1,486	47,824	1,307	1,486	1,396
15	280	129,50	206,0	2,064	-2,223	51,503	2,064	2,223	2,144
16	300	142,00	220,7	2,756	-2,899	55,181	2,756	2,899	2,828
17	320	154,00	235,4	3,466	-3,612	58,860	3,466	3,612	3,539
18	340	159,00	235,4	3,840	-3,985	58,860	3,840	3,985	3,912
19	360	164,00	235,4	4,206	-4,365	58,860	4,206	4,365	4,285
20	380	169,00	235,4	4,674	-4,774	58,860	4,674	4,774	4,724
21	400	174,00	235,4	5,223	-5,276	58,860	5,223	5,276	5,250
22	420	179,00	235,4	5,666	-5,693	58,860	5,666	5,693	5,680
23	440	184,00	235,4	6,087	-6,070	58,860	6,087	6,070	6,078
24	460	189,00	235,4	6,446	-6,633	58,860	6,446	6,633	6,539
25	480	194,00	235,4	6,830	-7,021	58,860	6,830	7,021	6,926
26	500	199,00	235,4	7,226	-7,394	58,860	7,226	7,394	7,310
27	520	204,00	235,4	7,643	-7,771	58,860	7,643	7,771	7,707
28	540	209,00	235,4	8,130	-8,184	58,860	8,130	8,184	8,157
29	560	214,00	235,4	8,679	-8,702	58,860	8,679	8,702	8,690
30	580	219,00	235,4	9,272	-9,257	58,860	9,272	9,257	9,264
31	600	224,00	235,4	9,901	-9,832	58,860	9,901	9,832	9,866
32	620	229,00	235,4	10,597	-10,427	58,860	10,597	10,427	10,512
33	640	234,00	235,4	11,219	-10,901	58,860	11,219	10,901	11,060
34	660	239,00	235,4	11,706	-11,411	58,860	11,706	11,411	11,558
35	680	244,00	235,4	12,156	-11,840	58,860	12,156	11,840	11,998
36	700	249,00	235,4	12,610	-12,285	58,860	12,610	12,285	12,448
37	720	254,00	235,4	13,115	-12,779	58,860	13,115	12,779	12,947
38	740	259,00	235,4	13,594	-13,249	58,860	13,594	13,249	13,422
39	760	264,00	235,4	14,078	-13,735	58,860	14,078	13,735	13,906
40	780	269,00	235,4	14,429	-14,079	58,860	14,429	14,079	14,254
41	800	274,00	235,4	14,868	-14,504	58,860	14,868	14,504	14,686
42	820	279,00	235,4	15,315	-14,954	58,860	15,315	14,954	15,134
43	840	284,00	235,4	15,853	-15,452	58,860	15,853	15,452	15,652
44	860	289,00	235,4	16,420	-15,995	58,860	16,420	15,995	16,207
45	880	294,00	235,4	16,977	-16,485	58,860	16,977	16,485	16,731
46	900	299,00	235,4	17,529	-16,966	58,860	17,529	16,966	17,248
47	920	304,00	235,4	18,034	-17,444	58,860	18,034	17,444	17,739
48	940	309,00	235,4	18,525	-17,910	58,860	18,525	17,910	18,217

49	960	314,00	235,4	19,052	-18,424	58,860	19,052	18,424	18,738
50	980	319,00	235,4	19,579	-18,938	58,860	19,579	18,938	19,259
51	1000	324,00	235,4	20,103	-19,432	58,860	20,103	19,432	19,767
52	1020	329,00	235,4	20,633	-19,979	58,860	20,633	19,979	20,306
53	1040	334,00	235,4	21,171	-20,501	58,860	21,171	20,501	20,836
54	1060	339,00	235,4	21,680	-21,060	58,860	21,680	21,060	21,370
55	1080	344,00	235,4	22,178	-21,542	58,860	22,178	21,542	21,860
56	1100	349,00	235,4	22,705	-22,048	58,860	22,705	22,048	22,377
57	1120	354,00	235,4	23,214	-22,562	58,860	23,214	22,562	22,888
58	1140	359,00	235,4	23,734	-23,081	58,860	23,734	23,081	23,407
59	1160	364,00	235,4	24,224	-23,611	58,860	24,224	23,611	23,918
60	1180	369,00	235,4	24,704	-24,105	58,860	24,704	24,105	24,404
61	1200	374,00	235,4	25,194	-24,595	58,860	25,194	24,595	24,895
62	1220	379,00	235,4	25,670	-25,081	58,860	25,670	25,081	25,375
63	1240	384,00	235,4	26,204	-25,599	58,860	26,204	25,599	25,902
64	1260	389,00	235,4	26,739	-26,089	58,860	26,739	26,089	26,414
65	1280	394,00	235,4	27,277	-26,628	58,860	27,277	26,628	26,952
66	1300	399,00	235,4	27,815	-27,179	58,860	27,815	27,179	27,497
67	1320	404,00	235,4	28,386	-27,847	58,860	28,386	27,847	28,116
68	1340	409,00	235,4	28,895	-28,397	58,860	28,895	28,397	28,646
69	1360	414,00	235,4	29,411	-28,916	58,860	29,411	28,916	29,163
70	1380	419,00	235,4	29,898	-29,377	58,860	29,898	29,377	29,637
71	1400	424,00	235,4	30,245	-29,730	58,860	30,245	29,730	29,987
72	1420	429,00	235,4	30,721	-30,171	58,860	30,721	30,171	30,446
73	1440	434,00	235,4	31,212	-30,701	58,860	31,212	30,701	30,956
74	1460	439,00	235,4	31,713	-31,199	58,860	31,713	31,199	31,456
75	1480	444,00	235,4	32,244	-31,710	58,860	32,244	31,710	31,977
76	1500	449,00	235,4	32,771	-32,252	58,860	32,771	32,252	32,512
77	1520	454,00	235,4	33,324	-32,835	58,860	33,324	32,835	33,079
78	1540	459,00	235,4	33,712	-33,236	58,860	33,712	33,236	33,474
79	1560	464,00	235,4	34,092	-33,625	58,860	34,092	33,625	33,859
80	1580	469,00	235,4	34,506	-34,026	58,860	34,506	34,026	34,266
81	1600	474,00	235,4	34,722	-34,220	58,860	34,722	34,220	34,471
82	1620	479,00	235,4	34,755	-34,244	58,860	34,755	34,244	34,500
83	1640	484,00	235,4	34,766	-34,257	58,860	34,766	34,257	34,511
84	1660	489,00	235,4	34,773	-34,261	58,860	34,773	34,261	34,517
85	1680	494,00	235,4	34,780	-34,273	58,860	34,780	34,273	34,527
86	1700	499,00	235,4	34,777	-34,273	58,860	34,777	34,273	34,525
87	1720	504,00	235,4	34,788	-34,277	58,860	34,788	34,277	34,532
88	1740	509,00	235,4	34,788	-34,281	58,860	34,788	34,281	34,534
89	1760	514,00	235,4	34,795	-34,289	58,860	34,795	34,289	34,542
90	1780	519,00	235,4	34,799	-34,293	58,860	34,799	34,293	34,546
91	1800	524,00	235,4	34,799	-34,289	58,860	34,799	34,289	34,544
92	1820	529,00	235,4	34,806	-34,297	58,860	34,806	34,297	34,552

93	1840	534,00	235,4	34,799	-34,297	58,860	34,799	34,297	34,548
94	1860	539,00	235,4	34,802	-34,297	58,860	34,802	34,297	34,550
95	1880	544,00	235,4	34,802	-34,301	58,860	34,802	34,301	34,552
96	1900	549,00	235,4	34,810	-34,301	58,860	34,810	34,301	34,555
97	1920	554,00	235,4	34,817	-34,309	58,860	34,817	34,309	34,563
98	1940	559,00	235,4	34,813	-34,305	58,860	34,813	34,305	34,559
99	1960	564,00	235,4	34,817	-34,305	58,860	34,817	34,305	34,561
100	1980	569,00	235,4	34,821	-34,301	58,860	34,821	34,301	34,561
101	2000	574,00	235,4	34,817	-34,305	58,860	34,817	34,305	34,561
102	2020	579,00	235,4	34,824	-34,305	58,860	34,824	34,305	34,565
103	2040	584,00	235,4	34,824	-34,305	58,860	34,824	34,305	34,565
104	2060	589,00	235,4	34,821	-34,305	58,860	34,821	34,305	34,563
105	2080	594,00	235,4	34,828	-34,313	58,860	34,828	34,313	34,571
106	2100	599,00	235,4	34,832	-34,309	58,860	34,832	34,309	34,570
107	2120	604,00	235,4	34,824	-34,313	58,860	34,824	34,313	34,569
108	2140	609,00	235,4	34,832	-34,309	58,860	34,832	34,309	34,570
109	2160	614,00	235,4	34,828	-34,317	58,860	34,828	34,317	34,573
110	2180	619,00	235,4	34,835	-34,309	58,860	34,835	34,309	34,572
111	2200	624,00	235,4	34,828	-34,309	58,860	34,828	34,309	34,569
112	2220	629,00	235,4	34,839	-34,313	58,860	34,839	34,313	34,576

SERIE 4 PROBETA 3	
LAMINA COLABORANTE	2"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	3"
ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm



ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,0000	0,0000	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
2	20	12,50	14,7	0,8529	0,7775	3,7	0,8529	0,7775	0,8152
3	40	28,50	29,4	1,2372	1,1176	7,4	1,2372	1,1176	1,1774
4	60	42,50	44,1	1,6765	1,4901	11,0	1,6765	1,4901	1,5833
5	80	54,00	58,9	2,2182	1,9599	14,7	2,2182	1,9599	2,0891
6	100	71,00	73,6	2,9137	2,5227	18,4	2,9137	2,5227	2,7182
7	120	102,00	88,3	5,4576	4,9360	22,1	5,4576	4,9360	5,1968
8	140	185,00	103,0	13,6604	12,5405	25,8	13,6604	12,5405	13,1005
9	160	190,00	103,0	14,4510	13,3261	25,8	14,4510	13,3261	13,8886
10	180	195,00	103,0	15,0623	13,9092	25,8	15,0623	13,9092	14,4858
11	200	200,00	103,0	15,6479	14,4680	25,8	15,6479	14,4680	15,0580
12	220	205,00	103,0	16,2775	15,0956	25,8	16,2775	15,0956	15,6866
13	240	210,00	103,0	16,9693	15,7921	25,8	16,9693	15,7921	16,3807
14	260	215,00	103,0	17,7087	16,5128	25,8	17,7087	16,5128	17,1108
15	280	220,00	103,0	18,4517	17,2457	25,8	18,4517	17,2457	17,8487
16	300	225,00	103,0	19,0484	17,8491	25,8	19,0484	17,8491	18,4488
17	320	230,00	103,0	19,7402	18,5334	25,8	19,7402	18,5334	19,1368
18	340	235,00	103,0	20,5784	19,3878	25,8	20,5784	19,3878	19,9831

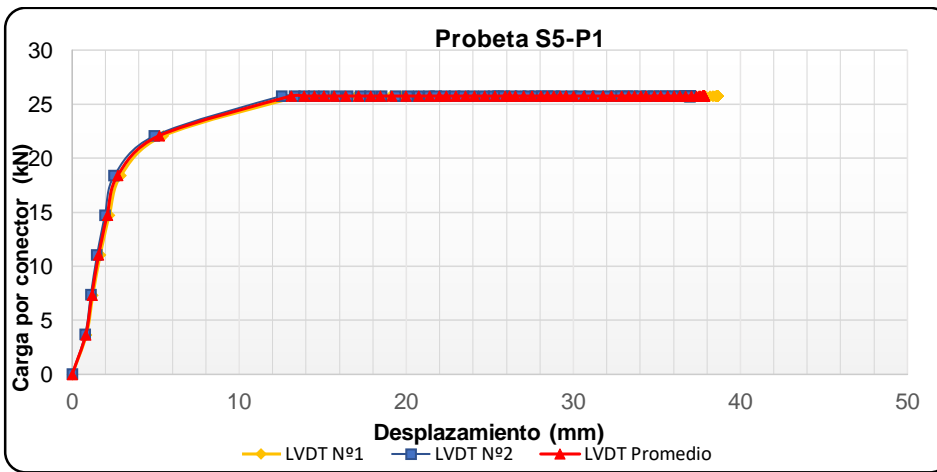
19	360	240,00	103,0	21,3178	20,1085	25,8	21,3178	20,1085	20,7132
20	380	245,00	103,0	21,9730	20,7645	25,8	21,9730	20,7645	21,3688
21	400	250,00	103,0	22,5806	21,3557	25,8	22,5806	21,3557	21,9682
22	420	255,00	103,0	23,0125	21,7768	25,8	23,0125	21,7768	22,3947
23	440	260,00	103,0	23,5725	22,3194	25,8	23,5725	22,3194	22,9460
24	460	265,00	103,0	24,1472	22,8782	25,8	24,1472	22,8782	23,5127
25	480	270,00	103,0	24,7182	23,4168	25,8	24,7182	23,4168	24,0675
26	500	275,00	103,0	25,3478	24,0161	25,8	25,3478	24,0161	24,6820
27	520	280,00	103,0	25,9700	24,6437	25,8	25,9700	24,6437	25,3069
28	540	285,00	103,0	26,5630	25,2308	25,8	26,5630	25,2308	25,8969
29	560	290,00	103,0	26,8375	25,5102	25,8	26,8375	25,5102	26,1739
30	580	295,00	103,0	27,2036	25,8625	25,8	27,2036	25,8625	26,5331
31	600	300,00	103,0	27,6757	26,3201	25,8	27,6757	26,3201	26,9979
32	620	305,00	103,0	28,2211	26,8262	25,8	28,2211	26,8262	27,5237
33	640	310,00	103,0	28,7519	27,3162	25,8	28,7519	27,3162	28,0341
34	660	315,00	103,0	29,1582	27,7171	25,8	29,1582	27,7171	28,4377
35	680	320,00	103,0	29,5462	28,0936	25,8	29,5462	28,0936	28,8199
36	700	325,00	103,0	29,9195	28,4581	25,8	29,9195	28,4581	29,1888
37	720	330,00	103,0	30,2965	28,8225	25,8	30,2965	28,8225	29,5595
38	740	335,00	103,0	30,7504	29,2882	25,8	30,7504	29,2882	30,0193
39	760	340,00	103,0	31,3800	29,8915	25,8	31,3800	29,8915	30,6358
40	780	345,00	103,0	31,9364	30,4098	25,8	31,9364	30,4098	31,1731
41	800	350,00	103,0	32,5476	30,9888	25,8	32,5476	30,9888	31,7682
42	820	355,00	103,0	33,0637	31,4991	25,8	33,0637	31,4991	32,2814
43	840	360,00	103,0	33,6604	32,1024	25,8	33,6604	32,1024	32,8814
44	860	365,00	103,0	34,0776	32,5114	25,8	34,0776	32,5114	33,2945
45	880	370,00	103,0	34,4180	32,8717	25,8	34,4180	32,8717	33,6449
46	900	375,00	103,0	34,8024	33,2321	25,8	34,8024	33,2321	34,0173
47	920	380,00	103,0	35,1135	33,5318	25,8	35,1135	33,5318	34,3227
48	940	385,00	103,0	35,6333	34,0217	25,8	35,6333	34,0217	34,8275
49	960	390,00	103,0	36,0506	34,4186	25,8	36,0506	34,4186	35,2346
50	980	395,00	103,0	36,4605	34,8154	25,8	36,4605	34,8154	35,6380
51	1000	400,00	103,0	36,8522	35,1879	25,8	36,8522	35,1879	36,0201
52	1020	405,00	103,0	37,1999	35,5523	25,8	37,1999	35,5523	36,3761
53	1040	410,00	103,0	37,5220	35,8763	25,8	37,5220	35,8763	36,6992
54	1060	415,00	103,0	37,8844	36,2650	25,8	37,8844	36,2650	37,0747
55	1080	420,00	103,0	38,1845	36,5687	25,8	38,1845	36,5687	37,3766
56	1100	425,00	103,0	38,3273	36,7064	25,8	38,3273	36,7064	37,5169
57	1120	430,00	103,0	38,3932	36,7793	25,8	38,3932	36,7793	37,5863
58	1140	435,00	103,0	38,5066	36,8886	25,8	38,5066	36,8886	37,6976
59	1160	440,00	103,0	38,5359	36,9169	25,8	38,5359	36,9169	37,7264
60	1180	445,00	103,0	38,5432	36,9250	25,8	38,5432	36,9250	37,7341
61	1200	450,00	103,0	38,5469	36,9331	25,8	38,5469	36,9331	37,7400
62	1220	455,00	103,0	38,5615	36,9372	25,8	38,5615	36,9372	37,7494

63	1240	460,00	103,0	38,5615	36,9453	25,8	38,5615	36,9453	37,7534
64	1260	465,00	103,0	38,5652	36,9372	25,8	38,5652	36,9372	37,7512
65	1280	470,00	103,0	38,5762	36,9534	25,8	38,5762	36,9534	37,7648
66	1300	475,00	103,0	38,5725	36,9493	25,8	38,5725	36,9493	37,7609
67	1320	480,00	103,0	38,5762	36,9534	25,8	38,5762	36,9534	37,7648
68	1340	485,00	103,0	38,5762	36,9534	25,8	38,5762	36,9534	37,7648
69	1360	490,00	103,0	38,5798	36,9534	25,8	38,5798	36,9534	37,7666
70	1380	495,00	103,0	38,5835	36,9615	25,8	38,5835	36,9615	37,7725
71	1400	500,00	103,0	38,5872	36,9696	25,8	38,5872	36,9696	37,7784
72	1420	505,00	103,0	38,5835	36,9777	25,8	38,5835	36,9777	37,7806
73	1440	510,00	103,0	38,5872	36,9777	25,8	38,5872	36,9777	37,7825
74	1460	515,00	103,0	38,5872	36,9817	25,8	38,5872	36,9817	37,7845
75	1480	520,00	103,0	38,5908	36,9817	25,8	38,5908	36,9817	37,7863
76	1500	525,00	103,0	38,5945	36,9777	25,8	38,5945	36,9777	37,7861
77	1520	530,00	103,0	38,5908	36,9817	25,8	38,5908	36,9817	37,7863
78	1540	535,00	103,0	38,5945	36,9817	25,8	38,5945	36,9817	37,7881
79	1560	540,00	103,0	38,5945	36,9858	25,8	38,5945	36,9858	37,7902
80	1580	545,00	103,0	38,6018	36,9858	25,8	38,6018	36,9858	37,7938
81	1600	550,00	103,0	38,5945	36,9898	25,8	38,5945	36,9898	37,7922
82	1620	555,00	103,0	38,5981	36,9858	25,8	38,5981	36,9858	37,7920
83	1640	560,00	103,0	38,5981	36,9858	25,8	38,5981	36,9858	37,7920
84	1660	565,00	103,0	38,6018	36,9858	25,8	38,6018	36,9858	37,7938
85	1680	570,00	103,0	38,6055	36,9817	25,8	38,6055	36,9817	37,7936
86	1700	575,00	103,0	38,6055	36,9858	25,8	38,6055	36,9858	37,7957
87	1720	580,00	103,0	38,6055	36,9858	25,8	38,6055	36,9858	37,7957
88	1740	585,00	103,0	38,5981	36,9777	25,8	38,5981	36,9777	37,7879
89	1760	590,00	103,0	38,6055	36,9858	25,8	38,6055	36,9858	37,7957
90	1780	595,00	103,0	38,6018	36,9817	25,8	38,6018	36,9817	37,7918
91	1800	600,00	103,0	38,6164	36,9898	25,8	38,6164	36,9898	37,8031
92	1820	605,00	103,0	38,6164	36,9858	25,8	38,6164	36,9858	37,8011
93	1840	610,00	103,0	38,6055	36,9817	25,8	38,6055	36,9817	37,7936
94	1860	615,00	103,0	38,6091	36,9898	25,8	38,6091	36,9898	37,7995
95	1880	620,00	103,0	38,6055	36,9858	25,8	38,6055	36,9858	37,7957
96	1900	625,00	103,0	38,6128	36,9898	25,8	38,6128	36,9898	37,8013
97	1920	630,00	103,0	38,6164	36,9858	25,8	38,6164	36,9858	37,8011
98	1940	635,00	103,0	38,6091	36,9898	25,8	38,6091	36,9898	37,7995
99	1960	640,00	103,0	38,6055	36,9858	25,8	38,6055	36,9858	37,7957
100	1980	645,00	103,0	38,6164	36,9817	25,8	38,6164	36,9817	37,7991
101	2000	650,00	103,0	38,6201	36,9939	25,8	38,6201	36,9939	37,8070
102	2020	655,00	103,0	38,6164	36,9898	25,8	38,6164	36,9898	37,8031
103	2040	660,00	103,0	38,6201	36,9898	25,8	38,6201	36,9898	37,8050

10 4	2060	665,00	103,0	38,6128	36,9898	25,8	38,6128	36,9898	37,8013
10 5	2080	670,00	103,0	38,6201	36,9817	25,8	38,6201	36,9817	37,8009
10 6	2100	675,00	103,0	38,6238	36,9858	25,8	38,6238	36,9858	37,8048
10 7	2120	680,00	103,0	38,6201	36,9858	25,8	38,6201	36,9858	37,8030
10 8	2140	685,00	103,0	38,6164	36,9858	25,8	38,6164	36,9858	37,8011
10 9	2160	690,00	103,0	38,6238	36,9858	25,8	38,6238	36,9858	37,8048
11 0	2180	695,00	103,0	38,6164	36,9858	25,8	38,6164	36,9858	37,8011
11 1	2200	700,00	103,0	38,6201	36,9898	25,8	38,6201	36,9898	37,8050
11 2	2220	705,00	103,0	38,6274	36,9858	25,8	38,6274	36,9858	37,8066
11 3	2240	710,00	103,0	38,6201	36,9898	25,8	38,6201	36,9898	37,8050
11 4	2260	715,00	103,0	38,6238	36,9858	25,8	38,6238	36,9858	37,8048
11 5	2280	720,00	103,0	38,6238	36,9817	25,8	38,6238	36,9817	37,8028
11 6	2300	725,00	103,0	38,6311	36,9898	25,8	38,6311	36,9898	37,8105
11 7	2320	730,00	103,0	38,6311	36,9817	25,8	38,6311	36,9817	37,8064
11 8	2340	735,00	103,0	38,6238	36,9898	25,8	38,6238	36,9898	37,8068
11 9	2360	740,00	103,0	38,6238	36,9898	25,8	38,6238	36,9898	37,8068
12 0	2380	745,00	103,0	38,6238	36,9858	25,8	38,6238	36,9858	37,8048
12 1	2400	750,00	103,0	38,6274	36,9858	25,8	38,6274	36,9858	37,8066
12 2	2420	755,00	103,0	38,6311	36,9898	25,8	38,6311	36,9898	37,8105
12 3	2440	760,00	103,0	38,6274	36,9898	25,8	38,6274	36,9898	37,8086
12 4	2460	765,00	103,0	38,6311	36,9939	25,8	38,6311	36,9939	37,8125
12 5	2480	770,00	103,0	38,6274	36,9817	25,8	38,6274	36,9817	37,8046
12 6	2500	775,00	103,0	38,6311	36,9898	25,8	38,6311	36,9898	37,8105
12 7	2520	780,00	103,0	38,6311	36,9939	25,8	38,6311	36,9939	37,8125
12 8	2540	785,00	103,0	38,6274	36,9979	25,8	38,6274	36,9979	37,8127
12 9	2560	790,00	103,0	38,6274	36,9898	25,8	38,6274	36,9898	37,8086
13 0	2580	795,00	103,0	38,6347	36,9939	25,8	38,6347	36,9939	37,8143

13	2600	800,00	103,0	38,6311	36,9898	25,8	38,6311	36,9898	37,8105
----	------	--------	-------	---------	---------	------	---------	---------	---------

SERIE 5 PROBETA 1	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	130mm
LONGITUD CONECTOR	50mm

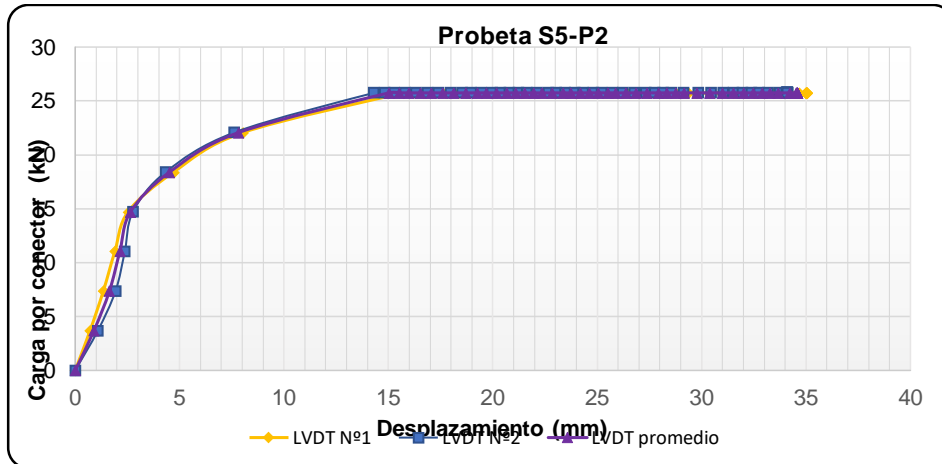


ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)

1	0	0,20	0,0	0,0000	0,0000	0,0	0,00000	0,00000	0,00000
2	20	12,5	14,7	0,7101	1,0812	3,7	0,71010	1,08120	0,89565
3	40	33,0	29,4	1,3469	1,9315	7,4	1,34690	1,93150	1,63920
4	60	45,5	44,1	1,8997	2,3769	11,0	1,89970	2,37690	2,13830
5	80	56,0	58,9	2,5329	2,7656	14,7	2,53290	2,76560	2,64925
6	100	82,5	73,6	4,7071	4,3286	18,4	4,70710	4,32860	4,51785
7	120	123,0	88,3	8,0380	7,6166	22,1	8,03800	7,61660	7,82730
8	140	203,0	103,0	15,7320	14,3100	25,8	15,73200	14,31000	15,02100
9	160	208,0	103,0	16,1969	14,8243	25,8	16,19690	14,82430	15,51060
10	180	213,0	103,0	16,6691	15,2818	25,8	16,66910	15,28180	15,97545
11	200	218,0	103,0	17,2181	15,8123	25,8	17,21810	15,81230	16,51520
12	220	223,0	103,0	17,7598	16,3184	25,8	17,75980	16,31840	17,03910
13	240	228,0	103,0	18,3528	16,8610	25,8	18,35280	16,86100	17,60690
14	260	233,0	103,0	18,8616	17,3874	25,8	18,86160	17,38740	18,12450
15	280	238,0	103,0	19,4546	17,9665	25,8	19,45460	17,96650	18,71055
16	300	243,0	103,0	19,9560	18,5212	25,8	19,95600	18,52120	19,23860
17	320	248,0	103,0	20,3843	18,9545	25,8	20,38430	18,95450	19,66940
18	340	253,0	103,0	20,8894	19,4566	25,8	20,88940	19,45660	20,17300
19	360	258,0	103,0	21,3762	19,9587	25,8	21,37620	19,95870	20,66745
20	380	263,0	103,0	21,8045	20,3596	25,8	21,80450	20,35960	21,08205
21	400	268,0	103,0	22,2474	20,8009	25,8	22,24740	20,80090	21,52415
22	420	273,0	103,0	22,6610	21,2180	25,8	22,66100	21,21800	21,93950
23	440	278,0	103,0	23,0673	21,6432	25,8	23,06730	21,64320	22,35525
24	460	283,0	103,0	23,5431	22,1331	25,8	23,54310	22,13310	22,83810
25	480	288,0	103,0	24,0556	22,6676	25,8	24,05560	22,66760	23,36160
26	500	293,0	103,0	24,4289	23,0483	25,8	24,42890	23,04830	23,73860
27	520	298,0	103,0	24,8682	23,4775	25,8	24,86820	23,47750	24,17285
28	540	303,0	103,0	25,2964	23,9148	25,8	25,29640	23,91480	24,60560
29	560	308,0	103,0	25,7503	24,3400	25,8	25,75030	24,34000	25,04515
30	580	313,0	103,0	26,2005	24,8097	25,8	26,20050	24,80970	25,50510
31	600	318,0	103,0	26,5483	25,2146	25,8	26,54830	25,21460	25,88145
32	620	323,0	103,0	27,0204	25,7208	25,8	27,02040	25,72080	26,37060
33	640	328,0	103,0	27,4816	26,2310	25,8	27,48160	26,23100	26,85630
34	660	333,0	103,0	27,9904	26,7776	25,8	27,99040	26,77760	27,38400
35	680	338,0	103,0	28,5139	27,3405	25,8	28,51390	27,34050	27,92720
36	700	343,0	103,0	28,9238	27,7454	25,8	28,92380	27,74540	28,33460
37	720	348,0	103,0	29,3557	28,1706	25,8	29,35570	28,17060	28,76315
38	740	353,0	103,0	29,7694	28,5633	25,8	29,76940	28,56330	29,16635
39	760	358,0	103,0	30,3550	29,1505	25,8	30,35500	29,15050	29,75275
40	780	363,0	103,0	30,9407	29,8388	25,8	30,94070	29,83880	30,38975
41	800	368,0	103,0	31,5080	30,4665	25,8	31,50800	30,46650	30,98725
42	820	373,0	103,0	32,0278	31,0293	25,8	32,02780	31,02930	31,52855
43	840	378,0	103,0	32,5219	31,5193	25,8	32,52190	31,51930	32,02060
44	860	383,0	103,0	32,9575	31,9687	25,8	32,95750	31,96870	32,46310

45	880	388,0	103,0	33,4077	32,3980	25,8	33,40770	32,39800	32,90285
46	900	393,0	103,0	33,7628	32,7664	25,8	33,76280	32,76640	33,26460
47	920	398,0	103,0	34,1691	33,1835	25,8	34,16910	33,18350	33,67630
48	940	403,0	103,0	34,6705	33,7383	25,8	34,67050	33,73830	34,20440
49	960	408,0	103,0	34,9780	34,0622	25,8	34,97800	34,06220	34,52010
50	980	413,0	103,0	35,0036	34,0865	25,8	35,00360	34,08650	34,54505
51	1000	418,0	103,0	35,0109	34,1067	25,8	35,01090	34,10670	34,55880
52	1020	423,0	103,0	35,0183	34,1027	25,8	35,01830	34,10270	34,56050
53	1040	428,0	103,0	35,0183	34,1027	25,8	35,01830	34,10270	34,56050
54	1060	433,0	103,0	35,0219	34,1148	25,8	35,02190	34,11480	34,56835
55	1080	438,0	103,0	35,0292	34,1108	25,8	35,02920	34,11080	34,57000
56	1100	443,0	103,0	35,0256	34,1067	25,8	35,02560	34,10670	34,56615
57	1120	448,0	103,0	35,0329	34,1189	25,8	35,03290	34,11890	34,57590
58	1140	453,0	103,0	35,0329	34,1189	25,8	35,03290	34,11890	34,57590
59	1160	458,0	103,0	35,0292	34,1148	25,8	35,02920	34,11480	34,57200
60	1180	463,0	103,0	35,0292	34,1108	25,8	35,02920	34,11080	34,57000
61	1200	468,0	103,0	35,0329	34,1148	25,8	35,03290	34,11480	34,57385

SERIE 5 PROBETA 2	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	130mm
LONGITUD CONECTOR	50mm

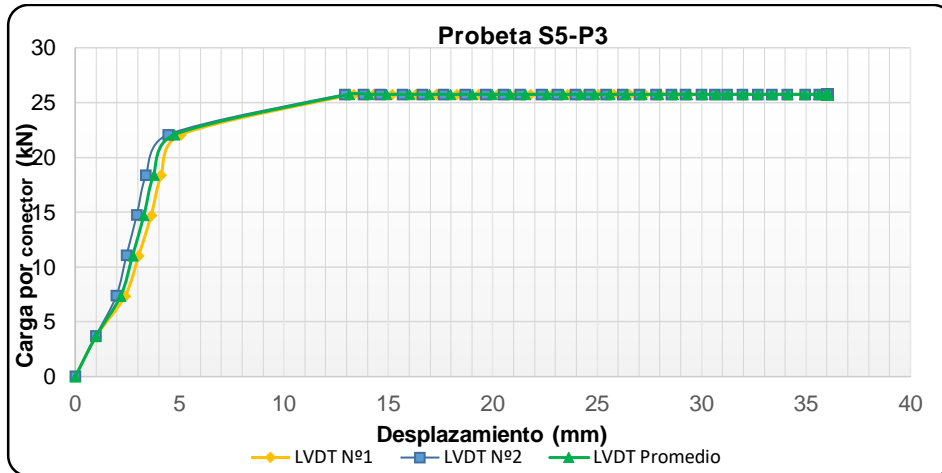


ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,0037	-0,0081	0,0	0,00370	0,00810	0,00590
2	20	10,50	14,7	1,0029	-0,984	3,7	1,00290	0,98400	0,99345
3	40	29,50	29,4	2,3902	-1,9679	7,4	2,39020	1,96790	2,17905
4	60	41,50	44,1	3,0417	-2,4538	11,0	3,04170	2,45380	2,74775
5	80	49,50	58,9	3,6384	-2,9478	14,7	3,63840	2,94780	3,29310
6	100	56,00	73,6	4,1179	-3,3933	18,4	4,11790	3,39330	3,75560
7	120	68,00	88,3	5,0512	-4,4461	22,1	5,05120	4,44610	4,74865
8	140	143,00	103,0	13,3455	-12,9171	25,8	13,34550	12,91710	13,13130
9	160	148,00	103,0	14,2789	-13,812	25,8	14,27890	13,81200	14,04545
10	180	153,00	103,0	15,1611	-14,6097	25,8	15,16110	14,60970	14,88540
11	200	158,00	103,0	16,3067	-15,6868	25,8	16,30670	15,68680	15,99675
12	220	163,00	103,0	17,2987	-16,6181	25,8	17,29870	16,61810	16,95840
13	240	168,00	103,0	18,2833	-17,6466	25,8	18,28330	17,64660	17,96495
14	260	173,00	103,0	19,3009	-18,6913	25,8	19,30090	18,69130	18,99610
15	280	178,00	103,0	20,2343	-19,651	25,8	20,23430	19,65100	19,94265
16	300	183,00	103,0	21,0798	-20,5296	25,8	21,07980	20,52960	20,80470
17	320	188,00	103,0	21,8082	-21,3152	25,8	21,80820	21,31520	21,56170
18	340	193,00	103,0	22,8514	-22,3356	25,8	22,85140	22,33560	22,59350
19	360	198,00	103,0	23,5835	-23,1131	25,8	23,58350	23,11310	23,34830

20	380	203,00	103,0	24,3960	-23,9715	25,8	24,39600	23,97150	24,18375
21	400	208,00	103,0	25,0549	-24,6437	25,8	25,05490	24,64370	24,84930
22	420	213,00	103,0	25,7906	-25,4171	25,8	25,79060	25,41710	25,60385
23	440	218,00	103,0	26,5410	-26,2188	25,8	26,54100	26,21880	26,37990
24	460	223,00	103,0	27,2804	-27,0084	25,8	27,28040	27,00840	27,14440
25	480	228,00	103,0	28,0198	-27,8223	25,8	28,01980	27,82230	27,92105
26	500	233,00	103,0	28,7262	-28,5512	25,8	28,72620	28,55120	28,63870
27	520	238,00	103,0	29,3814	-29,2355	25,8	29,38140	29,23550	29,30845
28	540	243,00	103,0	30,0769	-29,9846	25,8	30,07690	29,98460	30,03075
29	560	248,00	103,0	30,7064	-30,6487	25,8	30,70640	30,64870	30,67755
30	580	253,00	103,0	31,2665	-31,2196	25,8	31,26650	31,21960	31,24305
31	600	258,00	103,0	31,9656	-31,9566	25,8	31,96560	31,95660	31,96110
32	620	263,00	103,0	32,6867	-32,7017	25,8	32,68670	32,70170	32,69420
33	640	268,00	103,0	33,3492	-33,3698	25,8	33,34920	33,36980	33,35950
34	660	273,00	103,0	34,0959	-34,1189	25,8	34,09590	34,11890	34,10740
35	680	278,00	103,0	34,8939	-34,9652	25,8	34,89390	34,96520	34,92955
36	700	283,00	103,0	35,5417	-35,6374	25,8	35,54170	35,63740	35,58955
37	720	288,00	103,0	35,9004	-35,9815	25,8	35,90040	35,98150	35,94095
38	740	293,00	103,0	35,9261	-36,0018	25,8	35,92610	36,00180	35,96395
39	760	298,00	103,0	35,9297	-36,018	25,8	35,92970	36,01800	35,97385
40	780	303,00	103,0	35,9444	-36,018	25,8	35,94440	36,01800	35,98120
41	800	308,00	103,0	35,9480	-36,022	25,8	35,94800	36,02200	35,98500
42	820	313,00	103,0	35,9517	-36,0261	25,8	35,95170	36,02610	35,98890
43	840	318,00	103,0	35,9590	-36,0261	25,8	35,95900	36,02610	35,99255
44	860	323,00	103,0	35,9553	-36,022	25,8	35,95530	36,02200	35,98865
45	880	328,00	103,0	35,9883	-36,022	25,8	35,98830	36,02200	36,00515
46	900	333,00	103,0	35,9883	-36,0301	25,8	35,98830	36,03010	36,00920
47	920	338,00	103,0	35,9846	-36,0301	25,8	35,98460	36,03010	36,00735
48	940	343,00	103,0	35,9846	-36,022	25,8	35,98460	36,02200	36,00330
49	960	348,00	103,0	35,9810	-36,0301	25,8	35,98100	36,03010	36,00555
50	980	353,00	103,0	35,9810	-36,0301	25,8	35,98100	36,03010	36,00555
51	1000	358,00	103,0	35,9810	-36,022	25,8	35,98100	36,02200	36,00150
52	1020	363,00	103,0	35,9883	-36,0261	25,8	35,98830	36,02610	36,00720
53	1040	368,00	103,0	35,9883	-36,0342	25,8	35,98830	36,03420	36,01125
54	1060	373,00	103,0	35,9883	-36,0342	25,8	35,98830	36,03420	36,01125
55	1080	378,00	103,0	35,9846	-36,0301	25,8	35,98460	36,03010	36,00735
56	1100	383,00	103,0	35,9846	-36,0301	25,8	35,98460	36,03010	36,00735
57	1120	388,00	103,0	35,9883	-36,0301	25,8	35,98830	36,03010	36,00920
58	1140	393,00	103,0	35,9883	-36,0342	25,8	35,98830	36,03420	36,01125
59	1160	398,00	103,0	35,9919	-36,0261	25,8	35,99190	36,02610	36,00900
60	1180	403,00	103,0	35,9919	-36,0301	25,8	35,99190	36,03010	36,01100
61	1200	408,00	103,0	35,9810	-36,0261	25,8	35,98100	36,02610	36,00355
62	1220	413,00	103,0	35,9846	-36,0342	25,8	35,98460	36,03420	36,00940
63	1240	418,00	103,0	35,9810	-36,0342	25,8	35,98100	36,03420	36,00760

64	1260	423,00	103,0	35,9846	-36,0261	25,8	35,98460	36,02610	36,00535
65	1280	428,00	103,0	35,9846	-36,0301	25,8	35,98460	36,03010	36,00735
66	1300	433,00	103,0	35,9846	-36,0261	25,8	35,98460	36,02610	36,00535
67	1320	438,00	103,0	35,9846	-36,022	25,8	35,98460	36,02200	36,00330
68	1340	443,00	103,0	35,9810	-36,0342	25,8	35,98100	36,03420	36,00760
69	1360	448,00	103,0	35,9883	-36,0301	25,8	35,98830	36,03010	36,00920
70	1380	453,00	103,0	35,9846	-36,0342	25,8	35,98460	36,03420	36,00940
71	1400	458,00	103,0	35,9810	-36,0342	25,8	35,98100	36,03420	36,00760
72	1420	463,00	103,0	35,9883	-36,0301	25,8	35,98830	36,03010	36,00920
73	1440	468,00	103,0	35,9846	-36,0301	25,8	35,98460	36,03010	36,00735
74	1460	473,00	103,0	35,9846	-36,0261	25,8	35,98460	36,02610	36,00535
75	1480	478,00	103,0	35,9919	-36,0342	25,8	35,99190	36,03420	36,01305
76	1500	483,00	103,0	35,9883	-36,0301	25,8	35,98830	36,03010	36,00920
77	1520	488,00	103,0	35,9919	-36,0342	25,8	35,99190	36,03420	36,01305
78	1540	493,00	103,0	35,9919	-36,0342	25,8	35,99190	36,03420	36,01305
79	1560	498,00	103,0	35,9919	-36,0301	25,8	35,99190	36,03010	36,01100
80	1580	503,00	103,0	35,9883	-36,0261	25,8	35,98830	36,02610	36,00720
81	1600	508,00	103,0	35,9956	-36,0261	25,8	35,99560	36,02610	36,01085
82	1620	513,00	103,0	35,9919	-36,0301	25,8	35,99190	36,03010	36,01100
83	1640	518,00	103,0	35,9919	-36,0301	25,8	35,99190	36,03010	36,01100
84	1660	523,00	103,0	35,9919	-36,0261	25,8	35,99190	36,02610	36,00900
85	1680	528,00	103,0	35,9956	-36,0301	25,8	35,99560	36,03010	36,01285
86	1700	533,00	103,0	35,9883	-36,018	25,8	35,98830	36,01800	36,00315

SERIE 5 PROBETA 3	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	130mm
LONGITUD CONECTOR	50mm

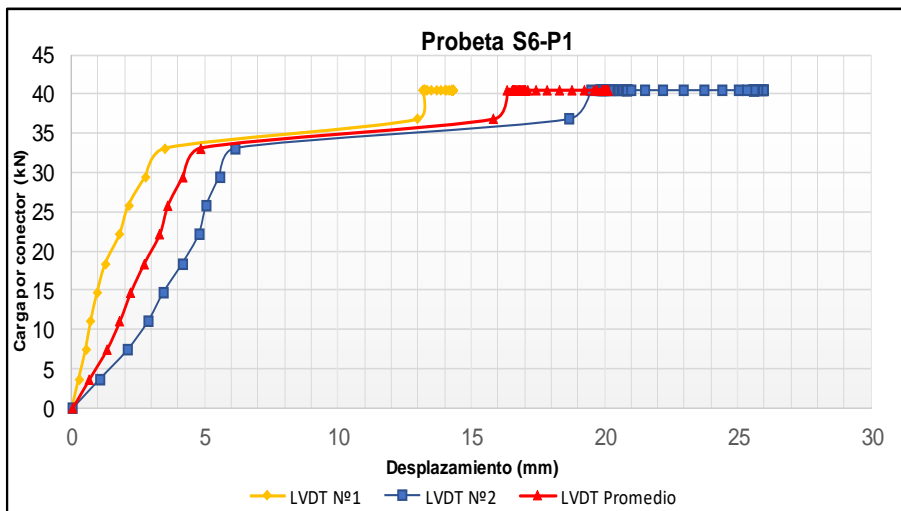


ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,0403	-0,0769	0,0	0,0403	0,0769	0,0586
2	20	31,00	14,7	0,2892	-1,0852	3,7	0,2892	1,0852	0,6872
3	40	45,00	29,4	0,5454	-2,1097	7,4	0,5454	2,1097	1,3276
4	60	53,50	44,1	0,7394	-2,8952	11,0	0,7394	2,8952	1,8173
5	80	59,50	58,9	0,9846	-3,4702	14,7	0,9846	3,4702	2,2274
6	100	67,00	73,6	1,2884	-4,1748	18,4	1,2884	4,1748	2,7316
7	120	73,00	88,3	1,8192	-4,7902	22,1	1,8192	4,7902	3,3047
8	140	76,50	103,0	2,1486	-5,0737	25,8	2,1486	5,0737	3,6112
9	160	81,00	117,7	2,7818	-5,5677	29,4	2,7818	5,5677	4,1748
10	180	86,50	132,4	3,5432	-6,1670	33,1	3,5432	6,1670	4,8551
11	200	174,00	147,2	13,0015	-18,6629	36,8	13,0015	18,6629	15,8322
12	220	179,00	161,9	13,2028	-19,5052	40,5	13,2028	19,5052	16,3540
13	240	184,00	161,9	13,2650	-19,8210	40,5	13,2650	19,8210	16,5430
14	260	189,00	161,9	13,2613	-19,8494	40,5	13,2613	19,8494	16,5554
15	280	194,00	161,9	13,2577	-19,8696	40,5	13,2577	19,8696	16,5637
16	300	199,00	161,9	13,2613	-19,8777	40,5	13,2613	19,8777	16,5695

17	320	204,00	161,9	13,2650	-19,9020	40,5	13,2650	19,9020	16,5835
18	340	209,00	161,9	13,2577	-19,9142	40,5	13,2577	19,9142	16,5860
19	360	214,00	161,9	13,2687	-19,9304	40,5	13,2687	19,9304	16,5996
20	380	219,00	161,9	13,2613	-19,9546	40,5	13,2613	19,9546	16,6080
21	400	224,00	161,9	13,2577	-19,9870	40,5	13,2577	19,9870	16,6224
22	420	229,00	161,9	13,2577	-20,0113	40,5	13,2577	20,0113	16,6345
23	440	234,00	161,9	13,2540	-20,0721	40,5	13,2540	20,0721	16,6631
24	460	239,00	161,9	13,2540	-20,2098	40,5	13,2540	20,2098	16,7319
25	480	244,00	161,9	13,2504	-20,2421	40,5	13,2504	20,2421	16,7463
26	500	249,00	161,9	13,2430	-20,2867	40,5	13,2430	20,2867	16,7649
27	520	254,00	161,9	13,2394	-20,3434	40,5	13,2394	20,3434	16,7914
28	540	259,00	161,9	13,2321	-20,4689	40,5	13,2321	20,4689	16,8505
29	560	264,00	161,9	13,2247	-20,5580	40,5	13,2247	20,5580	16,8914
30	580	269,00	161,9	13,2138	-20,6309	40,5	13,2138	20,6309	16,9224
31	600	274,00	161,9	13,2174	-20,7119	40,5	13,2174	20,7119	16,9647
32	620	279,00	161,9	13,2394	-20,8090	40,5	13,2394	20,8090	17,0242
33	640	284,00	161,9	13,2357	-20,8536	40,5	13,2357	20,8536	17,0447
34	660	289,00	161,9	13,2357	-20,8495	40,5	13,2357	20,8495	17,0426
35	680	294,00	161,9	13,2394	-20,8495	40,5	13,2394	20,8495	17,0445
36	700	299,00	161,9	13,2357	-20,8495	40,5	13,2357	20,8495	17,0426
37	720	304,00	161,9	13,2357	-20,8455	40,5	13,2357	20,8455	17,0406
38	740	309,00	161,9	13,2430	-20,8495	40,5	13,2430	20,8495	17,0463
39	760	314,00	161,9	13,2357	-20,8495	40,5	13,2357	20,8495	17,0426
40	780	319,00	161,9	13,2357	-20,8495	40,5	13,2357	20,8495	17,0426
41	800	324,00	161,9	13,2394	-20,8536	40,5	13,2394	20,8536	17,0465
42	820	329,00	161,9	13,2394	-20,8495	40,5	13,2394	20,8495	17,0445
43	840	334,00	161,9	13,2833	-21,0196	40,5	13,2833	21,0196	17,1515
44	860	339,00	161,9	13,3748	-21,5298	40,5	13,3748	21,5298	17,4523
45	880	344,00	161,9	13,5286	-22,1979	40,5	13,5286	22,1979	17,8633
46	900	349,00	161,9	13,6896	-22,9875	40,5	13,6896	22,9875	18,3386
47	920	354,00	161,9	13,8543	-23,7447	40,5	13,8543	23,7447	18,7995
48	940	359,00	161,9	14,0081	-24,4453	40,5	14,0081	24,4453	19,2267
49	960	364,00	161,9	14,1728	-25,0324	40,5	14,1728	25,0324	19,6026
50	980	369,00	161,9	14,2789	-25,9030	40,5	14,2789	25,9030	20,0910
51	1000	374,00	161,9	14,2862	-25,9313	40,5	14,2862	25,9313	20,1088
52	1020	379,00	161,9	14,2862	-25,9435	40,5	14,2862	25,9435	20,1149
53	1040	384,00	161,9	14,2972	-25,9556	40,5	14,2972	25,9556	20,1264
54	1060	389,00	161,9	14,2936	-25,9678	40,5	14,2936	25,9678	20,1307
55	1080	394,00	161,9	14,2936	-25,9637	40,5	14,2936	25,9637	20,1287
56	1100	399,00	161,9	14,2936	-25,7937	40,5	14,2936	25,7937	20,0437
57	1120	404,00	161,9	14,3009	-25,5871	40,5	14,3009	25,5871	19,9440
58	1140	409,00	161,9	14,3045	-25,5993	40,5	14,3045	25,5993	19,9519
59	1160	414,00	161,9	14,3009	-25,5952	40,5	14,3009	25,5952	19,9481
60	1180	419,00	161,9	14,3009	-25,5952	40,5	14,3009	25,5952	19,9481

61	1200	424,00	161,9	14,3045	-25,6033	40,5	14,3045	25,6033	19,9539
62	1220	429,00	161,9	14,3009	-25,5993	40,5	14,3009	25,5993	19,9501
63	1240	434,00	161,9	14,3009	-25,5993	40,5	14,3009	25,5993	19,9501
64	1260	439,00	161,9	14,3119	-25,6074	40,5	14,3119	25,6074	19,9597
65	1280	444,00	161,9	14,3045	-25,6033	40,5	14,3045	25,6033	19,9539
66	1300	449,00	161,9	14,3045	-25,6033	40,5	14,3045	25,6033	19,9539
67	1320	454,00	161,9	14,3045	-25,6033	40,5	14,3045	25,6033	19,9539
68	1340	459,00	161,9	14,3119	-25,6155	40,5	14,3119	25,6155	19,9637
69	1360	464,00	161,9	14,3082	-25,6074	40,5	14,3082	25,6074	19,9578
70	1380	469,00	161,9	14,3119	-25,6114	40,5	14,3119	25,6114	19,9617
71	1400	474,00	161,9	14,3082	-25,6114	40,5	14,3082	25,6114	19,9598
72	1420	479,00	161,9	14,3119	-25,6114	40,5	14,3119	25,6114	19,9617
73	1440	484,00	161,9	14,3119	-25,6155	40,5	14,3119	25,6155	19,9637
74	1460	489,00	161,9	14,3082	-25,6155	40,5	14,3082	25,6155	19,9619
75	1480	494,00	161,9	14,3119	-25,6114	40,5	14,3119	25,6114	19,9617
76	1500	499,00	161,9	14,3119	-25,6195	40,5	14,3119	25,6195	19,9657
77	1520	504,00	161,9	14,3045	-25,6155	40,5	14,3045	25,6155	19,9600
78	1540	509,00	161,9	14,3119	-25,6195	40,5	14,3119	25,6195	19,9657
79	1560	514,00	161,9	14,0849	-25,3320	40,5	14,0849	25,3320	19,7085

SERIE 6 PROBETA 1	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	130mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm



Ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,0549	-0,0648	0,0	0,05490	0,06480	0,05985
2	20	11,5	14,7	1,0176	-0,9394	3,7	1,01760	0,93940	0,97850
3	40	22,0	29,4	1,8741	-1,7250	7,4	1,87410	1,72500	1,79955
4	60	29,0	44,1	2,4597	-2,2433	11,0	2,45970	2,24330	2,35150
5	80	34,0	58,9	2,8514	-2,5632	14,7	2,85140	2,56320	2,70730
6	100	38,0	73,6	3,0527	-2,7494	18,4	3,05270	2,74940	2,90105
7	120	42,5	88,3	3,2796	-2,9438	22,1	3,27960	2,94380	3,11170
8	140	46,5	103,0	3,5102	-3,1382	25,8	3,51020	3,13820	3,32420
9	160	52,0	117,7	3,8836	-3,4014	29,4	3,88360	3,40140	3,64250
10	180	59,0	132,4	4,4107	-3,7536	33,1	4,41070	3,75360	4,08215
11	200	69,5	147,2	5,2709	-4,4501	36,8	5,27090	4,45010	4,86050
12	220	74,0	161,9	5,7943	-4,8753	40,5	5,79430	4,87530	5,33480
13	240	79,0	161,9	6,4202	-5,3369	40,5	6,42020	5,33690	5,87855
14	260	84,0	161,9	7,0351	-5,8026	40,5	7,03510	5,80260	6,41885
15	280	89,0	161,9	7,5952	-6,2399	40,5	7,59520	6,23990	6,91755
16	300	94,0	161,9	8,3821	-6,8311	40,5	8,38210	6,83110	7,60660
17	320	99,0	161,9	9,0666	-7,4344	40,5	9,06660	7,43440	8,25050

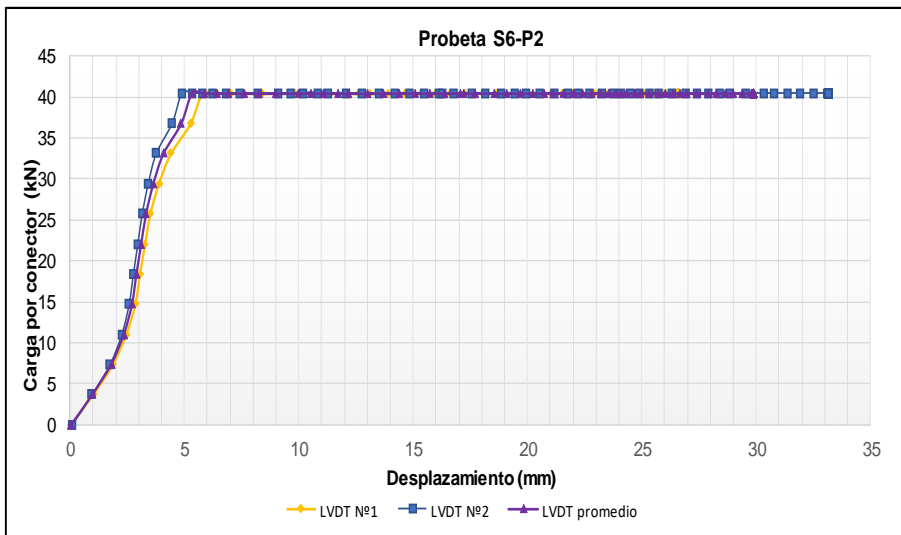
18	340	104,0	161,9	9,8316	-8,1876	40,5	9,83160	8,18760	9,00960
19	360	109,0	161,9	10,8529	-9,0824	40,5	10,85290	9,08240	9,96765
20	380	114,0	161,9	11,3873	-9,6372	40,5	11,38730	9,63720	10,51225
21	400	119,0	161,9	11,9876	-10,2000	40,5	11,98760	10,20000	11,09380
22	420	124,0	161,9	12,6098	-10,8196	40,5	12,60980	10,81960	11,71470
23	440	129,0	161,9	13,0857	-11,2771	40,5	13,08570	11,27710	12,18140
24	460	134,0	161,9	13,9239	-12,0870	40,5	13,92390	12,08700	13,00545
25	480	139,0	161,9	14,6449	-12,7834	40,5	14,64490	12,78340	13,71415
26	500	144,0	161,9	15,3367	-13,4880	40,5	15,33670	13,48800	14,41235
27	520	149,0	161,9	15,9700	-14,1845	40,5	15,97000	14,18450	15,07725
28	540	154,0	161,9	16,6435	-14,8486	40,5	16,64350	14,84860	15,74605
29	560	159,0	161,9	17,2877	-15,4924	40,5	17,28770	15,49240	16,39005
30	580	164,0	161,9	18,0527	-16,1200	40,5	18,05270	16,12000	17,08635
31	600	169,0	161,9	18,2064	-16,2536	40,5	18,20640	16,25360	17,23000
32	620	174,0	161,9	18,6493	-16,7477	40,5	18,64930	16,74770	17,69850
33	640	179,0	161,9	19,5461	-17,5575	40,5	19,54610	17,55750	18,55180
34	660	184,0	161,9	20,0439	-18,1770	40,5	20,04390	18,17700	19,11045
35	680	189,0	161,9	20,5381	-18,8533	40,5	20,53810	18,85330	19,69570
36	700	194,0	161,9	21,0395	-19,4323	40,5	21,03950	19,43230	20,23590
37	720	199,0	161,9	21,5117	-19,9344	40,5	21,51170	19,93440	20,72305
38	740	204,0	161,9	21,7496	-20,5418	40,5	21,74960	20,54180	21,14570
39	760	209,0	161,9	21,9729	-21,1856	40,5	21,97290	21,18560	21,57925
40	780	214,0	161,9	22,2255	-21,7890	40,5	22,22550	21,78900	22,00725
41	800	219,0	161,9	22,6208	-22,2182	40,5	22,62080	22,21820	22,41950
42	820	224,0	161,9	22,9136	-22,7081	40,5	22,91360	22,70810	22,81085
43	840	229,0	161,9	23,1223	-23,2629	40,5	23,12230	23,26290	23,19260
44	860	234,0	161,9	23,4004	-23,7488	40,5	23,40040	23,74880	23,57460
45	880	239,0	161,9	23,5432	-24,1173	40,5	23,54320	24,11730	23,83025
46	900	244,0	161,9	23,6933	-24,4776	40,5	23,69330	24,47760	24,08545
47	920	249,0	161,9	23,8580	-24,8745	40,5	23,85800	24,87450	24,36625
48	940	254,0	161,9	24,0117	-25,3280	40,5	24,01170	25,32800	24,66985
49	960	259,0	161,9	24,1471	-25,7491	40,5	24,14710	25,74910	24,94810
50	980	264,0	161,9	24,3338	-26,3201	40,5	24,33380	26,32010	25,32695
51	1000	269,0	161,9	24,5132	-26,9153	40,5	24,51320	26,91530	25,71425
52	1020	274,0	161,9	24,6523	-27,4012	40,5	24,65230	27,40120	26,02675
53	1040	279,0	161,9	24,8097	-27,9195	40,5	24,80970	27,91950	26,36460
54	1060	284,0	161,9	24,9378	-28,4176	40,5	24,93780	28,41760	26,67770
55	1080	289,0	161,9	25,0659	-28,8589	40,5	25,06590	28,85890	26,96240
56	1100	294,0	161,9	25,3111	-29,5432	40,5	25,31110	29,54320	27,42715
57	1120	299,0	161,9	25,5454	-30,3247	40,5	25,54540	30,32470	27,93505
58	1140	304,0	161,9	25,7138	-30,7783	40,5	25,71380	30,77830	28,24605
59	1160	309,0	161,9	25,9114	-31,3735	40,5	25,91140	31,37350	28,64245
60	1180	314,0	161,9	26,1054	-31,9404	40,5	26,10540	31,94040	29,02290
61	1200	319,0	161,9	26,3214	-32,5194	40,5	26,32140	32,51940	29,42040

62	1220	324,0	161,9	26,5337	-33,0904	40,5	26,53370	33,09040	29,81205
63	1240	329,0	161,9	26,5593	-33,1390	40,5	26,55930	33,13900	29,84915
64	1260	334,0	161,9	26,5666	-33,1552	40,5	26,56660	33,15520	29,86090
65	1280	339,0	161,9	26,5666	-33,1592	40,5	26,56660	33,15920	29,86290
66	1300	344,0	161,9	26,5703	-33,1592	40,5	26,57030	33,15920	29,86475
67	1320	349,0	161,9	26,5776	-33,1633	40,5	26,57760	33,16330	29,87045
68	1340	354,0	161,9	26,5776	-33,1592	40,5	26,57760	33,15920	29,86840
69	1360	359,0	161,9	26,5849	-33,1673	40,5	26,58490	33,16730	29,87610
70	1380	364,0	161,9	26,5813	-33,1673	40,5	26,58130	33,16730	29,87430
71	1400	369,0	161,9	26,5813	-33,1633	40,5	26,58130	33,16330	29,87230
72	1420	374,0	161,9	26,5849	-33,1673	40,5	26,58490	33,16730	29,87610
73	1440	379,0	161,9	26,5813	-33,1673	40,5	26,58130	33,16730	29,87430
74	1460	384,0	161,9	26,5886	-33,1673	40,5	26,58860	33,16730	29,87795
75	1480	389,0	161,9	26,5776	-33,1673	40,5	26,57760	33,16730	29,87245
76	1500	394,0	161,9	26,5886	-33,1673	40,5	26,58860	33,16730	29,87795
77	1520	399,0	161,9	26,5849	-33,1673	40,5	26,58490	33,16730	29,87610
78	1540	404,0	161,9	26,5886	-33,1633	40,5	26,58860	33,16330	29,87595
79	1560	409,0	161,9	26,5959	-33,1633	40,5	26,59590	33,16330	29,87960
80	1580	414,0	161,9	26,5922	-33,1592	40,5	26,59220	33,15920	29,87570
81	1600	419,0	161,9	26,5886	-33,1633	40,5	26,58860	33,16330	29,87595
82	1620	424,0	161,9	26,5886	-33,1633	40,5	26,58860	33,16330	29,87595
83	1640	429,0	161,9	26,5959	-33,1673	40,5	26,59590	33,16730	29,88160
84	1660	434,0	161,9	26,5849	-33,1633	40,5	26,58490	33,16330	29,87410
85	1680	439,0	161,9	26,5922	-33,1552	40,5	26,59220	33,15520	29,87370
86	1700	444,0	161,9	26,5922	-33,1633	40,5	26,59220	33,16330	29,87775
87	1720	449,0	161,9	26,5922	-33,1633	40,5	26,59220	33,16330	29,87775
88	1740	454,0	161,9	26,5886	-33,1633	40,5	26,58860	33,16330	29,87595
89	1760	459,0	161,9	26,5959	-33,1592	40,5	26,59590	33,15920	29,87755
90	1780	464,0	161,9	26,5959	-33,1592	40,5	26,59590	33,15920	29,87755
91	1800	469,0	161,9	26,5959	-33,1633	40,5	26,59590	33,16330	29,87960
92	1820	474,0	161,9	26,5996	-33,1592	40,5	26,59960	33,15920	29,87940
93	1840	479,0	161,9	26,5996	-33,1552	40,5	26,59960	33,15520	29,87740
94	1860	484,0	161,9	26,5886	-33,1592	40,5	26,58860	33,15920	29,87390
95	1880	489,0	161,9	26,5996	-33,1592	40,5	26,59960	33,15920	29,87940
96	1900	494,0	161,9	26,5959	-33,1633	40,5	26,59590	33,16330	29,87960
97	1920	499,0	161,9	26,5996	-33,1592	40,5	26,59960	33,15920	29,87940
98	1940	504,0	161,9	26,6032	-33,1592	40,5	26,60320	33,15920	29,88120
99	1960	509,0	161,9	26,5996	-33,1633	40,5	26,59960	33,16330	29,88145
100	1980	514,0	161,9	26,5959	-33,1592	40,5	26,59590	33,15920	29,87755
101	2000	519,0	161,9	26,6032	-33,1633	40,5	26,60320	33,16330	29,88325
102	2020	524,0	161,9	26,5959	-33,1592	40,5	26,59590	33,15920	29,87755

10 3	2040	529,0	161,9	26,5959	-33,1633	40,5	26,59590	33,16330	29,87960
10 4	2060	534,0	161,9	26,6032	-33,1592	40,5	26,60320	33,15920	29,88120
10 5	2080	539,0	161,9	26,5996	-33,1633	40,5	26,59960	33,16330	29,88145
10 6	2100	544,0	161,9	26,5996	-33,1592	40,5	26,59960	33,15920	29,87940
10 7	2120	549,0	161,9	26,6032	-33,1633	40,5	26,60320	33,16330	29,88325
10 8	2140	554,0	161,9	26,5996	-33,1511	40,5	26,59960	33,15110	29,87535
10 9	2160	559,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
11 0	2180	564,0	161,9	26,5996	-33,1633	40,5	26,59960	33,16330	29,88145
11 1	2200	569,0	161,9	26,6032	-33,1633	40,5	26,60320	33,16330	29,88325
11 2	2220	574,0	161,9	26,6032	-33,1592	40,5	26,60320	33,15920	29,88120
11 3	2240	579,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
11 4	2260	584,0	161,9	26,5996	-33,1592	40,5	26,59960	33,15920	29,87940
11 5	2280	589,0	161,9	26,6032	-33,1592	40,5	26,60320	33,15920	29,88120
11 6	2300	594,0	161,9	26,6032	-33,1592	40,5	26,60320	33,15920	29,88120
11 7	2320	599,0	161,9	26,6069	-33,1552	40,5	26,60690	33,15520	29,88105
11 8	2340	604,0	161,9	26,5996	-33,1592	40,5	26,59960	33,15920	29,87940
11 9	2360	609,0	161,9	26,6069	-33,1511	40,5	26,60690	33,15110	29,87900
12 0	2380	614,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
12 1	2400	619,0	161,9	26,5996	-33,1552	40,5	26,59960	33,15520	29,87740
12 2	2420	624,0	161,9	26,6069	-33,1552	40,5	26,60690	33,15520	29,88105
12 3	2440	629,0	161,9	26,6032	-33,1552	40,5	26,60320	33,15520	29,87920
12 4	2460	634,0	161,9	26,6032	-33,1592	40,5	26,60320	33,15920	29,88120
12 5	2480	639,0	161,9	26,6032	-33,1633	40,5	26,60320	33,16330	29,88325
12 6	2500	644,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
12 7	2520	649,0	161,9	26,6032	-33,1511	40,5	26,60320	33,15110	29,87715
12 8	2540	654,0	161,9	26,6032	-33,1552	40,5	26,60320	33,15520	29,87920
12 9	2560	659,0	161,9	26,6032	-33,1592	40,5	26,60320	33,15920	29,88120

13 0	2580	664,0	161,9	26,6032	-33,1552	40,5	26,60320	33,15520	29,87920
13 1	2600	669,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
13 2	2620	674,0	161,9	26,6105	-33,1592	40,5	26,61050	33,15920	29,88485
13 3	2640	679,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
13 4	2660	684,0	161,9	26,6032	-33,1592	40,5	26,60320	33,15920	29,88120
13 5	2680	689,0	161,9	26,6105	-33,1673	40,5	26,61050	33,16730	29,88890
13 6	2700	694,0	161,9	26,6142	-33,1592	40,5	26,61420	33,15920	29,88670
13 7	2720	699,0	161,9	26,6032	-33,1552	40,5	26,60320	33,15520	29,87920
13 8	2740	704,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
13 9	2760	709,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
14 0	2780	714,0	161,9	26,6105	-33,1592	40,5	26,61050	33,15920	29,88485
14 1	2800	719,0	161,9	26,6142	-33,1592	40,5	26,61420	33,15920	29,88670
14 2	2820	724,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
14 3	2840	729,0	161,9	26,6142	-33,1552	40,5	26,61420	33,15520	29,88470
14 4	2860	734,0	161,9	26,6142	-33,1552	40,5	26,61420	33,15520	29,88470
14 5	2880	739,0	161,9	26,6105	-33,1592	40,5	26,61050	33,15920	29,88485
14 6	2900	744,0	161,9	26,6069	-33,1633	40,5	26,60690	33,16330	29,88510
14 7	2920	749,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
14 8	2940	754,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
14 9	2960	759,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
15 0	2980	764,0	161,9	26,6069	-33,1592	40,5	26,60690	33,15920	29,88305
15 1	3000	769,0	161,9	26,6069	-33,1633	40,5	26,60690	33,16330	29,88510
15 2	3020	774,0	161,9	26,6069	-33,1633	40,5	26,60690	33,16330	29,88510
15 3	3040	779,0	161,9	26,6105	-33,1592	40,5	26,61050	33,15920	29,88485
15 4	3060	784,0	161,9	26,6105	-33,1552	40,5	26,61050	33,15520	29,88285

SERIE 6 PROBETA 2	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	130mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm

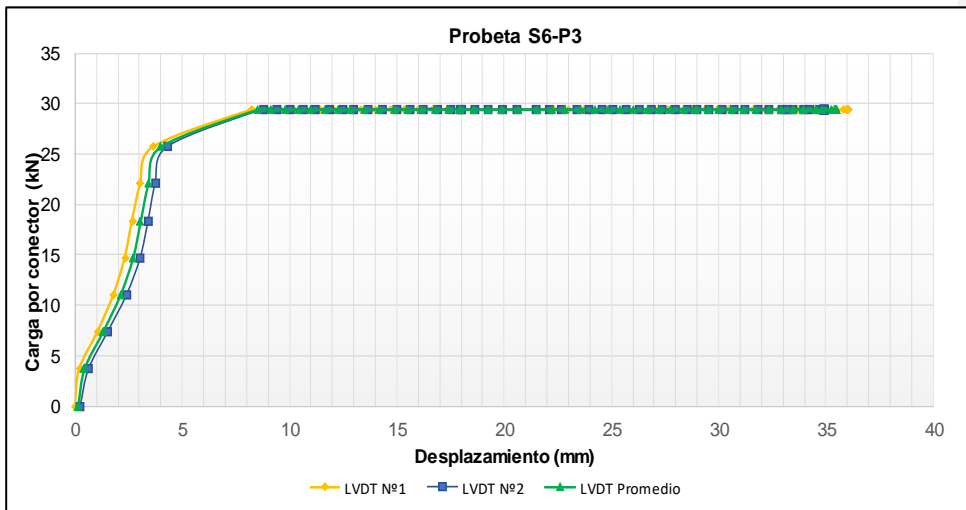


ítem		Carga		Carga vertical	Deformación LVDT	Deformación LVDT	Deformación
------	--	-------	--	----------------	------------------	------------------	-------------

	Unidad es de carga	Tiempo (segund os)	vertic al Total (kN)	Deformac ión LVDT N° 1 (mm)	Deformac ión LVDT N° 2 (mm)	prom edio por conect or (kN)	N° 1 (mm)	N° 2 (mm)	promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,0037	-0,2592	0,0	0,00370	0,25920	0,13145
2	20	12,00	14,7	0,2123	-0,6438	3,7	0,21230	0,64380	0,42805
3	40	27,00	29,4	1,0578	-1,5306	7,4	1,05780	1,53060	1,29420
4	60	42,00	44,1	1,8009	-2,4174	11,0	1,80090	2,41740	2,10915
5	80	52,00	58,9	2,3316	-3,0572	14,7	2,33160	3,05720	2,69440
6	100	61,50	73,6	2,6720	-3,4297	18,4	2,67200	3,42970	3,05085
7	120	70,00	88,3	3,0527	-3,7577	22,1	3,05270	3,75770	3,40520
8	140	80,00	103,0	3,6457	-4,3327	25,8	3,64570	4,33270	3,98920
9	160	124,00	117,7	8,2284	-8,7707	29,4	8,22840	8,77070	8,49955
10	180	129,00	117,7	8,8799	-9,3902	29,4	8,87990	9,39020	9,13505
11	200	134,00	117,7	9,5717	-10,0502	29,4	9,57170	10,05020	9,81095
12	220	139,00	117,7	10,1830	-10,6454	29,4	10,18300	10,64540	10,41420
13	240	144,00	117,7	10,7430	-11,2123	29,4	10,74300	11,21230	10,97765
14	260	149,00	117,7	11,4275	-11,8643	29,4	11,42750	11,86430	11,64590
15	280	154,00	117,7	12,0534	-12,4595	29,4	12,05340	12,45950	12,25645
16	300	159,00	117,7	12,6391	-13,0143	29,4	12,63910	13,01430	12,82670
17	320	164,00	117,7	13,3346	-13,6743	29,4	13,33460	13,67430	13,50445
18	340	169,00	117,7	14,0117	-14,3222	29,4	14,01170	14,32220	14,16695
19	360	174,00	117,7	14,7255	-15,0105	29,4	14,72550	15,01050	14,86800
20	380	179,00	117,7	15,3587	-15,6058	29,4	15,35870	15,60580	15,48225
21	400	184,00	117,7	16,0176	-16,2334	29,4	16,01760	16,23340	16,12550
22	420	189,00	117,7	16,7057	-16,8934	29,4	16,70570	16,89340	16,79955
23	440	194,00	117,7	17,3426	-17,4968	29,4	17,34260	17,49680	17,41970
24	460	199,00	117,7	17,8477	-17,9827	29,4	17,84770	17,98270	17,91520
25	480	204,00	117,7	17,8953	-18,0191	29,4	17,89530	18,01910	17,95720
26	500	209,00	117,7	18,5102	-18,6265	29,4	18,51020	18,62650	18,56835
27	520	214,00	117,7	19,1947	-19,2744	29,4	19,19470	19,27440	19,23455
28	540	219,00	117,7	19,8426	-19,9061	29,4	19,84260	19,90610	19,87435
29	560	224,00	117,7	20,6955	-20,5985	29,4	20,69550	20,59850	20,64700
30	580	229,00	117,7	21,6179	-21,4812	29,4	21,61790	21,48120	21,54955
31	600	234,00	117,7	22,3243	-22,0845	29,4	22,32430	22,08450	22,20440
32	620	239,00	117,7	22,9905	-22,6919	29,4	22,99050	22,69190	22,84120
33	640	244,00	117,7	23,7225	-23,3884	29,4	23,72250	23,38840	23,55545
34	660	249,00	117,7	24,4839	-23,9796	29,4	24,48390	23,97960	24,23175
35	680	254,00	117,7	25,1245	-24,5586	29,4	25,12450	24,55860	24,84155
36	700	259,00	117,7	25,7101	-25,081	29,4	25,71010	25,08100	25,39555
37	720	264,00	117,7	26,3909	-25,7005	29,4	26,39090	25,70050	26,04570
38	740	269,00	117,7	27,0388	-26,3039	29,4	27,03880	26,30390	26,67135
39	760	274,00	117,7	27,6208	-26,8586	29,4	27,62080	26,85860	27,23970
40	780	279,00	117,7	28,1698	-27,3648	29,4	28,16980	27,36480	27,76730

41	800	284,00	117,7	28,8214	-27,9681	29,4	28,82140	27,96810	28,39475
42	820	289,00	117,7	29,3924	-28,5188	29,4	29,39240	28,51880	28,95560
43	840	294,00	117,7	29,9451	-29,0168	29,4	29,94510	29,01680	29,48095
44	860	299,00	117,7	30,4685	-29,527	29,4	30,46850	29,52700	29,99775
45	880	304,00	117,7	31,0908	-30,1506	29,4	31,09080	30,15060	30,62070
46	900	309,00	117,7	31,6471	-30,7013	29,4	31,64710	30,70130	31,17420
47	920	314,00	117,7	32,1962	-31,248	29,4	32,19620	31,24800	31,72210
48	940	319,00	117,7	32,8148	-31,827	29,4	32,81480	31,82700	32,32090
49	960	324,00	117,7	33,3968	-32,3656	29,4	33,39680	32,36560	32,88120
50	980	329,00	117,7	33,9898	-32,9406	29,4	33,98980	32,94060	33,46520
51	1000	334,00	117,7	34,5095	-33,4386	29,4	34,50950	33,43860	33,97405
52	1020	339,00	117,7	35,0586	-33,9731	29,4	35,05860	33,97310	34,51585
53	1040	344,00	117,7	35,3477	-34,2647	29,4	35,34770	34,26470	34,80620
54	1060	349,00	117,7	35,8053	-34,7222	29,4	35,80530	34,72220	35,26375
55	1080	354,00	117,7	35,9810	-34,8801	29,4	35,98100	34,88010	35,43055
56	1100	359,00	117,7	35,9993	-34,8963	29,4	35,99930	34,89630	35,44780
57	1120	364,00	117,7	35,9993	-34,9085	29,4	35,99930	34,90850	35,45390
58	1140	369,00	117,7	36,0102	-34,9206	29,4	36,01020	34,92060	35,46540
59	1160	374,00	117,7	36,0176	-34,9166	29,4	36,01760	34,91660	35,46710
60	1180	379,00	117,7	36,0139	-34,9206	29,4	36,01390	34,92060	35,46725
61	1200	384,00	117,7	36,0176	-34,9206	29,4	36,01760	34,92060	35,46910
62	1220	389,00	117,7	36,0249	-34,9206	29,4	36,02490	34,92060	35,47275
63	1240	394,00	117,7	36,0249	-34,9166	29,4	36,02490	34,91660	35,47075
64	1260	399,00	117,7	36,0286	-34,9287	29,4	36,02860	34,92870	35,47865
65	1280	404,00	117,7	36,0286	-34,9287	29,4	36,02860	34,92870	35,47865
66	1300	409,00	117,7	36,0212	-34,9328	29,4	36,02120	34,93280	35,47700
67	1320	414,00	117,7	36,0286	-34,9247	29,4	36,02860	34,92470	35,47665
68	1340	419,00	117,7	36,0286	-34,9328	29,4	36,02860	34,93280	35,48070
69	1360	424,00	117,7	36,0322	-34,9328	29,4	36,03220	34,93280	35,48250
70	1380	429,00	117,7	36,0322	-34,9328	29,4	36,03220	34,93280	35,48250
71	1400	434,00	117,7	36,0322	-34,9247	29,4	36,03220	34,92470	35,47845
72	1420	439,00	117,7	36,0359	-34,9328	29,4	36,03590	34,93280	35,48435
73	1440	444,00	117,7	33,7372	-33,1835	29,4	33,73720	33,18350	33,46035

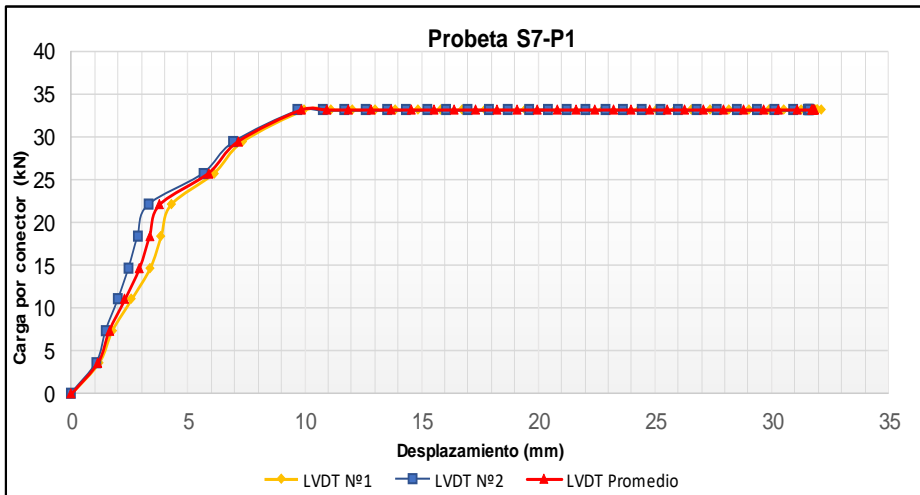
SERIE 6 PROBETA 3	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	130mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm



ítem		Carga		Carga vertical	Deformación LVDT	Deformación LVDT	Deformación

	Unidad es de carga	Tiempo (segund os)	vertic al Total (kN)	Deformac ión LVDT N° 1 (mm)	Deformac ión LVDT N° 2 (mm)	prom edio por conect or (kN)	N° 1 (mm)	N° 2 (mm)	promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,0000	0,0000	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
2	20	5,50	14,7	1,1969	1,0933	3,7	1,1969	1,0933	1,1451
3	40	9,00	29,4	1,7460	1,4820	7,4	1,7460	1,4820	1,6140
4	60	15,50	44,1	2,5805	2,0084	11,0	2,5805	2,0084	2,2945
5	80	21,50	58,9	3,3822	2,4660	14,7	3,3822	2,4660	2,9241
6	100	26,00	73,6	3,8397	2,8466	18,4	3,8397	2,8466	3,3432
7	120	30,00	88,3	4,2643	3,2920	22,1	4,2643	3,2920	3,7782
8	140	45,50	103,0	6,1054	5,6365	25,8	6,1054	5,6365	5,8710
9	160	53,50	117,7	7,3280	6,9444	29,4	7,3280	6,9444	7,1362
10	180	68,00	132,4	9,9817	9,6979	33,1	9,9817	9,6979	9,8398
11	200	73,00	132,4	11,0945	10,7791	33,1	11,0945	10,7791	10,9368
12	220	78,00	132,4	12,0388	11,7104	33,1	12,0388	11,7104	11,8746
13	240	83,00	132,4	13,0051	12,6336	33,1	13,0051	12,6336	12,8194
14	260	88,00	132,4	13,8800	13,5083	33,1	13,8800	13,5083	13,6942
15	280	93,00	132,4	14,8243	14,3505	33,1	14,8243	14,3505	14,5874
16	300	98,00	132,4	15,8273	15,2575	33,1	15,8273	15,2575	15,5424
17	320	103,00	132,4	16,7240	16,0795	33,1	16,7240	16,0795	16,4018
18	340	108,00	132,4	17,6940	16,9663	33,1	17,6940	16,9663	17,3302
19	360	113,00	132,4	18,6091	17,8693	33,1	18,6091	17,8693	18,2392
20	380	118,00	132,4	19,4620	18,7115	33,1	19,4620	18,7115	19,0868
21	400	123,00	132,4	20,3551	19,5902	33,1	20,3551	19,5902	19,9727
22	420	128,00	132,4	21,2043	20,4284	33,1	21,2043	20,4284	20,8164
23	440	133,00	132,4	21,9949	21,2423	33,1	21,9949	21,2423	21,6186
24	460	138,00	132,4	22,8002	22,0481	33,1	22,8002	22,0481	22,4242
25	480	143,00	132,4	23,5835	22,8782	33,1	23,5835	22,8782	23,2309
26	500	148,00	132,4	24,3229	23,6516	33,1	24,3229	23,6516	23,9873
27	520	153,00	132,4	25,0915	24,4250	33,1	25,0915	24,4250	24,7583
28	540	158,00	132,4	25,8565	25,2348	33,1	25,8565	25,2348	25,5457
29	560	163,00	132,4	26,5886	25,9759	33,1	26,5886	25,9759	26,2823
30	580	168,00	132,4	27,3573	26,7817	33,1	27,3573	26,7817	27,0695
31	600	173,00	132,4	28,1882	27,6360	33,1	28,1882	27,6360	27,9121
32	620	178,00	132,4	29,0374	28,5147	33,1	29,0374	28,5147	28,7761
33	640	183,00	132,4	29,8719	29,4015	33,1	29,8719	29,4015	29,6367
34	660	188,00	132,4	30,5271	30,1101	33,1	30,5271	30,1101	30,3186
35	680	193,00	132,4	31,2848	30,9119	33,1	31,2848	30,9119	31,0984
36	700	198,00	132,4	31,8704	31,5314	33,1	31,8704	31,5314	31,7009
37	720	203,00	132,4	31,9144	31,5760	33,1	31,9144	31,5760	31,7452
38	740	208,00	132,4	31,9363	31,5922	33,1	31,9363	31,5922	31,7643
39	760	213,00	132,4	31,9473	31,6002	33,1	31,9473	31,6002	31,7738
40	780	218,00	132,4	32,1377	31,6043	33,1	32,1377	31,6043	31,8710

SERIE 7 PROBETA 1	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	50mm

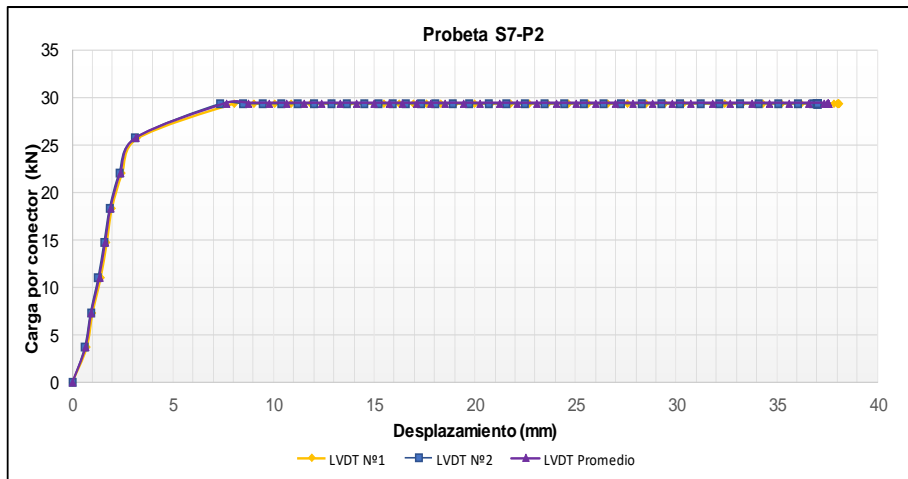


ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N°

			Total (kN)			conect or (kN)			1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,0000	-0,0364	0,0	0,00000	0,03640	0,01820
2	20	5,5	14,7	0,7174	-0,6276	3,7	0,71740	0,62760	0,67250
3	40	11,0	29,4	1,0176	-0,9192	7,4	1,01760	0,91920	0,96840
4	60	17,0	44,1	1,4165	-1,2958	11,0	1,41650	1,29580	1,35615
5	80	23,0	58,9	1,7204	-1,5873	14,7	1,72040	1,58730	1,65385
6	100	28,0	73,6	1,9802	-1,8667	18,4	1,98020	1,86670	1,92345
7	120	34,0	88,3	2,4854	-2,3364	22,1	2,48540	2,33640	2,41090
8	140	42,5	103,0	3,2394	-3,1058	25,8	3,23940	3,10580	3,17260
9	160	71,0	117,7	8,0417	-7,3575	29,4	8,04170	7,35750	7,69960
10	180	76,0	117,7	9,0373	-8,4994	29,4	9,03730	8,49940	8,76835
11	200	81,0	117,7	10,0476	-9,4793	29,4	10,04760	9,47930	9,76345
12	220	86,0	117,7	10,9004	-10,3701	29,4	10,90040	10,37010	10,63525
13	240	91,0	117,7	11,8668	-11,2002	29,4	11,86680	11,20020	11,53350
14	260	96,0	117,7	12,8111	-12,0222	29,4	12,81110	12,02220	12,41665
15	280	101,0	117,7	13,7372	-12,8847	29,4	13,73720	12,88470	13,31095
16	300	106,0	117,7	14,5681	-13,6459	29,4	14,56810	13,64590	14,10700
17	320	111,0	117,7	15,4941	-14,4922	29,4	15,49410	14,49220	14,99315
18	340	116,0	117,7	16,2665	-15,2292	29,4	16,26650	15,22920	15,74785
19	360	121,0	117,7	16,9510	-15,9176	29,4	16,95100	15,91760	16,43430
20	380	126,0	117,7	17,6171	-16,5938	29,4	17,61710	16,59380	17,10545
21	400	131,0	117,7	18,3199	-17,3307	29,4	18,31990	17,33070	17,82530
22	420	136,0	117,7	19,0410	-18,0596	29,4	19,04100	18,05960	18,55030
23	440	141,0	117,7	19,9780	-18,9302	29,4	19,97800	18,93020	19,45410
24	460	146,0	117,7	20,7870	-19,7198	29,4	20,78700	19,71980	20,25340
25	480	151,0	117,7	21,8009	-20,6714	29,4	21,80090	20,67140	21,23615
26	500	156,0	117,7	22,7086	-21,5500	29,4	22,70860	21,55000	22,12930
27	520	161,0	117,7	23,6530	-22,4733	29,4	23,65300	22,47330	23,06315
28	540	166,0	117,7	24,6559	-23,4653	29,4	24,65590	23,46530	24,06060
29	560	171,0	117,7	25,6332	-24,4372	29,4	25,63320	24,43720	25,03520
30	580	176,0	117,7	26,6362	-25,4373	29,4	26,63620	25,43730	26,03675
31	600	181,0	117,7	27,6135	-26,3970	29,4	27,61350	26,39700	27,00525
32	620	186,0	117,7	28,4883	-27,2878	29,4	28,48830	27,28780	27,88805
33	640	191,0	117,7	29,4143	-28,2758	29,4	29,41430	28,27580	28,84505
34	660	196,0	117,7	30,3734	-29,2719	29,4	30,37340	29,27190	29,82265
35	680	201,0	117,7	31,2884	-30,1952	29,4	31,28840	30,19520	30,74180
36	700	206,0	117,7	32,3939	-31,2358	29,4	32,39390	31,23580	31,81485
37	720	211,0	117,7	33,2796	-32,1226	29,4	33,27960	32,12260	32,70110
38	740	216,0	117,7	34,3411	-33,1754	29,4	34,34110	33,17540	33,75825
39	760	221,0	117,7	35,2489	-34,0946	29,4	35,24890	34,09460	34,67175
40	780	226,0	117,7	36,2262	-35,0705	29,4	36,22620	35,07050	35,64835
41	800	231,0	117,7	37,1266	-36,0544	29,4	37,12660	36,05440	36,59050
42	820	236,0	117,7	37,8551	-36,8278	29,4	37,85510	36,82780	37,34145

43	840	241,0	117,7	38,0198	-36,9898	29,4	38,01980	36,98980	37,50480
44	860	246,0	117,7	38,0490	-37,0181	29,4	38,04900	37,01810	37,53355
45	880	251,0	117,7	38,0673	-37,0303	29,4	38,06730	37,03030	37,54880
46	900	256,0	117,7	38,0673	-37,0343	29,4	38,06730	37,03430	37,55080
47	920	261,0	117,7	38,0710	-37,0343	29,4	38,07100	37,03430	37,55265
48	940	266,0	117,7	38,0710	-37,0424	29,4	38,07100	37,04240	37,55670
49	960	271,0	117,7	38,0747	-37,0465	29,4	38,07470	37,04650	37,56060
50	980	276,0	117,7	38,0820	-37,0505	29,4	38,08200	37,05050	37,56625
51	1000	281,0	117,7	38,0820	-37,0505	29,4	38,08200	37,05050	37,56625
52	1020	286,0	117,7	38,0820	-37,0546	29,4	38,08200	37,05460	37,56830
53	1040	291,0	117,7	38,0893	-37,0505	29,4	38,08930	37,05050	37,56990
54	1060	296,0	117,7	38,0930	-37,0505	29,4	38,09300	37,05050	37,57175

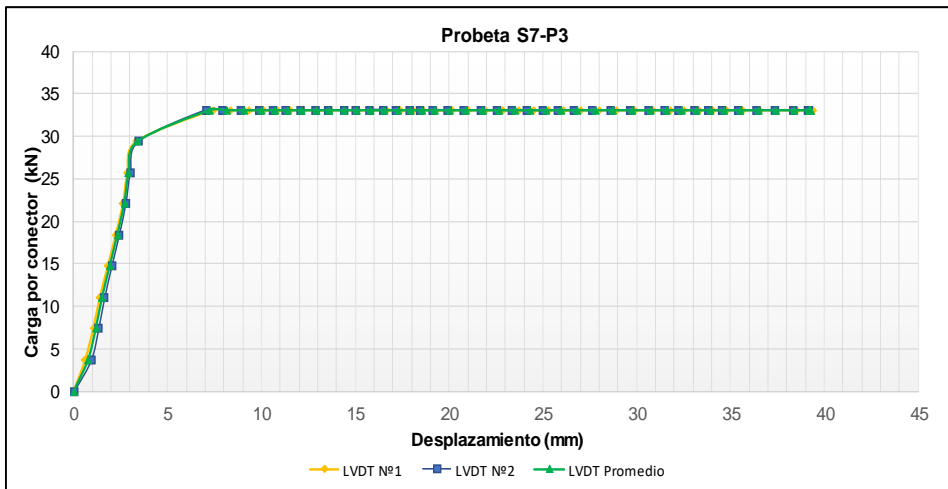
SERIE 7 PROBETA 2	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	50mm



ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	-0,0037	0,0243	0,0	0,00370	0,02430	0,01400
2	20	7,00	14,7	0,6113	-0,9354	3,7	0,61130	0,93540	0,77335
3	40	13,00	29,4	1,0432	-1,3282	7,4	1,04320	1,32820	1,18570
4	60	20,00	44,1	1,3946	-1,648	11,0	1,39460	1,64800	1,52130
5	80	27,50	58,9	1,8192	-2,0287	14,7	1,81920	2,02870	1,92395
6	100	34,50	73,6	2,2401	-2,4255	18,4	2,24010	2,42550	2,33280
7	120	39,50	88,3	2,6245	-2,7737	22,1	2,62450	2,77370	2,69910
8	140	43,50	103,0	2,8624	-3,0126	25,8	2,86240	3,01260	2,93750
9	160	48,50	117,7	3,3419	-3,4702	29,4	3,34190	3,47020	3,40605
10	180	72,50	132,4	7,4085	-7,0457	33,1	7,40850	7,04570	7,22710
11	200	77,50	132,4	8,3346	-7,9527	33,1	8,33460	7,95270	8,14365
12	220	82,50	132,4	9,3045	-8,9124	33,1	9,30450	8,91240	9,10845
13	240	87,50	132,4	10,1171	-9,8599	33,1	10,11710	9,85990	9,98850
14	260	92,50	132,4	10,8785	-10,6454	33,1	10,87850	10,64540	10,76195
15	280	97,50	132,4	11,5227	-11,3095	33,1	11,52270	11,30950	11,41610
16	300	102,50	132,4	12,2328	-12,0951	33,1	12,23280	12,09510	12,16395
17	320	107,50	132,4	12,9941	-12,8887	33,1	12,99410	12,88870	12,94140
18	340	112,50	132,4	13,6640	-13,5852	33,1	13,66400	13,58520	13,62460

19	360	117,50	132,4	14,4400	-14,3869	33,1	14,44000	14,38690	14,41345
20	380	122,50	132,4	15,1245	-15,0389	33,1	15,12450	15,03890	15,08170
21	400	127,50	132,4	15,8931	-15,7434	33,1	15,89310	15,74340	15,81825
22	420	132,50	132,4	16,6728	-16,4764	33,1	16,67280	16,47640	16,57460
23	440	137,50	132,4	17,3829	-17,1688	33,1	17,38290	17,16880	17,27585
24	460	142,50	132,4	18,0930	-17,8855	33,1	18,09300	17,88550	17,98925
25	480	147,50	132,4	18,6310	-18,4645	33,1	18,63100	18,46450	18,54775
26	500	152,50	132,4	19,3411	-19,1367	33,1	19,34110	19,13670	19,23890
27	520	157,50	132,4	20,1611	-19,9101	33,1	20,16110	19,91010	20,03560
28	540	162,50	132,4	21,0286	-20,7928	33,1	21,02860	20,79280	20,91070
29	560	167,50	132,4	21,9180	-21,6837	33,1	21,91800	21,68370	21,80085
30	580	172,50	132,4	22,8441	-22,5583	33,1	22,84410	22,55830	22,70120
31	600	177,50	132,4	23,6933	-23,3641	33,1	23,69330	23,36410	23,52870
32	620	182,50	132,4	24,4949	-24,1699	33,1	24,49490	24,16990	24,33240
33	640	187,50	132,4	25,3294	-25,004	33,1	25,32940	25,00400	25,16670
34	660	192,50	132,4	26,1127	-25,7896	33,1	26,11270	25,78960	25,95115
35	680	197,50	132,4	27,0168	-26,6764	33,1	27,01680	26,67640	26,84660
36	700	202,50	132,4	27,9905	-27,6523	33,1	27,99050	27,65230	27,82140
37	720	207,50	132,4	28,9092	-28,5998	33,1	28,90920	28,59980	28,75450
38	740	212,50	132,4	29,8939	-29,6445	33,1	29,89390	29,64450	29,76920
39	760	217,50	132,4	30,8858	-30,6122	33,1	30,88580	30,61220	30,74900
40	780	222,50	132,4	31,7679	-31,4788	33,1	31,76790	31,47880	31,62335
41	800	227,50	132,4	32,5146	-32,2522	33,1	32,51460	32,25220	32,38340
42	820	232,50	132,4	33,3016	-33,0944	33,1	33,30160	33,09440	33,19800
43	840	237,50	132,4	34,0520	-33,8354	33,1	34,05200	33,83540	33,94370
44	860	242,50	132,4	34,7950	-34,5724	33,1	34,79500	34,57240	34,68370
45	880	247,50	132,4	35,6589	-35,4308	33,1	35,65890	35,43080	35,54485
46	900	252,50	132,4	36,5703	-36,3865	33,1	36,57030	36,38650	36,47840
47	920	257,50	132,4	37,5110	-37,3421	33,1	37,51100	37,34210	37,42655
48	940	262,50	132,4	38,5102	-38,3382	33,1	38,51020	38,33820	38,42420
49	960	267,50	132,4	39,2679	-39,1116	33,1	39,26790	39,11160	39,18975
50	980	272,50	132,4	39,3155	-39,1359	33,1	39,31550	39,13590	39,22570
51	1000	277,50	132,4	39,3228	-39,1399	33,1	39,32280	39,13990	39,23135
52	1020	282,50	132,4	39,3338	-39,144	33,1	39,33380	39,14400	39,23890
53	1040	287,50	132,4	39,3411	-39,148	33,1	39,34110	39,14800	39,24455
54	1060	292,50	132,4	39,3411	-39,148	33,1	39,34110	39,14800	39,24455
55	1080	297,50	132,4	39,3521	-39,1521	33,1	39,35210	39,15210	39,25210
56	1100	302,50	132,4	39,3594	-39,1521	33,1	39,35940	39,15210	39,25575
57	1120	307,50	132,4	39,3521	-39,1521	33,1	39,35210	39,15210	39,25210
58	1140	312,50	132,4	39,3594	-39,144	33,1	39,35940	39,14400	39,25170
59	1160	317,50	132,4	39,3594	-39,144	33,1	39,35940	39,14400	39,25170

SERIE 7 PROBETA 3	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	50mm

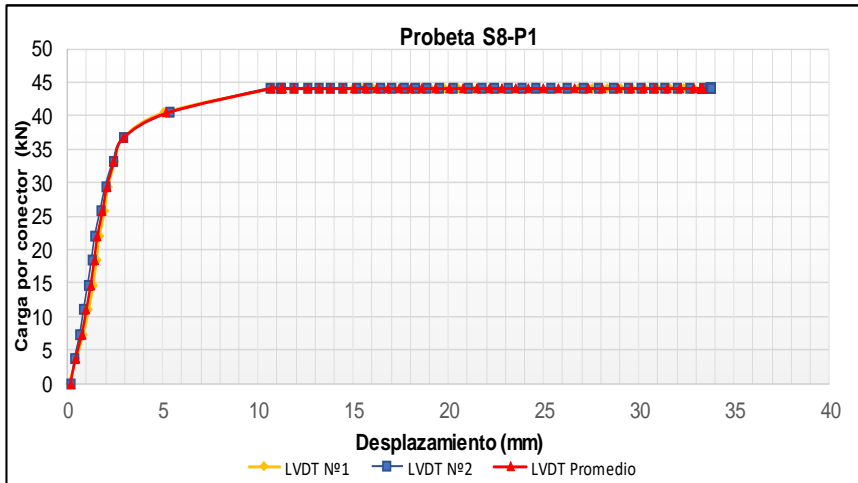


ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,0915	-0,2106	0,0	0,0915	0,2106	0,1511
2	20	195,00	14,7	0,4612	-0,3847	3,7	0,4612	0,3847	0,4230
3	40	206,00	29,4	0,8382	-0,6641	7,4	0,8382	0,6641	0,7512

4	60	214,00	44,1	1,1201	-0,8625	11,0	1,1201	0,8625	0,9913
5	80	220,00	58,9	1,3580	-1,0771	14,7	1,3580	1,0771	1,2176
6	100	225,00	73,6	1,5300	-1,2755	18,4	1,5300	1,2755	1,4028
7	120	229,00	88,3	1,6911	-1,4496	22,1	1,6911	1,4496	1,5704
8	140	235,00	103,0	1,9473	-1,7290	25,8	1,9473	1,7290	1,8382
9	160	240,00	117,7	2,1340	-1,9963	29,4	2,1340	1,9963	2,0652
10	180	247,00	132,4	2,4890	-2,4012	33,1	2,4890	2,4012	2,4451
11	200	256,00	147,2	2,9356	-2,9681	36,8	2,9356	2,9681	2,9519
12	220	278,00	161,9	5,0183	-5,3774	40,5	5,0183	5,3774	5,1979
13	240	333,00	176,6	10,7504	-10,6495	44,1	10,7504	10,6495	10,7000
14	260	338,00	176,6	11,2665	-11,1961	44,1	11,2665	11,1961	11,2313
15	280	343,00	176,6	11,3177	-11,2488	44,1	11,3177	11,2488	11,2833
16	300	348,00	176,6	11,8887	-11,8724	44,1	11,8887	11,8724	11,8806
17	320	353,00	176,6	12,5805	-12,6134	44,1	12,5805	12,6134	12,5970
18	340	358,00	176,6	13,1845	-13,2329	44,1	13,1845	13,2329	13,2087
19	360	363,00	176,6	13,7921	-13,8160	44,1	13,7921	13,8160	13,8041
20	380	368,00	176,6	14,3960	-14,4801	44,1	14,3960	14,4801	14,4381
21	400	373,00	176,6	14,9634	-15,1765	44,1	14,9634	15,1765	15,0700
22	420	378,00	176,6	15,5198	-15,8082	44,1	15,5198	15,8082	15,6640
23	440	383,00	176,6	16,0615	-16,4278	44,1	16,0615	16,4278	16,2447
24	460	388,00	176,6	16,6179	-17,0432	44,1	16,6179	17,0432	16,8306
25	480	393,00	176,6	17,1889	-17,6749	44,1	17,1889	17,6749	17,4319
26	500	398,00	176,6	17,7782	-18,2742	44,1	17,7782	18,2742	18,0262
27	520	403,00	176,6	18,3895	-18,8856	44,1	18,3895	18,8856	18,6376
28	540	408,00	176,6	19,0666	-19,5376	44,1	19,0666	19,5376	19,3021
29	560	413,00	176,6	19,7914	-20,2705	44,1	19,7914	20,2705	20,0310
30	580	418,00	176,6	20,5454	-21,0236	44,1	20,5454	21,0236	20,7845
31	600	423,00	176,6	21,2701	-21,7606	44,1	21,2701	21,7606	21,5154
32	620	428,00	176,6	21,9180	-22,4490	44,1	21,9180	22,4490	22,1835
33	640	433,00	176,6	22,5512	-23,1293	44,1	22,5512	23,1293	22,8403
34	660	438,00	176,6	23,2284	-23,8784	44,1	23,2284	23,8784	23,5534
35	680	443,00	176,6	23,8616	-24,5789	44,1	23,8616	24,5789	24,2203
36	700	448,00	176,6	24,5754	-25,3644	44,1	24,5754	25,3644	24,9699
37	720	453,00	176,6	25,3551	-26,2107	44,1	25,3551	26,2107	25,7829
38	740	458,00	176,6	26,1493	-27,0975	44,1	26,1493	27,0975	26,6234
39	760	463,00	176,6	26,8338	-27,8912	44,1	26,8338	27,8912	27,3625
40	780	468,00	176,6	27,5439	-28,6524	44,1	27,5439	28,6524	28,0982
41	800	473,00	176,6	28,3638	-29,4542	44,1	28,3638	29,4542	28,9090
42	820	478,00	176,6	29,0373	-30,1344	44,1	29,0373	30,1344	29,5859
43	840	483,00	176,6	29,6816	-30,7783	44,1	29,6816	30,7783	30,2300
44	860	488,00	176,6	30,2965	-31,3816	44,1	30,2965	31,3816	30,8391
45	880	493,00	176,6	30,9810	-32,0619	44,1	30,9810	32,0619	31,5215
46	900	498,00	176,6	31,6362	-32,7017	44,1	31,6362	32,7017	32,1690
47	920	503,00	176,6	32,3792	-33,3860	44,1	32,3792	33,3860	32,8826

48	940	508,00	176,6	32,7635	-33,7423	44,1	32,7635	33,7423	33,2529
49	960	513,00	176,6	32,7892	-33,7626	44,1	32,7892	33,7626	33,2759
50	980	518,00	176,6	32,8075	-33,7787	44,1	32,8075	33,7787	33,2931
51	1000	523,00	176,6	32,8221	-33,7747	44,1	32,8221	33,7747	33,2984
52	1020	528,00	176,6	32,8221	-33,7787	44,1	32,8221	33,7787	33,3004
53	1040	533,00	176,6	32,8331	-33,7747	44,1	32,8331	33,7747	33,3039
54	1060	538,00	176,6	32,8367	-33,7828	44,1	32,8367	33,7828	33,3098
55	1080	543,00	176,6	32,8404	-33,7828	44,1	32,8404	33,7828	33,3116
56	1100	548,00	176,6	32,8441	-33,7787	44,1	32,8441	33,7787	33,3114
57	1120	553,00	176,6	32,8441	-33,7787	44,1	32,8441	33,7787	33,3114
58	1140	558,00	176,6	32,8477	-33,7787	44,1	32,8477	33,7787	33,3132
59	1160	563,00	176,6	32,8514	-33,7868	44,1	32,8514	33,7868	33,3191
60	1180	568,00	176,6	32,8514	-33,7787	44,1	32,8514	33,7787	33,3151
61	1200	573,00	176,6	32,8514	-33,7787	44,1	32,8514	33,7787	33,3151
62	1220	578,00	176,6	32,8587	-33,7787	44,1	32,8587	33,7787	33,3187
63	1240	583,00	176,6	32,8587	-33,7787	44,1	32,8587	33,7787	33,3187
64	1260	588,00	176,6	32,8551	-33,7707	44,1	32,8551	33,7707	33,3129
65	1280	593,00	176,6	32,8660	-33,7909	44,1	32,8660	33,7909	33,3285

SERIE 8 PROBETA 1	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm

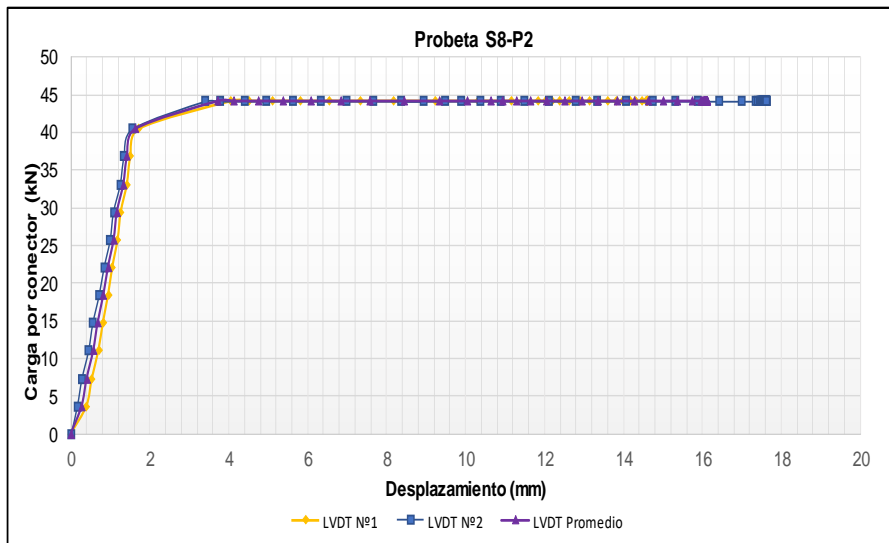


ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	0,0037	-0,0162	0,0	0,00370	0,01620	0,00995
2	20	48,0	14,7	0,3990	-0,1701	3,7	0,39900	0,17010	0,28455
3	40	52,0	29,4	0,5381	-0,2875	7,4	0,53810	0,28750	0,41280
4	60	56,0	44,1	0,7028	-0,4535	11,0	0,70280	0,45350	0,57815
5	80	58,0	58,9	0,8163	-0,5628	14,7	0,81630	0,56280	0,68955
6	100	60,0	73,6	0,9480	-0,7208	18,4	0,94800	0,72080	0,83440
7	120	63,0	88,3	1,0542	-0,8463	22,1	1,05420	0,84630	0,95025
8	140	66,0	103,0	1,1896	-1,0002	25,8	1,18960	1,00020	1,09490
9	160	70,0	117,7	1,2701	-1,0852	29,4	1,27010	1,08520	1,17765
10	180	76,0	132,4	1,4239	-1,2553	33,1	1,42390	1,25530	1,33960
11	200	80,0	147,2	1,5117	-1,3524	36,8	1,51170	1,35240	1,43205
12	220	86,0	161,9	1,7277	-1,5671	40,5	1,72770	1,56710	1,64740
13	240	105,0	176,6	4,0666	-3,4014	44,1	4,06660	3,40140	3,73400
14	260	110,0	176,6	4,5059	-3,7779	44,1	4,50590	3,77790	4,14190
15	280	115,0	176,6	5,1171	-4,4096	44,1	5,11710	4,40960	4,76335

16	300	120,0	176,6	5,8126	-4,9401	44,1	5,81260	4,94010	5,37635
17	320	125,0	176,6	6,5593	-5,6365	44,1	6,55930	5,63650	6,09790
18	340	130,0	176,6	7,3463	-6,3330	44,1	7,34630	6,33300	6,83965
19	360	135,0	176,6	8,1881	-6,9971	44,1	8,18810	6,99710	7,59260
20	380	140,0	176,6	9,2423	-7,6612	44,1	9,24230	7,66120	8,45175
21	400	145,0	176,6	10,3331	-8,3779	44,1	10,33310	8,37790	9,35550
22	420	150,0	176,6	11,1713	-8,9245	44,1	11,17130	8,92450	10,04790
23	440	155,0	176,6	11,8375	-9,4712	44,1	11,83750	9,47120	10,65435
24	460	160,0	176,6	12,0205	-9,8882	44,1	12,02050	9,88820	10,95435
25	480	165,0	176,6	12,2072	-10,3661	44,1	12,20720	10,36610	11,28665
26	500	170,0	176,6	12,3975	-10,8925	44,1	12,39750	10,89250	11,64500
27	520	175,0	176,6	12,6354	-11,4755	44,1	12,63540	11,47550	12,05545
28	540	180,0	176,6	12,8953	-12,1194	44,1	12,89530	12,11940	12,50735
29	560	185,0	176,6	13,1515	-12,7794	44,1	13,15150	12,77940	12,96545
30	580	190,0	176,6	13,3675	-13,3463	44,1	13,36750	13,34630	13,35690
31	600	195,0	176,6	13,6054	-14,0671	44,1	13,60540	14,06710	13,83625
32	620	200,0	176,6	13,8141	-14,7554	44,1	13,81410	14,75540	14,28475
33	640	205,0	176,6	13,9788	-15,3102	44,1	13,97880	15,31020	14,64450
34	660	210,0	176,6	14,1654	-15,8852	44,1	14,16540	15,88520	15,02530
35	680	215,0	176,6	14,3228	-16,4278	44,1	14,32280	16,42780	15,37530
36	700	220,0	176,6	14,4839	-16,9906	44,1	14,48390	16,99060	15,73725
37	720	225,0	176,6	14,5791	-17,3510	44,1	14,57910	17,35100	15,96505
38	740	230,0	176,6	14,5864	-17,4158	44,1	14,58640	17,41580	16,00110
39	760	235,0	176,6	14,5900	-17,4522	44,1	14,59000	17,45220	16,02110
40	780	240,0	176,6	14,5937	-17,4765	44,1	14,59370	17,47650	16,03510
41	800	245,0	176,6	14,5974	-17,4927	44,1	14,59740	17,49270	16,04505
42	820	250,0	176,6	14,6047	-17,5049	44,1	14,60470	17,50490	16,05480
43	840	255,0	176,6	14,6010	-17,5089	44,1	14,60100	17,50890	16,05495
44	860	260,0	176,6	14,5974	-17,5251	44,1	14,59740	17,52510	16,06125
45	880	265,0	176,6	14,6010	-17,5292	44,1	14,60100	17,52920	16,06510
46	900	270,0	176,6	14,6047	-17,5332	44,1	14,60470	17,53320	16,06895
47	920	275,0	176,6	14,6047	-17,5373	44,1	14,60470	17,53730	16,07100
48	940	280,0	176,6	14,6083	-17,5454	44,1	14,60830	17,54540	16,07685
49	960	285,0	176,6	14,6120	-17,5575	44,1	14,61200	17,55750	16,08475
50	980	290,0	176,6	14,6083	-17,5534	44,1	14,60830	17,55340	16,08085
51	1000	295,0	176,6	14,6120	-17,5615	44,1	14,61200	17,56150	16,08675
52	1020	300,0	176,6	14,6047	-17,5615	44,1	14,60470	17,56150	16,08310
53	1040	305,0	176,6	14,6083	-17,5615	44,1	14,60830	17,56150	16,08490
54	1060	310,0	176,6	14,6047	-17,5696	44,1	14,60470	17,56960	16,08715
55	1080	315,0	176,6	14,6120	-17,5696	44,1	14,61200	17,56960	16,09080
56	1100	320,0	176,6	14,6083	-17,5818	44,1	14,60830	17,58180	16,09505
57	1120	325,0	176,6	14,6120	-17,5818	44,1	14,61200	17,58180	16,09690
58	1140	330,0	176,6	14,6157	-17,5818	44,1	14,61570	17,58180	16,09875
59	1160	335,0	176,6	14,6157	-17,5858	44,1	14,61570	17,58580	16,10075

60	1180	340,0	176,6	14,6157	-17,5899	44,1	14,61570	17,58990	16,10280
61	1200	345,0	176,6	14,6193	-17,5899	44,1	14,61930	17,58990	16,10460
62	1220	350,0	176,6	14,6120	-17,5899	44,1	14,61200	17,58990	16,10095
63	1240	355,0	176,6	14,6157	-17,5939	44,1	14,61570	17,59390	16,10480
64	1260	360,0	176,6	14,6157	-17,6020	44,1	14,61570	17,60200	16,10885
65	1280	365,0	176,6	14,6193	-17,5980	44,1	14,61930	17,59800	16,10865
66	1300	370,0	176,6	14,6193	-17,6061	44,1	14,61930	17,60610	16,11270
67	1320	375,0	176,6	14,6193	-17,6020	44,1	14,61930	17,60200	16,11065
68	1340	380,0	176,6	14,6193	-17,6061	44,1	14,61930	17,60610	16,11270
69	1360	385,0	176,6	14,6120	-17,6101	44,1	14,61200	17,61010	16,11105
70	1380	390,0	176,6	14,6157	-17,6061	44,1	14,61570	17,60610	16,11090
71	1400	395,0	176,6	14,6157	-17,6061	44,1	14,61570	17,60610	16,11090
72	1420	400,0	176,6	14,6193	-17,6101	44,1	14,61930	17,61010	16,11470
73	1440	405,0	176,6	14,6120	-17,6142	44,1	14,61200	17,61420	16,11310
74	1460	410,0	176,6	14,6157	-17,6101	44,1	14,61570	17,61010	16,11290
75	1480	415,0	176,6	14,6157	-17,6101	44,1	14,61570	17,61010	16,11290
76	1500	420,0	176,6	14,6193	-17,6182	44,1	14,61930	17,61820	16,11875
77	1520	425,0	176,6	14,6120	-17,6223	44,1	14,61200	17,62230	16,11715
78	1540	430,0	176,6	14,6193	-17,6142	44,1	14,61930	17,61420	16,11675
79	1560	435,0	176,6	14,6193	-17,6263	44,1	14,61930	17,62630	16,12280

SERIE 8 PROBETA 2	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm

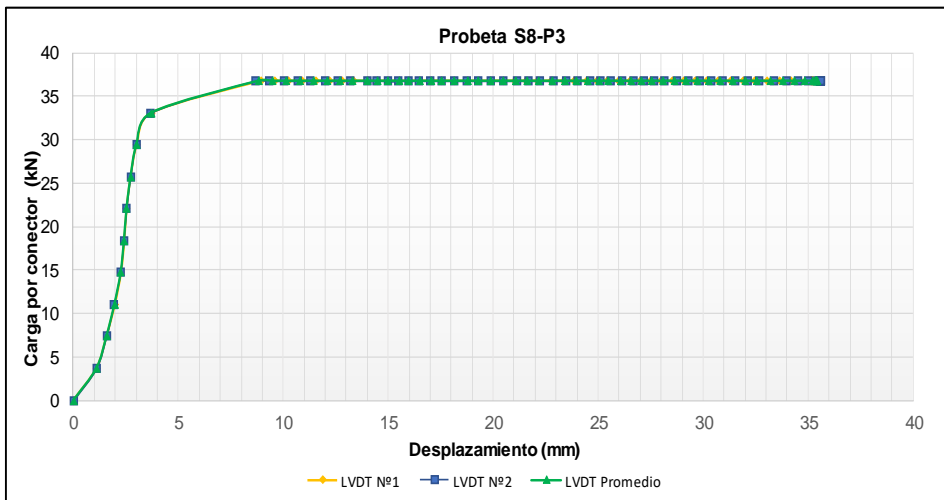


ítem	Unidades de carga	Tiempo (segundos)	Carga vertical Total (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Carga vertical promedio por conector (kN)	Deformación LVDT N° 1 (mm)	Deformación LVDT N° 2 (mm)	Deformación promedio LVDT N° 1 y LVDT N° 2 (mm)
1	0	0,20	0,0	-0,0037	-0,0243	0,0	0,00370	0,02430	0,01400
2	20	9,00	14,7	1,1054	-1,1095	3,7	1,10540	1,10950	1,10745
3	40	19,00	29,4	1,5849	-1,5873	7,4	1,58490	1,58730	1,58610
4	60	25,50	44,1	1,9839	-1,9477	11,0	1,98390	1,94770	1,96580
5	80	31,50	58,9	2,2767	-2,2554	14,7	2,27670	2,25540	2,26605
6	100	35,50	73,6	2,4341	-2,4133	18,4	2,43410	2,41330	2,42370
7	120	39,50	88,3	2,5439	-2,547	22,1	2,54390	2,54700	2,54545
8	140	44,00	103,0	2,7379	-2,7373	25,8	2,73790	2,73730	2,73760
9	160	49,00	117,7	3,0271	-3,0045	29,4	3,02710	3,00450	3,01580
10	180	59,00	132,4	3,7408	-3,697	33,1	3,74080	3,69700	3,71890
11	200	98,00	147,2	8,9714	-8,6573	36,8	8,97140	8,65730	8,81435
12	220	103,00	147,2	9,6193	-9,3294	36,8	9,61930	9,32940	9,47435
13	240	108,00	147,2	10,2672	-10,0138	36,8	10,26720	10,01380	10,14050
14	260	113,00	147,2	10,9114	-10,69	36,8	10,91140	10,69000	10,80070
15	280	118,00	147,2	11,5483	-11,3136	36,8	11,54830	11,31360	11,43095
16	300	123,00	147,2	12,1889	-11,9817	36,8	12,18890	11,98170	12,08530

17	320	128,00	147,2	12,7892	-12,6012	36,8	12,78920	12,60120	12,69520
18	340	133,00	147,2	13,3748	-13,2046	36,8	13,37480	13,20460	13,28970
19	360	138,00	147,2	14,0630	-13,9861	36,8	14,06300	13,98610	14,02455
20	380	143,00	147,2	14,5168	-14,4355	36,8	14,51680	14,43550	14,47615
21	400	148,00	147,2	15,0586	-14,9619	36,8	15,05860	14,96190	15,01025
22	420	153,00	147,2	15,5490	-15,4721	36,8	15,54900	15,47210	15,51055
23	440	158,00	147,2	16,0286	-15,9621	36,8	16,02860	15,96210	15,99535
24	460	163,00	147,2	16,5337	-16,4845	36,8	16,53370	16,48450	16,50910
25	480	168,00	147,2	17,0461	-17,027	36,8	17,04610	17,02700	17,03655
26	500	173,00	147,2	17,5329	-17,5292	36,8	17,53290	17,52920	17,53105
27	520	178,00	147,2	18,1662	-18,1568	36,8	18,16620	18,15680	18,16150
28	540	183,00	147,2	18,7958	-18,7561	36,8	18,79580	18,75610	18,77595
29	560	188,00	147,2	19,3155	-19,2703	36,8	19,31550	19,27030	19,29290
30	580	193,00	147,2	19,9048	-19,8899	36,8	19,90480	19,88990	19,89735
31	600	198,00	147,2	20,4685	-20,481	36,8	20,46850	20,48100	20,47475
32	620	203,00	147,2	21,0542	-21,1289	36,8	21,05420	21,12890	21,09155
33	640	208,00	147,2	21,5922	-21,6877	36,8	21,59220	21,68770	21,63995
34	660	213,00	147,2	22,1303	-22,2425	36,8	22,13030	22,24250	22,18640
35	680	218,00	147,2	22,7489	-22,862	36,8	22,74890	22,86200	22,80545
36	700	223,00	147,2	23,3529	-23,4896	36,8	23,35290	23,48960	23,42125
37	720	228,00	147,2	23,8799	-24,0241	36,8	23,87990	24,02410	23,95200
38	740	233,00	147,2	24,4363	-24,5991	36,8	24,43630	24,59910	24,51770
39	760	238,00	147,2	24,9707	-25,1255	36,8	24,97070	25,12550	25,04810
40	780	243,00	147,2	25,4246	-25,575	36,8	25,42460	25,57500	25,49980
41	800	248,00	147,2	25,9700	-26,15	36,8	25,97000	26,15000	26,06000
42	820	253,00	147,2	26,5007	-26,6683	36,8	26,50070	26,66830	26,58450
43	840	258,00	147,2	26,9985	-27,1542	36,8	26,99850	27,15420	27,07635
44	860	263,00	147,2	27,4744	-27,6563	36,8	27,47440	27,65630	27,56535
45	880	268,00	147,2	27,9758	-28,1746	36,8	27,97580	28,17460	28,07520
46	900	273,00	147,2	28,5286	-28,7374	36,8	28,52860	28,73740	28,63300
47	920	278,00	147,2	29,0666	-29,28	36,8	29,06660	29,28000	29,17330
48	940	283,00	147,2	29,6230	-29,851	36,8	29,62300	29,85100	29,73700
49	960	288,00	147,2	30,1611	-30,3693	36,8	30,16110	30,36930	30,26520
50	980	293,00	147,2	30,7284	-30,9281	36,8	30,72840	30,92810	30,82825
51	1000	298,00	147,2	31,3104	-31,5152	36,8	31,31040	31,51520	31,41280
52	1020	303,00	147,2	31,8997	-32,1145	36,8	31,89970	32,11450	32,00710
53	1040	308,00	147,2	32,4341	-32,6814	36,8	32,43410	32,68140	32,55775
54	1060	313,00	147,2	33,0747	-33,4022	36,8	33,07470	33,40220	33,23845
55	1080	318,00	147,2	33,6457	-33,9853	36,8	33,64570	33,98530	33,81550
56	1100	323,00	147,2	34,1911	-34,5319	36,8	34,19110	34,53190	34,36150
57	1120	328,00	147,2	34,6303	-35,0178	36,8	34,63030	35,01780	34,82405
58	1140	333,00	147,2	35,0183	-35,447	36,8	35,01830	35,44700	35,23265
59	1160	338,00	147,2	35,1171	-35,5483	36,8	35,11710	35,54830	35,33270
60	1180	343,00	147,2	35,1537	-35,5847	36,8	35,15370	35,58470	35,36920

61	1200	348,00	147,2	35,1647	-35,5888	36,8	35,16470	35,58880	35,37675
62	1220	353,00	147,2	35,1830	-35,605	36,8	35,18300	35,60500	35,39400
63	1240	358,00	147,2	35,1794	-35,609	36,8	35,17940	35,60900	35,39420
64	1260	363,00	147,2	35,1940	-35,6131	36,8	35,19400	35,61310	35,40355
65	1280	368,00	147,2	35,2013	-35,6171	36,8	35,20130	35,61710	35,40920
66	1300	373,00	147,2	35,2013	-35,609	36,8	35,20130	35,60900	35,40515
67	1320	378,00	147,2	35,2086	-35,6171	36,8	35,20860	35,61710	35,41285
68	1340	383,00	147,2	35,2086	-35,6131	36,8	35,20860	35,61310	35,41085
69	1360	388,00	147,2	35,2050	-35,609	36,8	35,20500	35,60900	35,40700
70	1380	393,00	147,2	35,2123	-35,6171	36,8	35,21230	35,61710	35,41470
71	1400	398,00	147,2	35,2196	-35,6212	36,8	35,21960	35,62120	35,42040

SERIE 8 PROBETA 3	
LAMINA COLABORANTE	3"
CONCRETO	3000PSI
CONECTOR DE CORTANTE	4"
ALTURA LOSA	150mm
LONGITUD CONECTOR	114.3mm

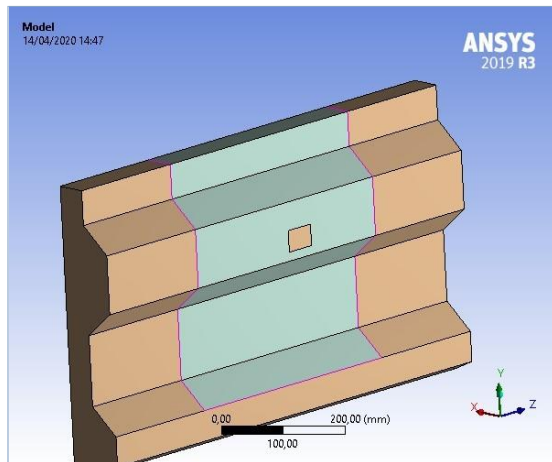


Anexo H. Resultado típico de modelacion elementos finitos.



Project*

First Saved	Saturday, April 11, 2020
Last Saved	Monday, April 13, 2020
Product Version	2019 R3
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, t, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Model (B4)

Geometry

TABLE 2
Model (B4) > Geometry

Object Name	Geometry
State	Fully Defined
Definition	
Source	D:\Push-Out\POS1_files\dp0\Geom\DM\Geom.scdoc
Type	SpaceClaim
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	100, mm
Length Y	470, mm
Length Z	800, mm
Properties	
Volume	2,7564e+007 mm ³
Mass	6,361e-002 t
Scale Factor Value	1,
Statistics	
Bodies	3
Active Bodies	3
Nodes	58222
Elements	38354
Mesh Metric	Skewness

Min	1,95489017894068E-03
Max	0,850251069103255
Average	0,24953910579909
Standard Deviation	0,132117337567979
Update Options	
Assign Default Material	No
Basic Geometry Options	
Solid Bodies	Yes
Surface Bodies	Yes
Line Bodies	Yes
Parameters	Independent
Parameter Key	
Attributes	Yes
Attribute Key	
Named Selections	Yes
Named Selection Key	
Material Properties	Yes
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	Yes
Coordinate System Key	
Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	Yes

Compare Parts On Update	No
Analysis Type	3-D
Mixed Import Resolution	None
Clean Bodies On Import	No
Stitch Surfaces On Import	None
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model (B4) > Geometry > Parts

Object Name	ConectorANSI C 3 x 4,1:1
State	Meshed
Graphics Properties	
Visible	Yes
Glow	0
Shininess	1
Transparency	1
Specularity	1
Definition	
Suppressed	No
ID (Beta)	20
Stiffness Behavior	Flexible
Coordinate System	Default Coordinate System
Reference Temperature	By Environment
Treatment	None
Material	
Assignment	Structural Steel
Nonlinear Effects	Yes
Thermal Strain Effects	Yes
Bounding Box	
Length X	76,2 mm
Length Y	35,814 mm
Length Z	50, mm
Properties	
Volume	38308 mm ³
Mass	3,0071e-004 t
Centroid X	-11,9 mm
Centroid Y	-160,02 mm
Centroid Z	31,4 mm
Moment of Inertia Ip1	0,33141 t·mm ²
Moment of Inertia Ip2	9,8974e-002 t·mm ²
Moment of Inertia Ip3	0,30509 t·mm ²
Statistics	
Nodes	2239
Elements	1104
Mesh Metric	Skewness

Min	3,78115744300489E-02
Max	0,831641021979986
Average	0,355114823657642
Standard Deviation	0,142891423563631
CAD Attributes	
PartTolerance:	0,00000001
Color:143.159.175	

TABLE 4

Model (B4) > Geometry > Body Groups

Object Name	Concreto 1
State	Meshed
Graphics Properties	
Visible	Yes
Definition	
Suppressed	No
Assignment	Concrete
Coordinate System	Default Coordinate System
Bounding Box	
Length X	100, mm
Length Y	470, mm
Length Z	800, mm
Properties	
Volume	2,7526e+007 mm ³
Mass	6,3309e-002 t
Centroid X	9,9059 mm
Centroid Y	-240,09 mm
Centroid Z	-4,37e-002 mm
Moment of Inertia Ip1	4554,7 t·mm ²
Moment of Inertia Ip2	3424,9 t·mm ²
Moment of Inertia Ip3	1217,5 t·mm ²
Statistics	
Nodes	55983
Elements	37250
Mesh Metric	Skewness
Min	1,95489017894068E-03
Max	0,850251069103255

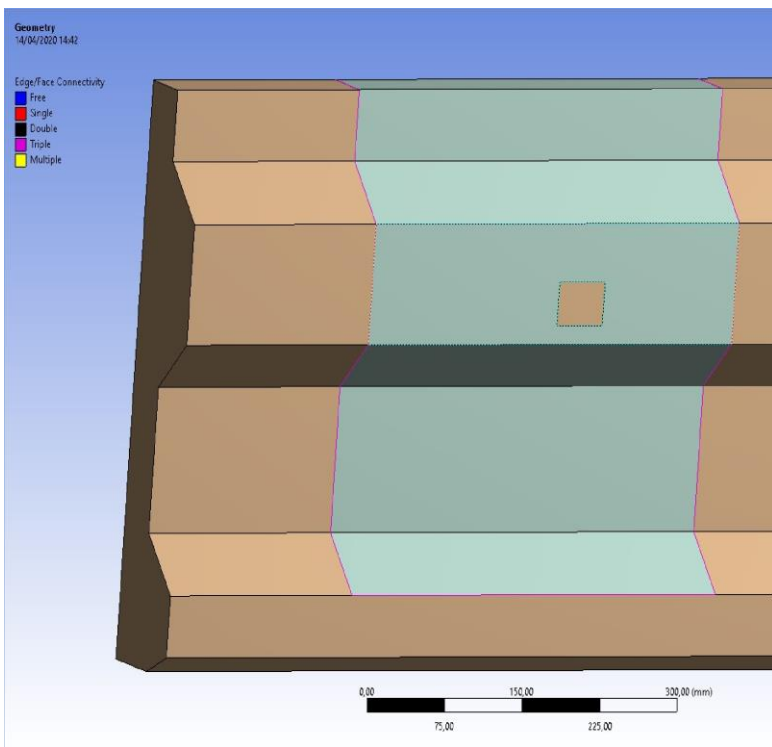
Average	0,246410096604034
Standard Deviation	0,130489747645139
CAD Attributes	
PartTolerance:	0,00000001
Color:143.175.143	

TABLE 5

Model (B4) > Geometry > Concreto 1 > Parts

Object Name	Concreto 111111	Concreto 11111
State	Meshed	
Graphics Properties		
Visible	Yes	
Glow	0	
Shininess	1	
Transparency	1	
Specularity	1	
Definition		
Suppressed	No	
ID (Beta)	76	150
Stiffness Behavior	Flexible	
Coordinate System	Default Coordinate System	
Reference Temperature	By Environment	
Treatment	None	
Material		
Assignment	Concrete	
Nonlinear Effects	Yes	
Thermal Strain Effects	Yes	
Bounding Box		
Length X	100, mm	
Length Y	402,27 mm	470, mm
Length Z	400, mm	800, mm
Properties		
Volume	1,1167e+007 mm ³	1,6358e+007 mm ³
Mass	2,5685e-002 t	3,7624e-002 t
Centroid X	11,785 mm	8,6228 mm
Centroid Y	-195,33 mm	-270,64 mm

Centroid Z	-0,10771 mm	5,5706e-011 mm
Moment of Inertia Ip1	652,18 t·mm ²	3816,2 t·mm ²
Moment of Inertia Ip2	360,13 t·mm ²	3064,4 t·mm ²
Moment of Inertia Ip3	325,25 t·mm ²	805,54 t·mm ²
Statistics		
Nodes	33631	23585
Elements	22543	14707
Mesh Metric	Skewness	
Min	2,3711842856079E-03	1,95489017894068E-03
Max	0,850251069103255	0,84426396622288
Average	0,246201083182195	0,246730473946015
Standard Deviation	0,13299378206247	0,126559216879819



Model (B4) > Materials

State	Fully Defined
Statistics	
Materials	3
Material Assignments	0

Coordinate Systems

TABLE 7

Model (B4) > Coordinate Systems > Coordinate System

Object Name	Global Coordinate System	Coordinate System
State	Fully Defined	
Definition		
Type	Cartesian	
Coordinate System ID	0,	
Coordinate System		Program Controlled
APDL Name		
Suppressed		No
Origin		
Origin X	0, mm	-50, mm
Origin Y	0, mm	-165,91 mm
Origin Z	0, mm	31,4 mm
Define By		Geometry Selection
Geometry		Defined
Directional Vectors		
X Axis Data	[1, 0, 0,]	[0, 0, 1,]
Y Axis Data	[0, 1, 0,]	[0, -1, 0,]
Z Axis Data	[0, 0, 1,]	[1, 0, 0,]
Principal Axis		
Axis		Z

Define By		Global X Axis
Orientation About Principal Axis		
Axis		X
Define By		Default
Transformations		
Base ConFIGuration		Absolute
Transformed ConFIGuration		[-50, -165,91 31,4]

Symmetry

TABLE 8

Model (B4) > Symmetry

Object Name	Symmetry
State	Fully Defined
Graphical Expansion 1 (Beta)	
Num Repeat	0
Type	Cartesian
Method	Full
ΔX	0, mm
ΔY	0, mm
ΔZ	0, mm
Coordinate System	Global Coordinate System
Graphical Expansion 2 (Beta)	
Num Repeat	0
Type	Cartesian
Method	Full
ΔX	0, mm
ΔY	0, mm
ΔZ	0, mm

Coordinate System	Global Coordinate System
Graphical Expansion 3 (Beta)	
Num Repeat	0
Type	Cartesian
Method	Full
ΔX	0, mm
ΔY	0, mm
ΔZ	0, mm
Coordinate System	Global Coordinate System

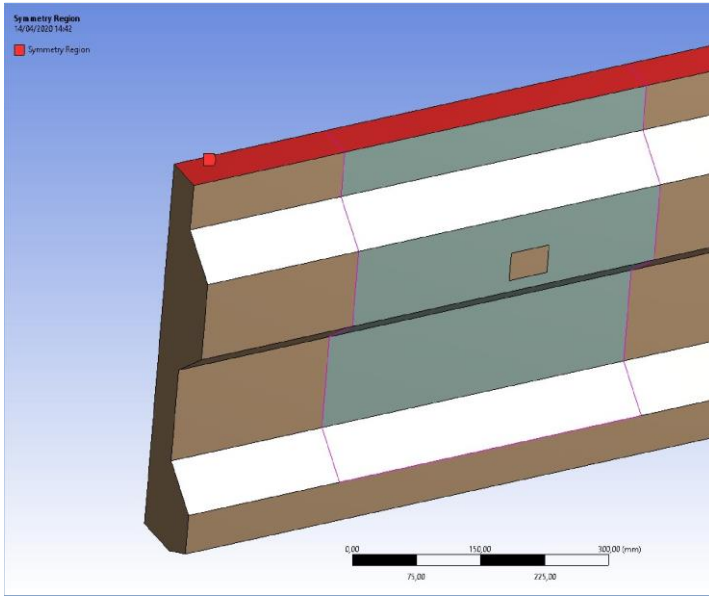
TABLE 9

Model (B4) > Symmetry > Symmetry Region

Object Name	Symmetry Region
State	Fully Defined
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	3 Faces
Definition	
Scope Mode	Manual
Type	Anti-Symmetric
Coordinate System	Global Coordinate System
Symmetry Normal	Y Axis
Suppressed	No

FIGURE 2

Model (B4) > Symmetry > Symmetry Region > Image



C

TABLE 10

Model (B4) > Connections

Object Name	Connections
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Automatic Connection On Refresh	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

TABLE 11

Model (B4) > Connections > Contacts

Object Name	Contacts
State	Fully Defined
Definition	

Connection Type	Contact
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0,
Tolerance Value	2,3331 mm
Use Range	No
Face/Face	Yes
Face-Face Angle Tolerance	75, °
Face Overlap Tolerance	Off
Cylindrical Faces	Include
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	1
Active Connections	1

TABLE 12

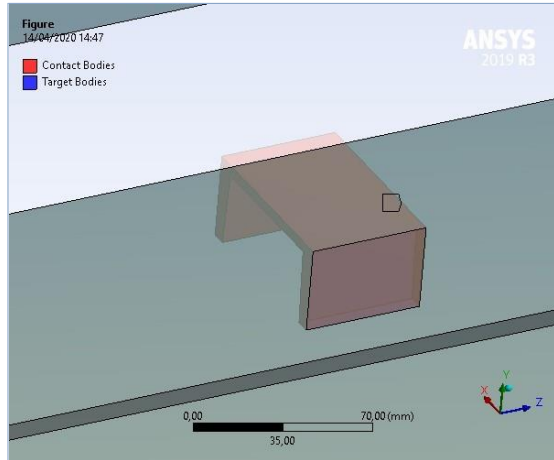
Model (B4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Bonded - Conector\ANSI C 3 x 4,1:1 To Concreto 111111
State	Fully Defined
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Contact	9 Faces
Target	9 Faces

Contact Bodies	Conector\ANSI C 3 x 4,1:1
Target Bodies	Concreto 111111
Protected	No
Definition	
Type	Bonded
Scope Mode	Manual
Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Program Controlled
Small Sliding	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

FIGURE 3

Model (B4) > Connections > Contacts > Bonded - Conector > ANSI C 3 x 4,1:1 To Concreto 111111 > FigurE



Mesh

TABLE 13

Model (B4) > Mesh

Object Name	Mesh
State	Solved
Display	
Display Style	Use Geometry Setting
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Element Order	Program Controlled
Element Size	20, mm
Sizing	
Use Adaptive Sizing	No
Growth Rate	Default (1,85)
Max Size	Default (40, mm)
Mesh Defeaturing	No
Capture Curvature	No
Capture Proximity	No
Size Formulation (Beta)	Surface Area

Bounding Box Diagonal	933,22 mm
Average Surface Area	22759 mm ²
Minimum Edge Length	6,1141 mm
Enable Size Field (Beta)	No
Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Aggressive Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	Medium
Mesh Metric	Skewness
Min	1,9549e-003
Max	0,85025
Average	0,24954
Standard Deviation	0,13212
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Use Asymmetric Mapped Mesh (Beta)	No
Topology Checking	Yes
Pinch Tolerance	Default (0,18 mm)

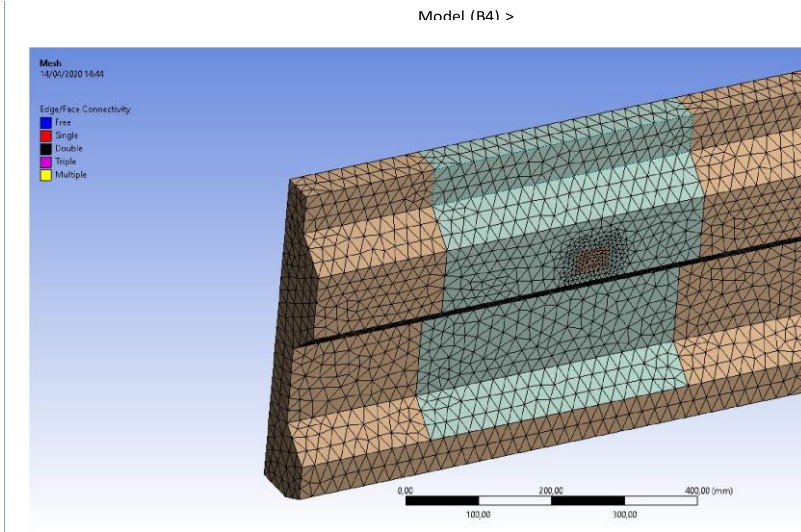
Generate Pinch on Refresh	No
Statistics	
Nodes	58222
Elements	38354

TABLE 14

Model (B4) > Mesh > Mesh Controls

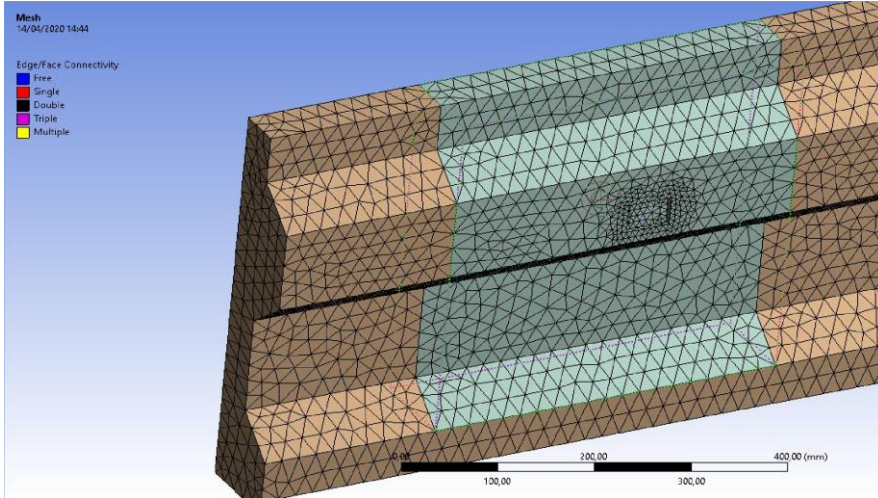
Object Name	Body Sizing	Contact Sizing	Patch Conforming Method
State	Fully Defined		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		Geometry Selection
Geometry	1 Body		1 Body
Contact Region		Bonded - Conector\ANSI C 3 x 4,1:1 To Concreto 111111	
Definition			
Suppressed	No		
Type	Element Size		
Element Size	7,1 mm		
Method	Tetrahedrons		
Algorithm	Patch Conforming		
Element Order	Use Global Setting		
Advanced			
Behavior	Hard		
Capture Curvature	No		
Capture Proximity	No		

Model (B4) >



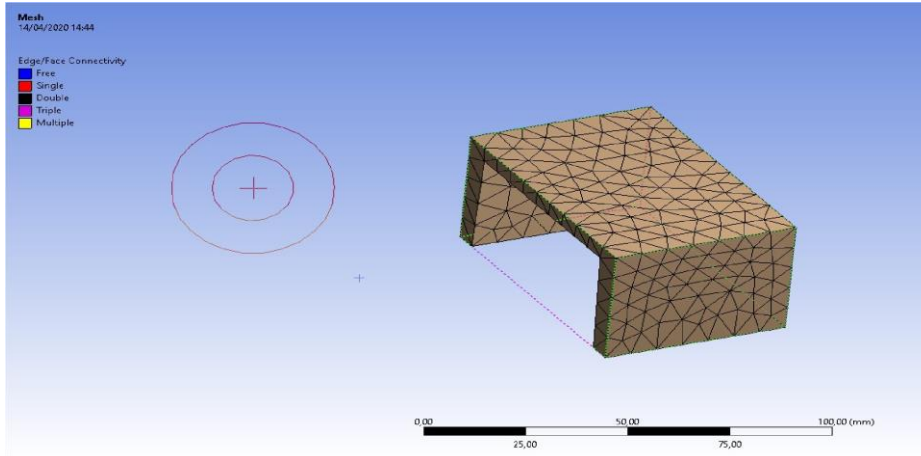
FI

Model (B4) > Mesh > Image 2



FI

Model (B4) > Mesh > Image 3



Structural

TABLE 15

Model (B4) > Analysis

Object Name	Static Structural (B5)
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	Mechanical APDL
Options	
Environment Temperature	22, °C
Generate Input Only	No

TABLE 16

Model (B4) > Static Structural (B5) > Analysis Settings

Object Name	Analysis Settings
State	Fully Defined

Step Controls	
Number Of Steps	10,
Current Step Number	10,
Step End Time	1, s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Off
Solver Pivot Checking	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Rotordynamics Controls	
Coriolis Effect	Off
Restart Controls	
Generate Restart Points	Program Controlled
Retain Files After Full Solve	No
Combine Restart Files	Program Controlled
Nonlinear Controls	
Newton-Raphson Option	Program Controlled
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled
Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Stabilization	Program Controlled
Advanced	
Inverse Option	No
Contact Split (DMP) (Beta)	Off
Output Controls	

Stress	Yes
Surface Stress	No
Back Stress	No
Strain	Yes
Contact Data	Yes
Nonlinear Data	No
Nodal Forces	No
Contact Miscellaneous	No
General Miscellaneous	No
Euler Angles (Beta)	Yes
Volume and Energy (Beta)	Yes
Store Results At	All Time Points
Cache Results in Memory (Beta)	Never
Combine Distributed Result Files (Beta)	Program Controlled
Result File Compression	Program Controlled
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	D:\Push-Out\POS1_files\dp0\SYS\MECH\
Future Analysis	None
Scratch Solver Files Directory	
Save MAPDL db	No
Contact Summary	Program Controlled
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No
Solver Units	Active System

Solver Unit System	nmm
--------------------	-----

TABLE 17

Model (B4) > Static Structural (B5) > Analysis Settings

Step-Specific "Step Controls"

Step	Step End Time
1	0,328 s
2	0,375 s
3	0,446 s
4	0,67 s
5	0,697 s
6	0,727 s
7	0,785 s
8	0,829 s
9	0,891 s
10	1, s

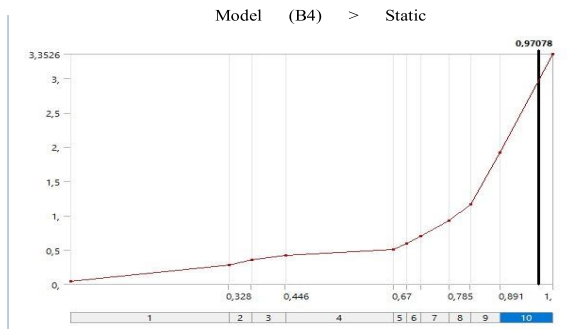
TABLE 18

Model (B4) > Static Structural (B5) > Loads

Object Name	Fixed Support	Displacement	Frictionless Support
State	Fully Defined		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	1 Face	2 Faces	
Definition			
ID (Beta)	44	57	172

Type	Fixed Support	Displacement	Frictionless Support
Suppressed	No		
Define By		Components	
Coordinate System		Coordinate System	
X Component		Free	
Y Component		Tabular Data	
Z Component		Free	
Tabular Data			
Independent Variable		Time	

FIGURE 7

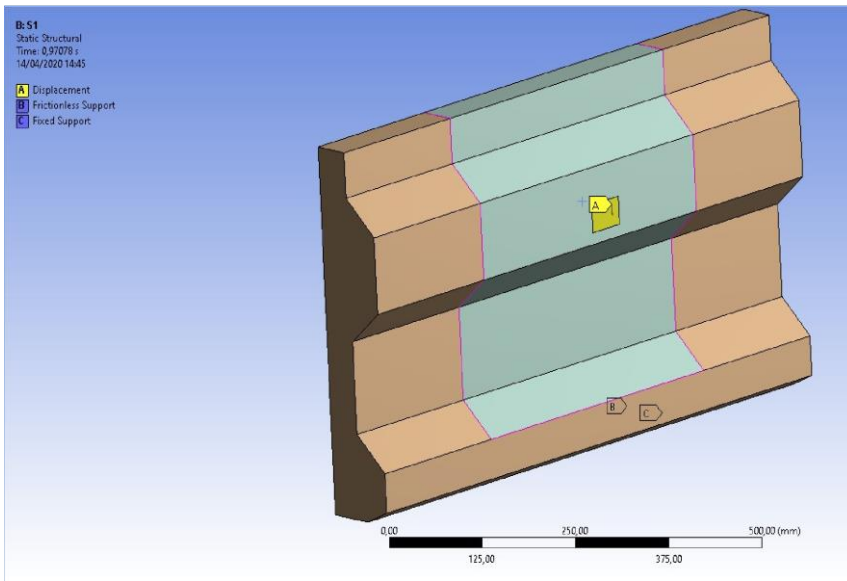


Model (B4) > Static Structural (B5) > Displacement

Steps	Time [s]	Y [mm]
1	0,	4,e-002
	0,328	0,2798
2	0,375	0,3607
3	0,446	0,4224
4	0,67	0,5076
5	0,697	0,5968

6	0,727	0,7058
7	0,785	0,9229
8	0,829	1,1659
9	0,891	1,9213
10	1,	3,3526

Model (B4) > Static



Solution (B6)

TABLE 20

Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution

Object Name	Solution (B6)
State	Solved
Solution	
Number Of Cores to Use (Beta)	Solve Process Settings
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1,
Refinement Depth	2,

Information	
Status	Done
MAPDL Elapsed Time	39, s
MAPDL Memory Used	1,8633 GB
MAPDL Result File Size	158,25 MB
Post Processing	
Distributed Post Processing (Beta)	Program Controlled
Mesh Source (Beta)	Program Controlled
Beam Section Results	No
On Demand Stress/Strain	No

TABLE 21

Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Solution

Information

Object Name	Solution Information
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Identify Element Violations	0
Update Interval	2,5 s
Display Points	All
FE Connection Visibility	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors

Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type
Visible on Results	No
Line Thickness	Single
Display Type	Lines

TABLE 22

Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Results

Object Name	Directional Deformation	Equivalent Elastic Strain	Equivalent Stress
State	Solved		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	All Bodies		
Definition			
Type	Directional Deformation	Equivalent Elastic Strain	Equivalent (von-Mises) Stress
Orientation	Y Axis		
By	Time		
Display Time	Last		
Coordinate System	Coordinate System		
Calculate Time History	Yes		
Identifier			
Suppressed	No		
Results			
Minimum	0, mm	2,8682e-006 mm/mm	7,569e-002 MPa
Maximum	3,3659 mm	0,16639 mm/mm	7858,4 MPa
Average	0,94233 mm	5,6649e-003 mm/mm	203,8 MPa

Minimum Occurs On	Concreto 11111		
Maximum Occurs On	Concreto 11111	Conector\ANSI C 3 x 4,1:1	
Minimum Value Over Time			
Minimum	0, mm	2,3938e-007 mm/mm	6,3169e-003 MPa
Maximum	0, mm	2,8682e-006 mm/mm	7,569e-002 MPa
Maximum Value Over Time			
Minimum	0,28091 mm	1,3886e-002 mm/mm	655,84 MPa
Maximum	3,3659 mm	0,16639 mm/mm	7858,4 MPa
Information			
Time	1, s		
Load Step	10		
Substep	1		
Iteration Number	10		
Integration Point Results			
Display Option	Averaged		
Average Across Bodies	No		

FIGURE 9

Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Directional Deformation

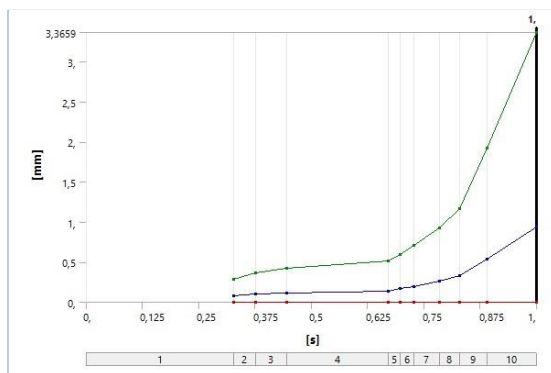
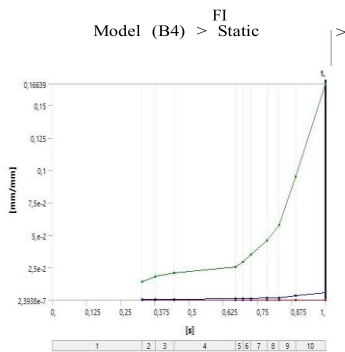
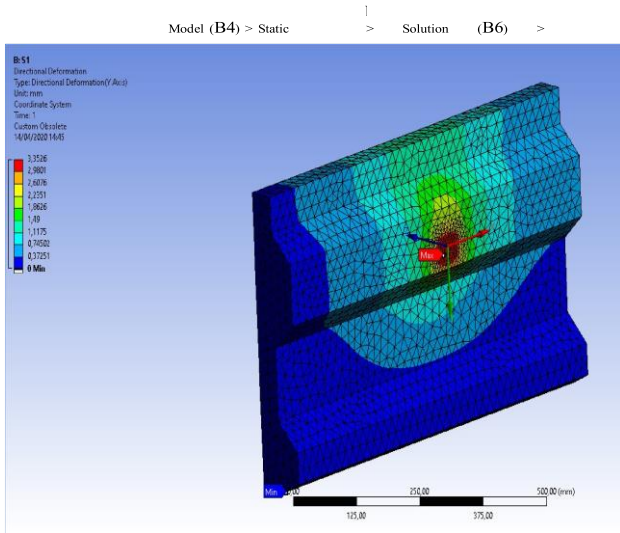


TABLE 23

Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Directional

Deformation

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
0,328		0,28091	7,8645e-002
0,375		0,36213	0,10138
0,446		0,42408	0,11873
0,67		0,50962	0,14267
0,697	0,	0,59917	0,16775
0,727		0,70861	0,19838
0,785		0,92657	0,2594
0,829		1,1705	0,32771
0,891		1,9289	0,54003
1,		3,3659	0,94233

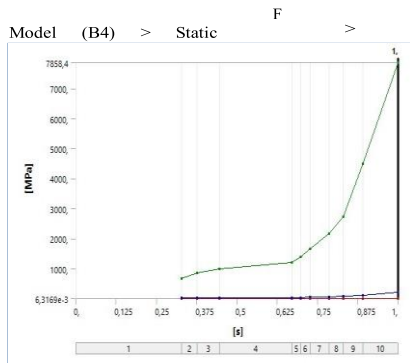
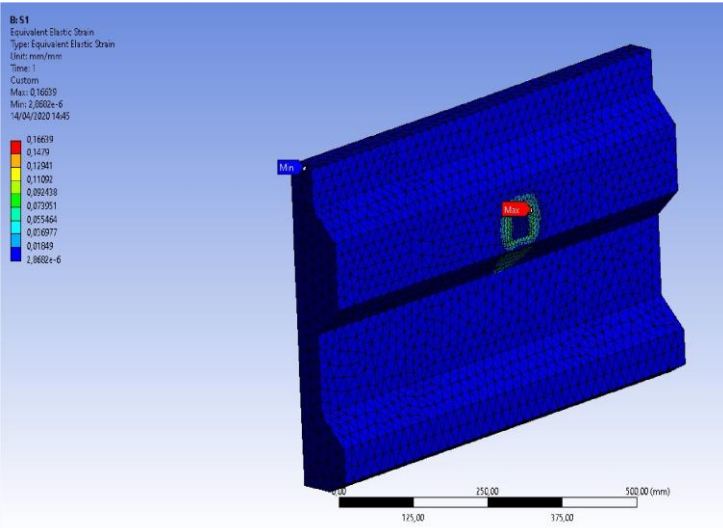


Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent

Elastic Strain

Time [s]	Minimum [mm/mm]	Maximum [mm/mm]	Average [mm/mm]
0,328	2,3938e-007	1,3886e-002	4,7278e-004
0,375	3,0859e-007	1,7901e-002	6,0947e-004
0,446	3,6137e-007	2,0963e-002	7,1373e-004
0,67	4,3427e-007	2,5192e-002	8,5769e-004

0,697	5,1058e-007	2,9618e-002	1,0084e-003
0,727	6,0383e-007	3,5028e-002	1,1926e-003
0,785	7,8957e-007	4,5802e-002	1,5594e-003
0,829	9,9746e-007	5,7862e-002	1,97e-003
0,891	1,6437e-006	9,5352e-002	3,2464e-003
1,	2,8682e-006	0,16639	5,6649e-003



Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent

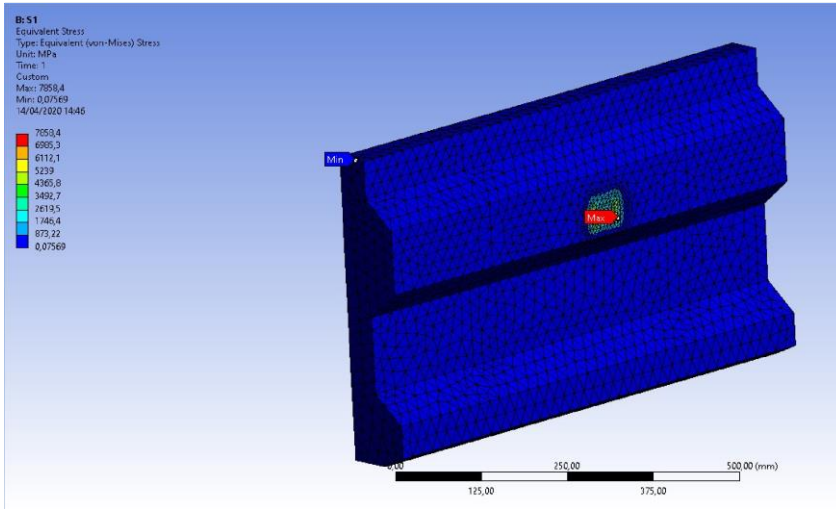
Stress

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
0,328	6,3169e-003	655,84	17,009
0,375	8,1433e-003	845,47	21,927
0,446	9,5363e-003	990,1	25,678
0,67	1,146e-002	1189,8	30,857
0,697	1,3474e-002	1398,9	36,279
0,727	1,5934e-002	1654,4	42,905
0,785	2,0836e-002	2163,3	56,103
0,829	2,6322e-002	2732,8	70,875
0,891	4,3376e-002	4503,5	116,8
1,	7,569e-002	7858,4	203,8

FIGURE 14

Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent

Stress > Image



Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > User Defined

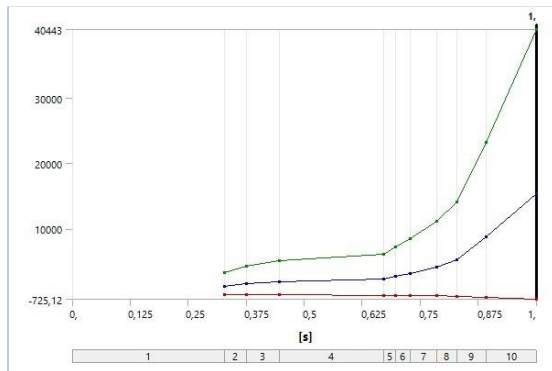
Result

Object Name	User Defined Result
State	Solved
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Body
Definition	
Type	User Defined Result
Expression	= FY
Input Unit System	Metric (mm, t, N, s, mV, mA)
Output Unit	No Units
By	Time
Display Time	Last

Coordinate System	Coordinate System
Calculate Time History	Yes
Identifier	
Suppressed	No
Results	
Minimum	-725,12
Maximum	40443
Average	15410
Minimum Value Over Time	
Minimum	-725,12
Maximum	-60,516
Maximum Value Over Time	
Minimum	3375,3
Maximum	40443
Information	
Time	1, s
Load Step	10
Substep	1
Iteration Number	10

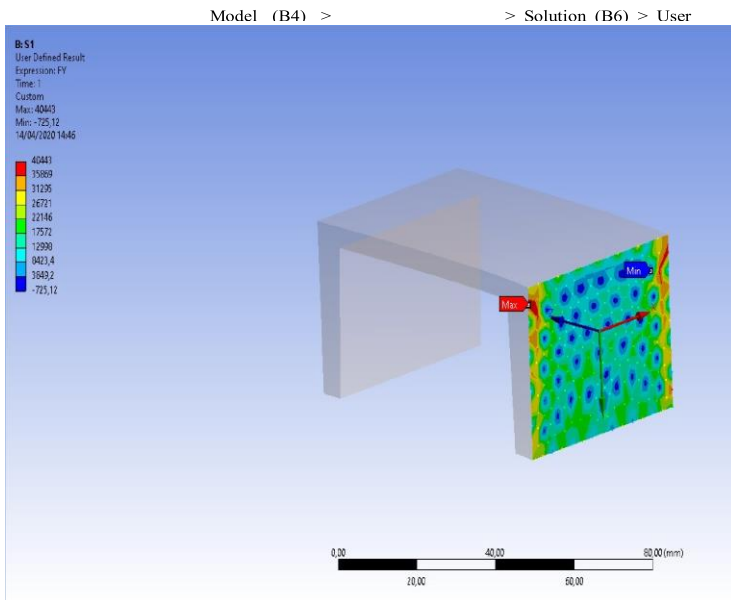
FIGURE 15

Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > User Defined Result



Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > User Defined Result

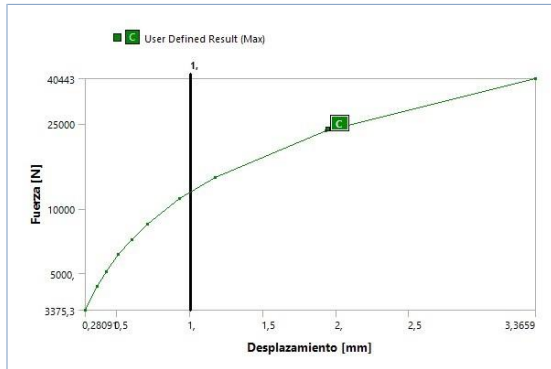
Time [s]	Minimum	Maximum	Average
0,328	-60,516	3375,3	1286,1
0,375	-78,014	4351,2	1657,9
0,446	-91,359	5095,5	1941,5
0,67	-109,79	6123,3	2333,1
0,697	-129,08	7199,4	2743,1
0,727	-152,65	8514,3	3244,1
0,785	-199,61	11133	4242,
0,829	-252,17	14065	5359,
0,891	-415,55	23177	8831,1
1,	-725,12	40443	15410



Chart

FIGURE 17

Model (B4) > Chart



1

Model (B4) > Chart

Steps	Time [s]	Directional Deformation (Max) [mm]	[C] User Defined Result (Max)
1	0,328	0,28091	3375,3
2	0,375	0,36213	4351,2
3	0,446	0,42408	5095,5
4	0,67	0,50962	6123,3
5	0,697	0,59917	7199,4
6	0,727	0,70861	8514,3
7	0,785	0,92657	11133
8	0,829	1,1705	14065
9	0,891	1,9289	23177
10	1,	3,3659	40443

Material Data

Structural Steel

TABLE 29

Structural Steel > Constants

Density	7,85e-009 tonne mm ⁻³
Coefficient of Thermal Expansion	1,2e-005 C ⁻¹
Specific Heat	4,34e+008 mJ tonne ⁻¹ C ⁻¹
Thermal Conductivity	6,05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹
Resistivity	1,7e-004 ohm mm

TABLE 30

Structural Steel > Color

Red	Green	Blue
132,	139,	179,

TABLE 31

Structural Steel > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
0,

TABLE 32

Structural Steel > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
367,8

TABLE 33

Structural Steel > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
250,

TABLE 34

Structural Steel > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
511,8

TABLE 35

Structural Steel > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C
22,

TABLE 36

Structural Steel > S-N Curve

Alternating Stress MPa	Cycles	Mean Stress MPa
3999,	10,	0,
2827,	20,	0,
1896,	50,	0,
1413,	100,	0,
1069,	200,	0,
441,	2000,	0,
262,	10000	0,
214,	20000	0,
138,	1,e+005	0,
114,	2,e+005	0,
86,2	1,e+006	0,

TABLE 37

Structural Steel > Strain-Life Parameters

Strength Coefficient MPa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient MPa	Cyclic Strain Hardening Exponent
920,	-0,106	0,213	-0,47	1000,	0,2

TABLE 38

Structural Steel > Isotropic Elasticity

Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa	Temperature C
2,e+005	0,3	1,6667e+005	76923	

TABLE 39

Structural Steel > Isotropic Relative Permeability

Relative Permeability
10000

Concrete

TABLE 40

Concrete > Constants

Density	2,3e-009 tonne mm ³
Coefficient of Thermal Expansion	1,4e-005 C ⁻¹
Specific Heat	7,8e+008 mJ tonne ⁻¹ C ⁻¹
Thermal Conductivity	7,2e-004 W mm ⁻¹ C ⁻¹

TABLE 41

Concrete > Color

Red	Green	Blue
180,	173,	167,

TABLE 42

Concrete > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
20,46

TABLE 43

Concrete > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
0,

TABLE 44

Concrete > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
0,

TABLE 45

Concrete > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
2,046

TABLE 46

Concrete > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C
22,

TABLE 47

Concrete > Isotropic Elasticity

Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa	Temperature C
28885	0,18	15044	12239	