

ENSAYOS PREVIOS SOBRE LA GUADUA

1. HUMEDAD DE LAMINAS DE GUADUA

Para poder analizar el comportamiento viga-columna, construido en guadua laminada, pegada y prensada, se deben hacer una serie de ensayos sobre las laminas de guadua que se van a utilizar para construir cada uno de los elementos antes mencionados. A continuación se menciona sin duda el más importante:

1. PROBETAS DE HUMEDAD

Para este ensayo se realizan una serie de actividades sobre las laminas de guadua que se van a utilizar en la construcción de las vías y de las columnas. A continuación se citan las actividades:

1.1.1. DESPUNTE DE LAS LAMINAS DE GUADUA: en este proceso se coge cada una de las laminas de guadua, se les enumera y se toma una muestra de la misma; la muestra tiene un tamaño se encuentra entre los 4 y 5 cm, para este caso se tomaron muestras de 4 cm; la muestra se numera de acuerdo a la lamina (lamina 1 con la muestra 1). Una vez que se han marcado las laminas con su respectiva muestra, se procede a despuntar las laminas (se cortan las muestra de las laminas), con la ayuda de una Sierra.

1.1.2. TOMA DE HUMEDADES DE LAS MUESTRAS: una vez se han cortado las muestras, se procede a llevar las muestras al laboratorio para tomarles datos de peso y humedad. Una vez en el laboratorio se procede a tomarle a cada muestra su peso inicial, acto seguido se procede llevar todas las muestras al horno a una temperatura de 110° C durante 24 horas. Al cabo de este tiempo se procede a sacar las muestras del horno, y se les pesa para conocer su humedad, una vez calculada la humedad se procede a llevar las muestras al horno durante 2 horas, al cabo de este tiempo se hace el procedimiento antes mencionado. Se comparan los pesos (a las 24 horas y a las 26 horas), si estos varían en 0.01 g, el ensayo termina, si por el contrario la diferencia es mayor se procede a llevar las muestra al horno por otras 2 horas, se hace el mismo procedimiento hasta que se obtenga la diferencia de pesos deseada.

En la tabla 1, se observan los datos obtenidos a las 24 y 26 horas, para una muestra total de 420 laminadas de guadua.

PRENSADO DE TABLEROS Y CAJONES

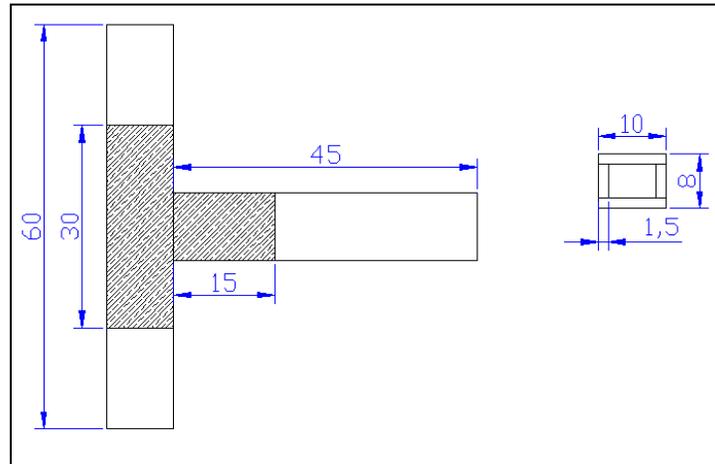
1. PRENSADO DE TABLEROS DE LAMINAS DE GUADUA

Una vez se han obtenido en laboratorio los valores de humedad de las láminas de guadua que se van a utilizar para formar los tableros que más adelante se usaran para dar forma a los cajones de las vigas y de las columnas que se usaran para formar la conexión. Para construir los tableros se hace el siguiente procedimiento:

1. Con las láminas de guadua de las cuales ya se posee la información de humedad, se forman tableros con las siguientes especificaciones: 20 cm de ancho, 4 – 6 m de largo y 1.5 cm de altura, todos estos valores son aproximados. Para tal fin se cortan las láminas hasta que se obtengan las distancias deseadas.
2. Una vez se tienen las láminas que se usaran para formar los tableros con las especificaciones deseadas, para este caso se usaran tableros con las siguientes especificaciones: 21 cm, 6 m y 1.5 cm (ancho x largo x altura), se procede a pegar las láminas usando una mezcla de urea con un catalizador, que será el encargado de mantener unidas las láminas.
3. Para que las láminas permanezcan unidas y se logre la unión adecuada de las láminas, se procede a colocar las láminas en una prensadora que se encargara de ejercer la fuerza necesaria para que el pegante cumpla con lo que se desea.
4. Se deja en la prensa durante un día, al cabo de este tiempo se procede a sacar de los tableros de la prensadora y se deja fraguar el pegante durante 5 días.
5. Se procede a prensar tacos que se usaran para que al momento de hacer los agujeros por los cuales pasaran los tornillos que mantendrán unidas las conexiones de las vigas con las columnas. Estos tacos tendrán 2 especificaciones:
 - 5.1. Para las vigas serán de 7 cm x 15 cm x 5 cm (ancho x largo x altura), estos tacos irán en un extremo de la viga.
 - 5.2. Para las columnas serán de 7 cm x 30 cm x 5 cm (ancho x largo x altura), estos tacos irán en la parte central de la columna.

2. SECCIONES CAJÓN

Una vez terminados los 5 días de fraguado de los tableros que se formaron con las láminas de guadua, se procede a cortar los tableros para formar los cajones de las vigas y de las columnas con las especificaciones que se desean. Para este caso las especificaciones, se encuentran expresadas en la gráfica 1 que aparece a continuación:



Gráfica 1. Unión viga-columna

En la gráfica 1 se observa a la parte izquierda las especificaciones de las columnas y de las vigas, las partes anchuradas corresponden a los tacos; en la parte derecha se observan las secciones de los cajones que se elaboraron en laboratorio.

El procedimiento que se hizo en laboratorio para formar los cajones, fue el siguiente:

1. Una vez fraguado los tableros se hacen cortes de 45 cm para cortar los laterales y las tapas de las vigas, mientras que para las columnas se hacen cortes de 60 cm.
2. Una vez que se han hecho estos cortes, se procede a cortar estos paneles con las siguientes especificaciones:
 - 2.1. 5 cm de ancho para las partes laterales y 10 cm para las tapas de los cajones; estas especificaciones son comunes para las vigas y las columnas.
3. Una vez se obtienen en laboratorio las partes que conformaran los cajones de las vigas y de las columnas, se pegan haciendo uso del pegante anteriormente nombrado y posteriormente se llevan a la prensadora.
4. Se dejan los cajones 1 día en la prensadora y al cabo de este tiempo se deja fraguar durante un lapso de tiempo correspondiente a 5 días.

En la gráfica 2 que aparece a continuación, se observa el procedimiento que se hace en laboratorio para obtener los cajones de las vigas y de las columnas:



GRÁFICA 2. 1. Prensado de los tableros y cajones, 2. Tableros (se puede observar la longitud de las secciones, ya sea para viga o columna), 3. Ancho de tableros, 4. Laterales y tapas de los cajones.

CALCULO DE LAS UNIONES

1. CALCULO DE ÁNGULO DE HIERRO A USAR EN EL ENSAYO TIPO ANGULO

En la gráfica 3, se puede observar el cálculo del ángulo que se usara para ensamblar el ensayo tipo ángulo (se usan ángulos comerciales en el empate de la viga con la columna). Para tal fin se tuvo en cuenta que:

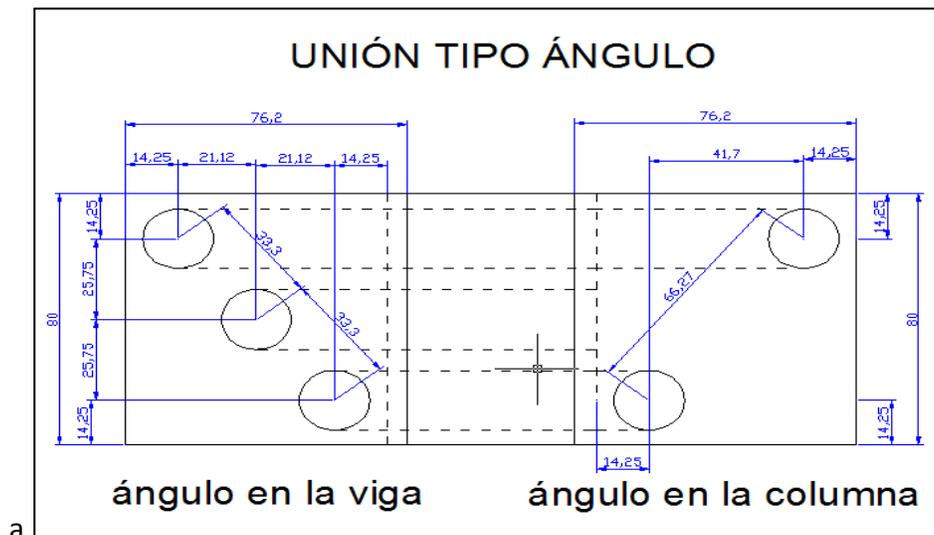
1. El tornillo que se usa en este ensayo es de 3/8".
2. El ancho del ángulo es de 80 mm y el largo del mismo será equivalente a la distancia que se obtiene al hacer el cálculo del ángulo.
3. La separación entre tornillos es de 3 veces el diámetro del tornillo que se está usando (distancia que se mide desde los centros de los diámetros), es decir que dicha distancia debe ser de 28,50 mm.
4. La separación desde el borde del ángulo hasta el centro del diámetro del tornillo es de 1,5 veces el diámetro del tornillo que se está usando, es decir que dicha distancia debe ser de 14,25 mm.
5. Resultados finales:

5.1. ENSAYO TIPO ANGULO

Ángulo en la viga: 80 mm x 85,5 mm (ancho x largo).

Ángulo en la columna: 80 mm x 57 mm (ancho x largo).

Se usara para este ensayo un ángulo de hierro comercial de 3" por 1/4", ya que es el ángulo que más se aproxima a las especificaciones que se piden para realizar el ensayo.





Gráfica 3. Cálculo del ángulo que se usa en el ensayo tipo ángulo. a) Distribución teórica de los ángulos, b) Distribución real de los ángulos.

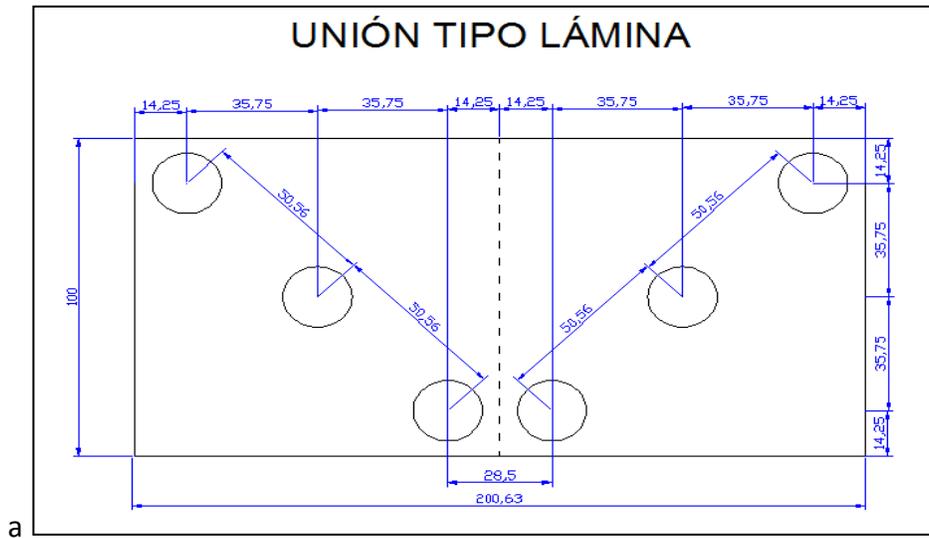
2. CALCULO DE LA LÁMINA DE HIERRO A USAR EN EL ENSAYO TIPO LAMINA

En la gráfica 4, se puede observar el cálculo de la platina que se usara para ensamblar el ensayo tipo lámina (se usaran laminas en el empate de la viga con la columna). Para tal fin se tuvo en cuenta que:

1. El tornillo que se usa en este ensayo es de 3/8".
2. El ancho de la lámina es de 100 mm y el largo del mismo será de 200 mm.
3. La separación entre tornillos es de 3 veces el diámetro del tornillo que se está usando (distancia que se mide desde los centros de los diámetros), es decir que dicha distancia debe ser de 28,50 mm.
4. La separación desde el borde de la lamina hasta el centro del diámetro del tornillo es de 1,5 veces el diámetro del tornillo que se está usando, es decir que dicha distancia debe ser de 14,25 mm.
5. Resultados finales:

5.1. ENSAYO TIPO ANGULO

Se usara para este ensayo una lámina de hierro comercial de 4" por ¼", ya que es la lámina que más se aproxima a las especificaciones que se piden para realizar el ensayo.



Gráfica 4. Calculo de la lámina que se usa en el ensayo tipo lámina. a) Distribución teórica de las láminas, b) Distribución real de las láminas.

MONTAJE Y ENSAYOS

1. ENSAYOS DE LABORATORIO

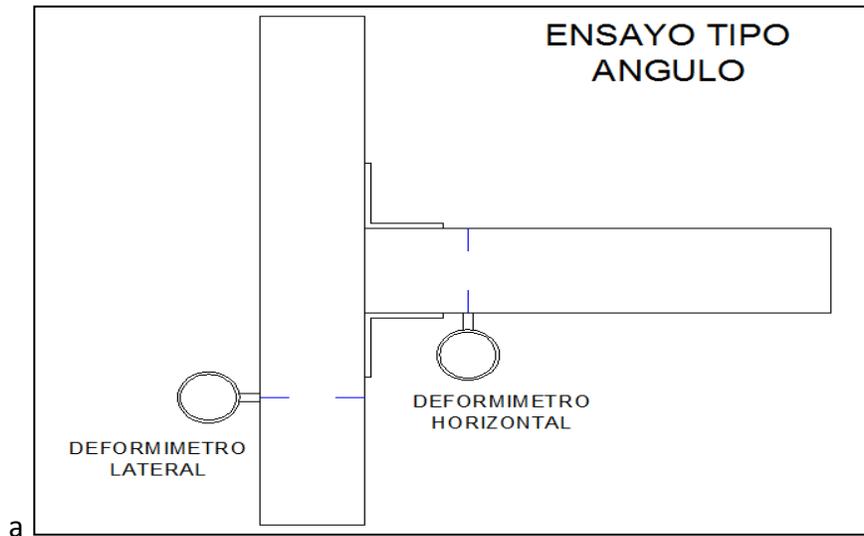
Para los ensayos que se realizaran en el laboratorio, de los dos tipos de uniones que se elaboraron, se necesitara:

1. 2 deformímetros, uno que medirá la deformación que se genera en la unión en la parte lateral (desplazamiento de la columna) y otro que medirá la deformación que se genera en la unión en la parte horizontal (desplazamiento de la viga).
2. Una falsa escuadra que se colocara en la parte superior de la unión que se ensayara, con el fin de medir el ángulo que se genera después de que la unión ha fallado.
3. Un par de láminas con las especificaciones que se obtuvieron en escritorio.
4. Un par de ángulos con las especificaciones que se obtuvieron en escritorio.
5. Varilla roscada de 14 cm de 3/8", que se usara como pasador y que se encargara de mantener fija cada una de las uniones que se fallaran en el laboratorio.
6. Se usara la prensa para simular el empotramiento de la unión viga-columna, se usa la prensa para evitar el desplazamiento de la unión que se está ensayando.
7. Gato hidráulico, este se usara para ejercer fuerza en la unión para así medir el desplazamiento que sufre cada una de las uniones que se están fallando.

2. MONTAJE

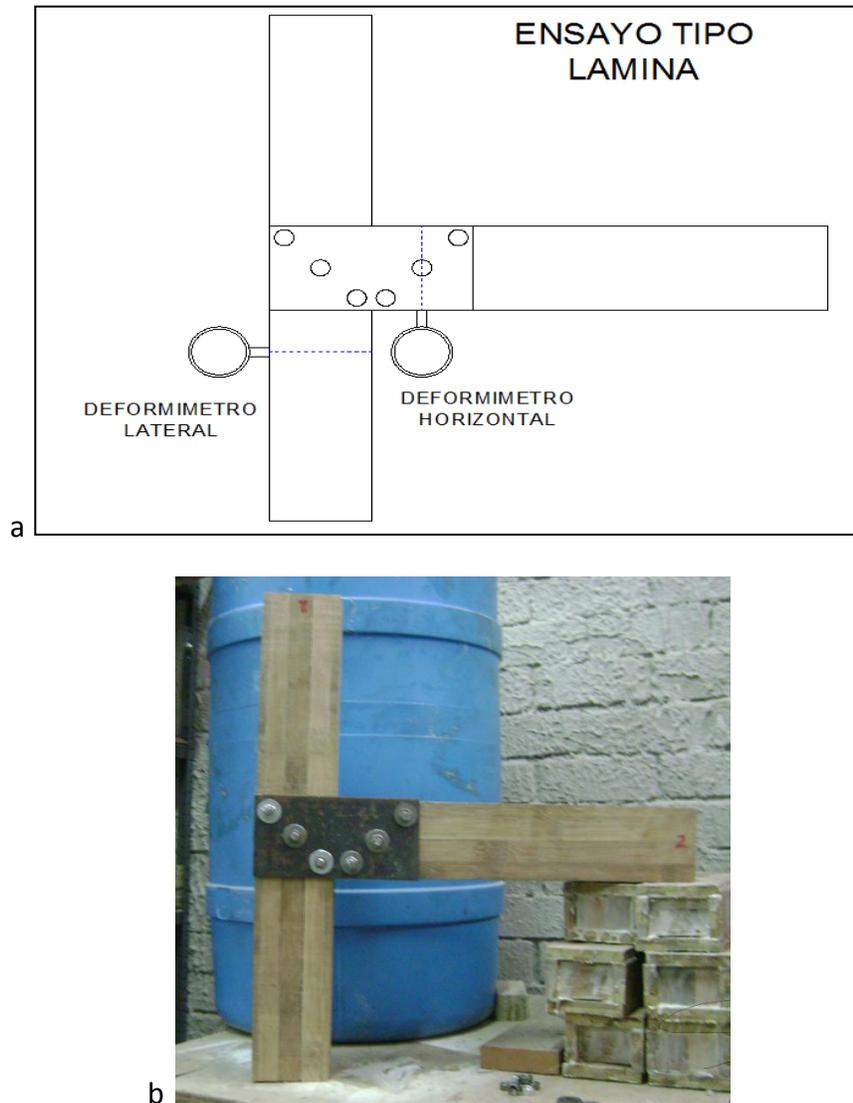
El montaje de los ensayos se realizara de la siguiente manera:

1. En las uniones tipo ángulo, se ubicara el deformímetro horizontal en la parte inferior de la viga a una distancia de 50 mm desde la unión de la viga con la columna. El deformímetro lateral se ubicara a 100 mm desde el centro de la columna y se ubicara en la parte de afuera de la columna, dicho montaje se ilustra en la gráfica 5.



Gráfica 5. Montaje unión tipo ángulo. a) Montaje teórico de la unión tipo ángulo, b) Unión real de la unión tipo ángulo.

2. En las uniones tipo lámina, se ubicara el deformimetro horizontal en la parte inferior de la viga a una distancia de 100 mm desde la unión de la viga con la columna. En este ensayo se ubicara el deformimetro lateral a 150 mm desde el centro de la columna, en la parte de afuera de la columna. El montaje de dicho ensayo aparece a continuación en la gráfica 6.



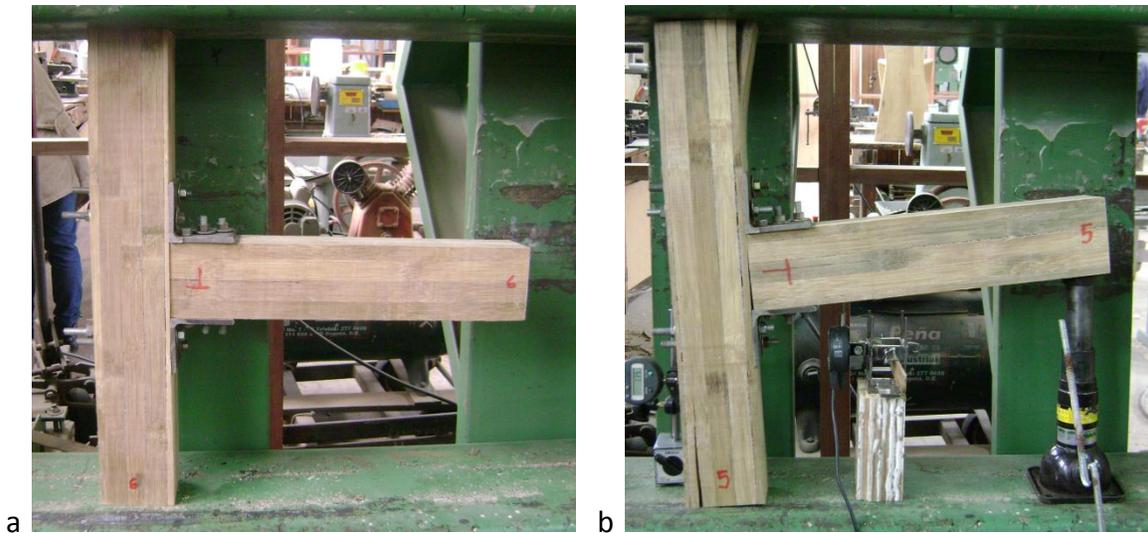
Gráfica 6. Montaje unión tipo lámina. a) Montaje teórico de la unión tipo lámina, b) Unión real de la unión tipo lámina.

3. Una vez que se determino la ubicación de los deformímetros, y se tienen en el laboratorio todas las herramientas necesarias para llevar a cabo el ensayo, se procede a hacer el montaje en el laboratorio y se procede a fallar las respectivas uniones.

3. ENSAYO TIPO ÁNGULO

Se realiza el montaje de este tipo de unión en la prensa y se realiza el siguiente procedimiento para ver el comportamiento de este tipo de unión.

1. Se ubica la unión en la prensa y se ejerce presión sobre esta para evitar desplazamiento de la unión y simular el empotramiento de la columna.
2. Se ubican los 2 deformímetros a las distancias que se determinaron con anterioridad, a 10 cm de la viga y a 15 cm desde el centro de la columna.
3. Se ubica el gato hidráulico en el borde de la viga.
4. Se ejerce fuerza con el gato hidráulico cada 2 vueltas y se leen los desplazamientos que se generan en la unión (en la viga y en la columna).
5. Ejercer la fuerza sobre la viga hasta que falle la unión.
6. Se lee el ángulo que se obtiene después de fallar la unión, con la ayuda de la falsa escuadra.



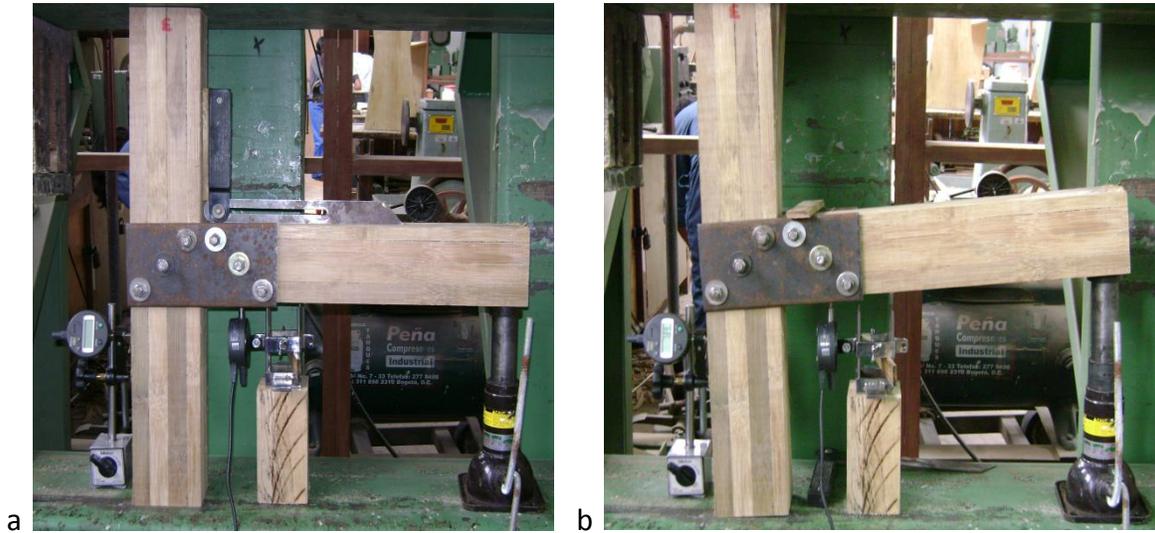
Gráfica 7. a) Montaje en la prensa de unión tipo ángulo, b) Falla en el laboratorio de la unión tipo ángulo.

4. ENSAYO TIPO LÁMINA

Se realiza el montaje de este tipo de unión en la prensa y se realiza el siguiente procedimiento para ver el comportamiento de este tipo de unión.

1. Se ubica la unión en la prensa y se ejerce presión sobre esta para evitar desplazamiento de la unión y simular el empotramiento de la columna.
2. Se ubican los 2 deformímetros a las distancias que se determinaron con anterioridad, 5 cm en la viga y 10 cm desde el centro de la viga.
3. Se ubica el gato hidráulico en el borde de la viga.
4. Se ejerce fuerza con el gato hidráulico cada 2 vueltas y se leen los desplazamientos que se generan en la unión (en la viga y en la columna).
5. Ejercer la fuerza sobre la viga hasta que falle la unión.

6. Se lee el ángulo que se obtiene después de fallar la unión, con la ayuda de la falsa escuadra.



Gráfica 7. a) Montaje en la prensa de unión tipo lámina, b) Falla en el laboratorio de la unión tipo lámina.

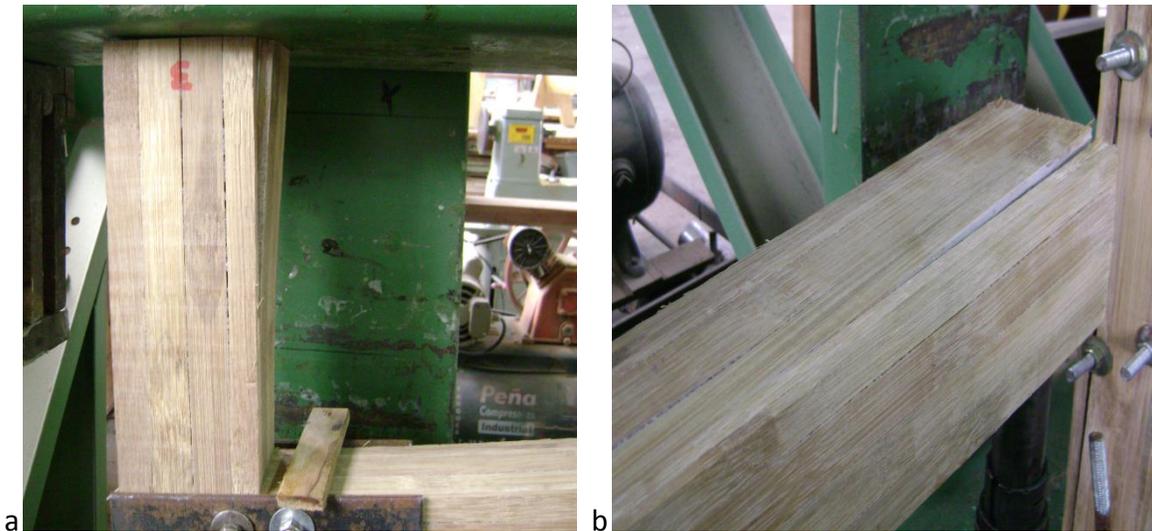
CÁLCULOS Y RESULTADOS

Se realizaron 3 ensayos para cada uno de los tipos de uniones que se escogieron para realizar el análisis del comportamiento viga-columna. En el laboratorio se habían moldeado 6 uniones, 3 de ellas se usaron para moldear el ensayo tipo ángulo y las otras 3 restante para el ensayo tipo lámina. Los resultados que se obtuvieron tras haber realizado los ensayos parecen a continuación.

1. FALLAS

Tras llevar las diferentes uniones a su falla, se observaron en algunos casos desprendimiento de las tapas, en otros casos se observó desplazamiento uniforme de la unión (uniones tipo ángulo), mientras en otros casos se observó desplazamiento más grande en la viga que en la columna (uniones tipo lámina).

A continuación aparecen fotos que se tomaron después de haber llevado las uniones a la falla que dan muestra del comportamiento de los 2 tipos de uniones.





Gráfica 8. a) Desprendimiento de tapa en unión tipo lámina, b) Desprendimiento de tapa en unión tipo lámina, c) Desprendimiento tapa unión tipo ángulo, d) Desprendimiento de tapa en unión tipo ángulo.

2. CALIBRACIÓN GATO HIDRÁULICO

Ya que el martillo hidráulico que se usó en los diferentes ensayos, no posee un sistema que mida la fuerza que se le está generando a la unión para que se produzca desplazamiento, se realiza un calibrado del martillo, en donde se coloca en una prensa que mide la fuerza que se genera a compresión.

El procedimiento de calibrado del gato hidráulico fue el siguiente:

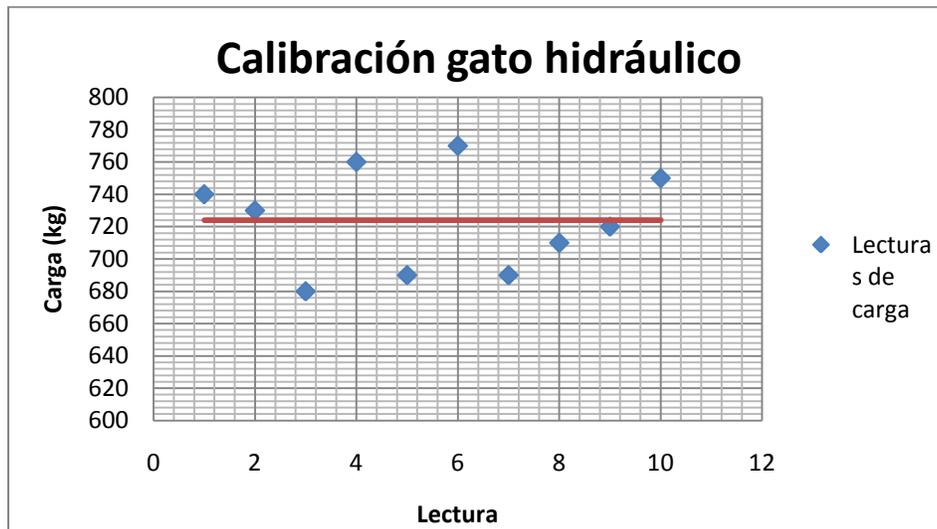
1. Se coloca el gato hidráulico en la prensa y se ubica el cilindro de carga en la parte superior del brazo del gato hidráulico.

2. Se ejercen 2 vueltas en el gato hidráulico y se mide la en la prensa la carga que generan las vueltas.
3. Se toman 10 lecturas del ensayo anteriormente enunciado.
4. Se hace un promedio de las lecturas y se descartan las lecturas que queden por fuera del $\pm 5\%$.
5. Las lecturas obtenidas fueron las siguientes:

ENSAYO #	CARGA (Kg)	
	Tomada en	Que están en
1	740	740
2	730	730
3	680	
4	760	760
5	690	690
6	770	
7	690	690
8	710	710
9	720	720
10	750	750
PROMEDIO	724	724

Tabla 2. Carga ejercida por el gato hidráulico.

El promedio fue de 724 Kg y el rango de descarte fue de 687,8 kg a 760,2 kg. Haciendo dicho filtro las lecturas 3 y 6 fueron descartas, el promedio que se obtuvo fue de 724 kg.



Gráfica 9. Calibración gato hidráulico.

3. DEFORMACIONES ENSAYO TIPO ÁNGULO

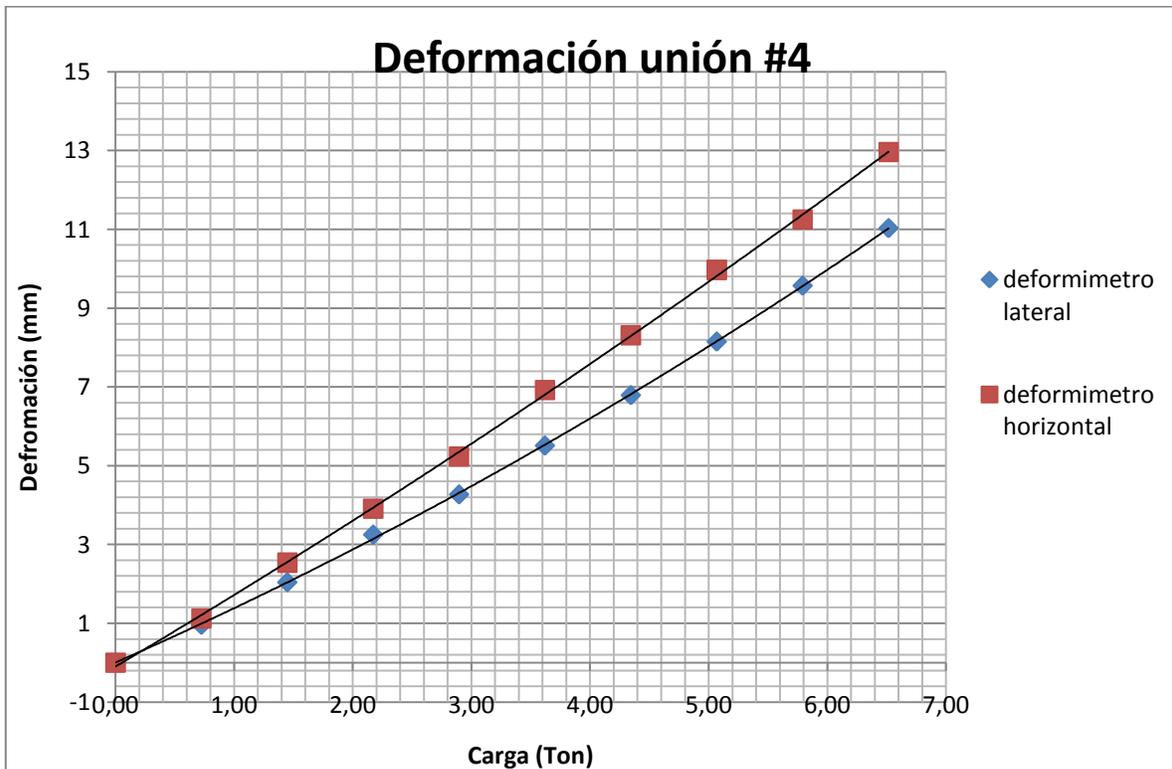
Para dicho ensayo se usaron las uniones 4, 5 y 6. Tras haber realizado los respectivos ensayos, se encontraron las siguientes deformaciones laterales y horizontales:

3.1. UNIÓN # 4

Las deformaciones que se obtuvieron fueron las siguientes:

# VUELTAS	CARGA (Kg)	CARGA (Ton)	DEFORMIMETRO LATERAL (mm)	DEFORMIMETRO HORIZONTAL (mm)
0	0	0,00	0	0
2	724	0,72	0,96	1,12
4	1448	1,45	2,04	2,54
6	2172	2,17	3,25	3,91
8	2896	2,90	4,27	5,23
10	3620	3,62	5,51	6,92
12	4344	4,34	6,79	8,31
14	5068	5,07	8,15	9,97
16	5792	5,79	9,57	11,25
18	6516	6,52	11,03	12,96

Tabla 3. Deformaciones unión #4.



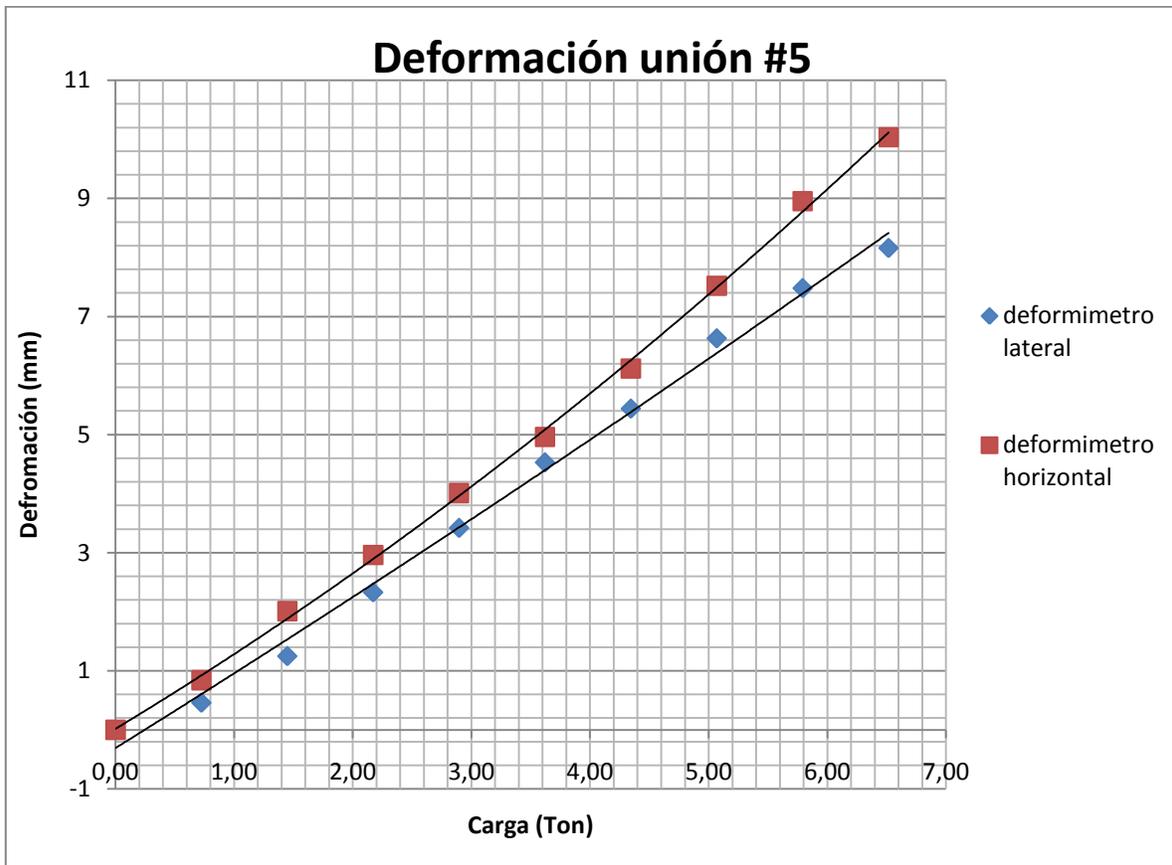
Gráfica 10. Comportamiento de la unión # 4.

3.2. UNIÓN # 5

Las deformaciones que se obtuvieron fueron las siguientes:

# VUELTAS	CARGA (Kg)	CARGA (Ton)	DEFORMIMETRO LATERAL (mm)	DEFORMIMETRO HORIZONTAL (mm)
0	0	0,00	0	0
2	724	0,72	0,46	0,84
4	1448	1,45	1,25	2,01
6	2172	2,17	2,33	2,96
8	2896	2,90	3,42	4,01
10	3620	3,62	4,53	4,96
12	4344	4,34	5,44	6,12
14	5068	5,07	6,63	7,52
16	5792	5,79	7,48	8,95
18	6516	6,52	8,16	10,04

Tabla 4. Deformaciones unión # 5.



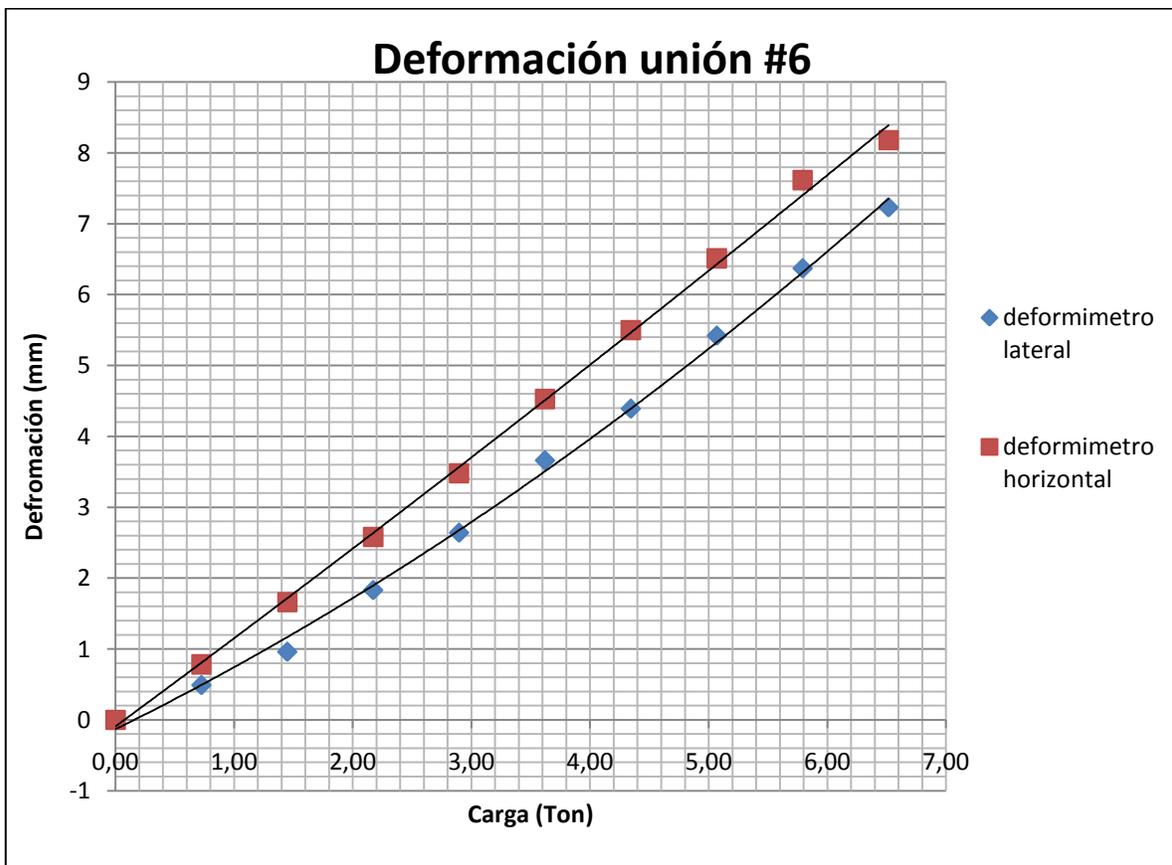
Gráfica 10. Comportamiento de la unión # 5.

3.3. UNIÓN # 6

Las deformaciones que se obtuvieron fueron las siguientes:

# VUELTAS	CARGA (Kg)	CARGA (Ton)	DEFORMIMETRO LATERAL (mm)	DEFORMIMETRO HORIZONTAL (mm)
0	0	0,00	0	0
2	724	0,72	0,49	0,78
4	1448	1,45	0,96	1,66
6	2172	2,17	1,83	2,58
8	2896	2,90	2,64	3,48
10	3620	3,62	3,66	4,53
12	4344	4,34	4,39	5,50
14	5068	5,07	5,42	6,51
16	5792	5,79	6,37	7,62
18	6516	6,52	7,23	8,18

Tabla 5. Deformaciones unión # 6.



Gráfica 11. Comportamiento de la unión # 6.

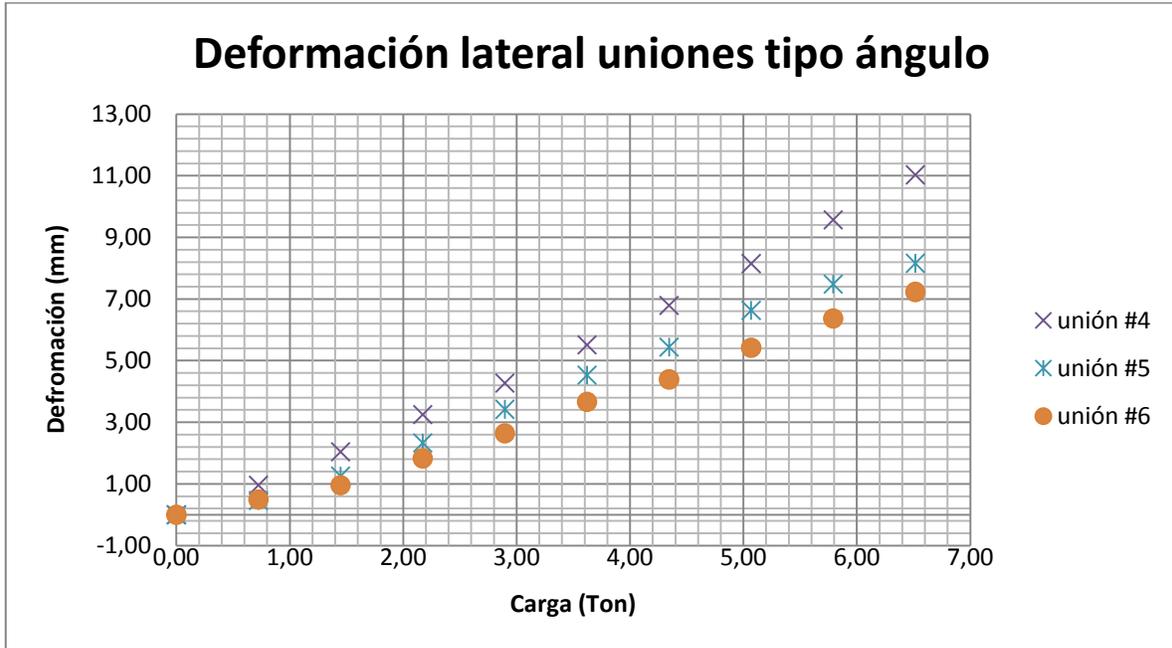
3.4. DEFORMACIÓN LATERAL Y DEFORMACIÓN LATERAL

Para este tipo de ensayo, se analizo la deformación horizontal y la deformación lateral de las 3 uniones que se usaron para el ensayo tipo ángulo. A continuación aparece una tabla donde se observan dichas deformaciones para las 3 uniones que se usaron:

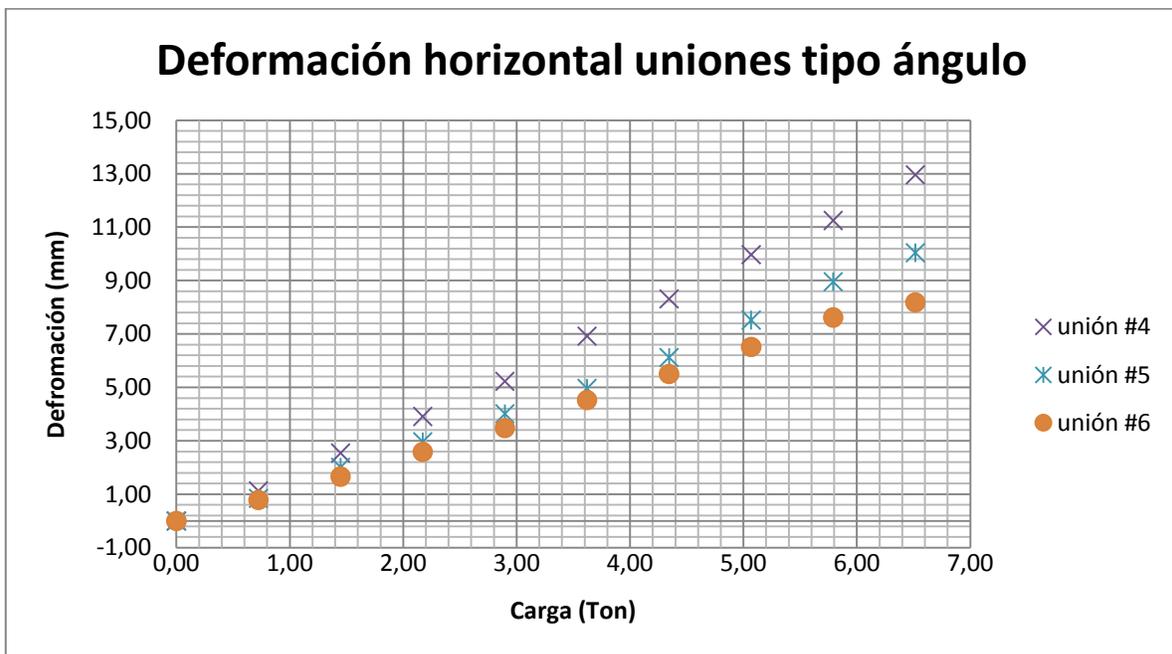
Unión #	Tipo de unión	Carga (Ton)	Deformación lateral (mm)	Deformación horizontal (mm)	Ángulo final (°)
4	Ángulos	0,00	0,00	0,00	89
		0,72	0,96	1,12	
		1,45	2,04	2,54	
		2,17	3,25	3,91	
		2,90	4,27	5,23	
		3,62	5,51	6,92	
		4,34	6,79	8,31	
		5,07	8,15	9,97	
		5,79	9,57	11,25	
		6,52	11,03	12,96	
5	Ángulos	0,00	0,00	0,00	88
		0,72	0,46	0,84	
		1,45	1,25	2,01	
		2,17	2,33	2,96	
		2,90	3,42	4,01	
		3,62	4,53	4,96	
		4,34	5,44	6,12	
		5,07	6,63	7,52	
		5,79	7,48	8,95	
		6,52	8,16	10,04	
6	Ángulos	0,00	0,00	0,00	89
		0,72	0,49	0,78	
		1,45	0,96	1,66	
		2,17	1,83	2,58	
		2,90	2,64	3,48	
		3,62	3,66	4,53	
		4,34	4,39	5,50	
		5,07	5,42	6,51	
		5,79	6,37	7,62	
		6,52	7,23	8,18	

Tabla 6. Deformación lateral y deformación horizontal uniones tipo ángulo.

Las gráficas que se obtuvieron fueron las siguientes:



Gráfica 12. Deformación lateral uniones tipo ángulo.



Gráfica 13. Deformación horizontal uniones tipo ángulo.

4. DEFORMACIONES ENSAYO TIPO LÁMINA

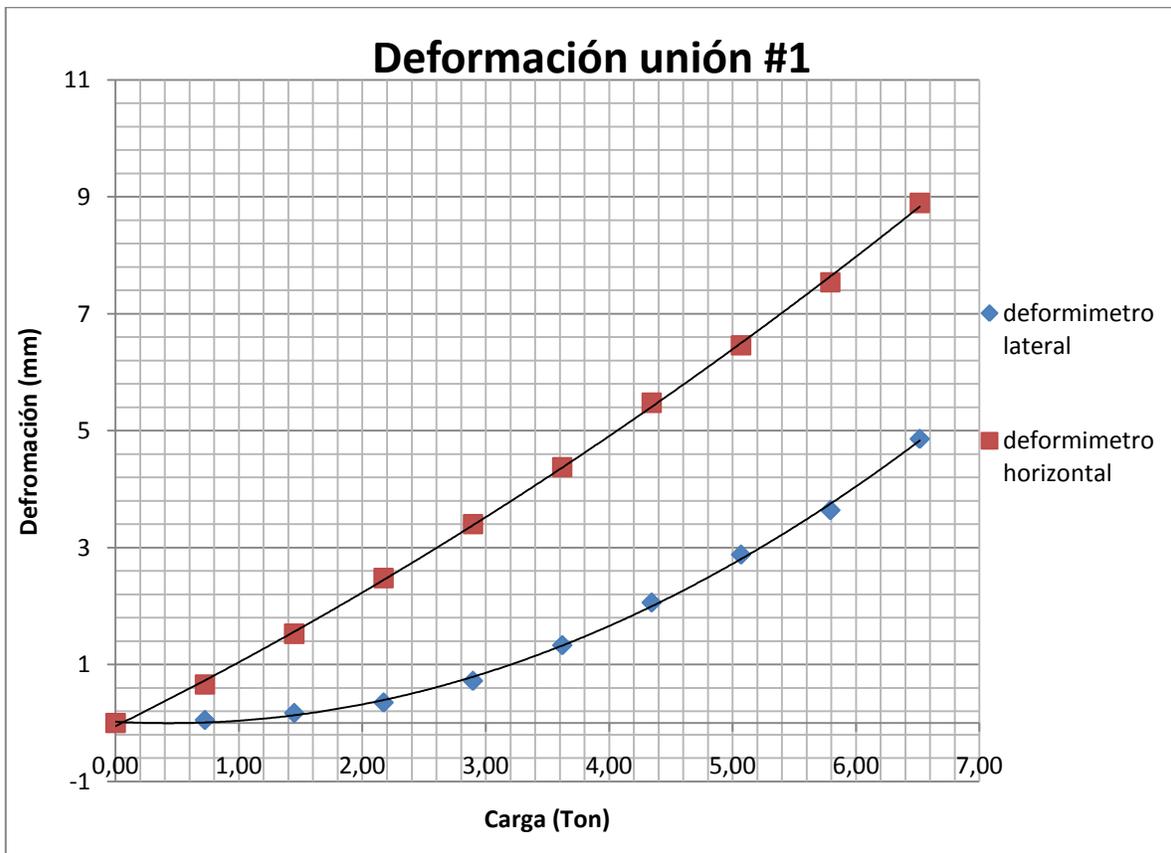
Para dicho ensayo se usaron las uniones 1, 2 y 2. Tras haber realizado los respectivos ensayos, se encontraron las siguientes deformaciones laterales y horizontales:

4.1. UNIÓN # 1

Las deformaciones que se obtuvieron fueron las siguientes:

# VUELTAS	CARGA (Kg)	CARGA (Ton)	DEFORMIMETRO LATERAL (mm)	DEFORMIMETRO HORIZONTAL (mm)
0	0	0,00	0	0
2	724	0,72	0,05	0,66
4	1448	1,45	0,17	1,53
6	2172	2,17	0,35	2,48
8	2896	2,90	0,72	3,40
10	3620	3,62	1,33	4,38
12	4344	4,34	2,06	5,48
14	5068	5,07	2,88	6,46
16	5792	5,79	3,64	7,54
18	6516	6,52	4,86	8,90

Tabla 7. Deformaciones unión # 1.



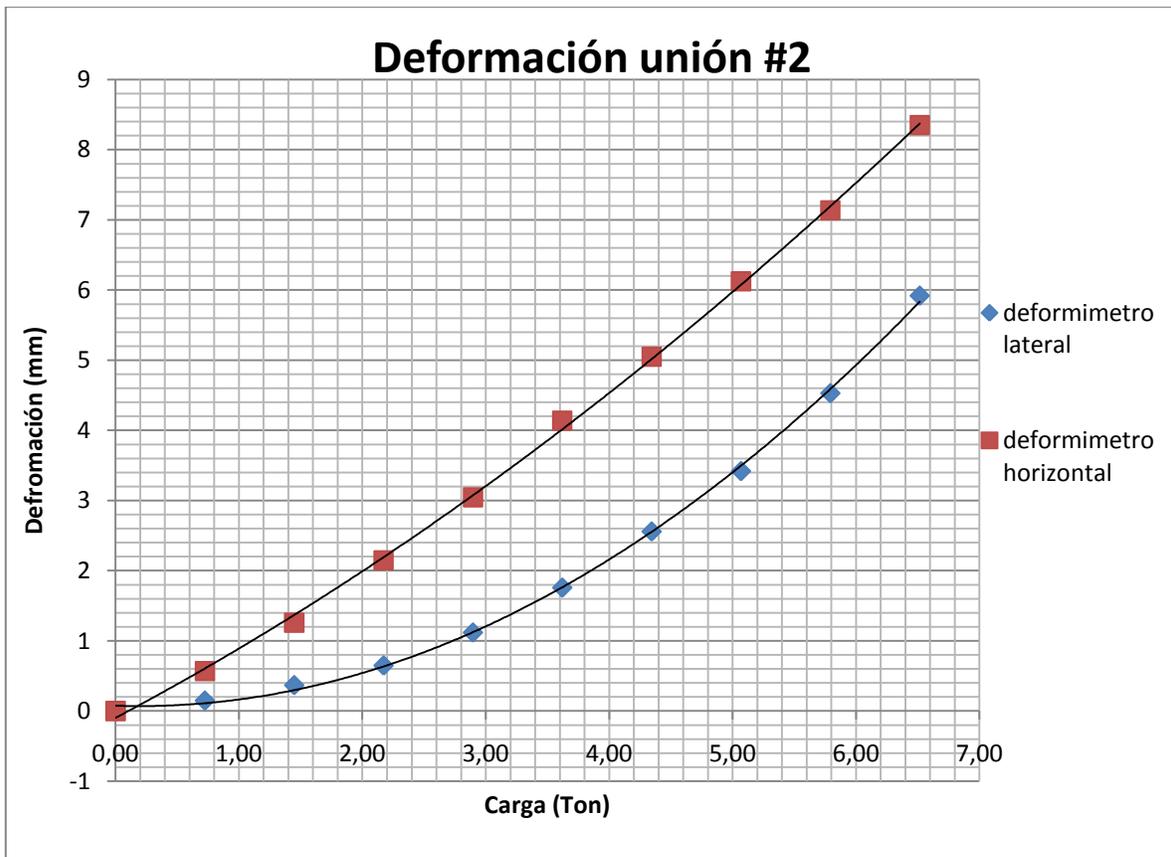
Gráfica 14. Comportamiento de la unión # 1.

4.2. UNIÓN # 2

Las deformaciones que se obtuvieron fueron las siguientes:

# VUELTAS	CARGA (Kg)	CARGA (Ton)	DEFORMIMETRO LATERAL (mm)	DEFORMIMETRO HORIZONTAL (mm)
0	0	0,00	0	0
2	724	0,72	0,15	0,57
4	1448	1,45	0,37	1,26
6	2172	2,17	0,65	2,15
8	2896	2,90	1,12	3,04
10	3620	3,62	1,76	4,14
12	4344	4,34	2,56	5,05
14	5068	5,07	3,42	6,13
16	5792	5,79	4,53	7,14
18	6516	6,52	5,92	8,35

Tabla 8. Deformaciones unión # 2.



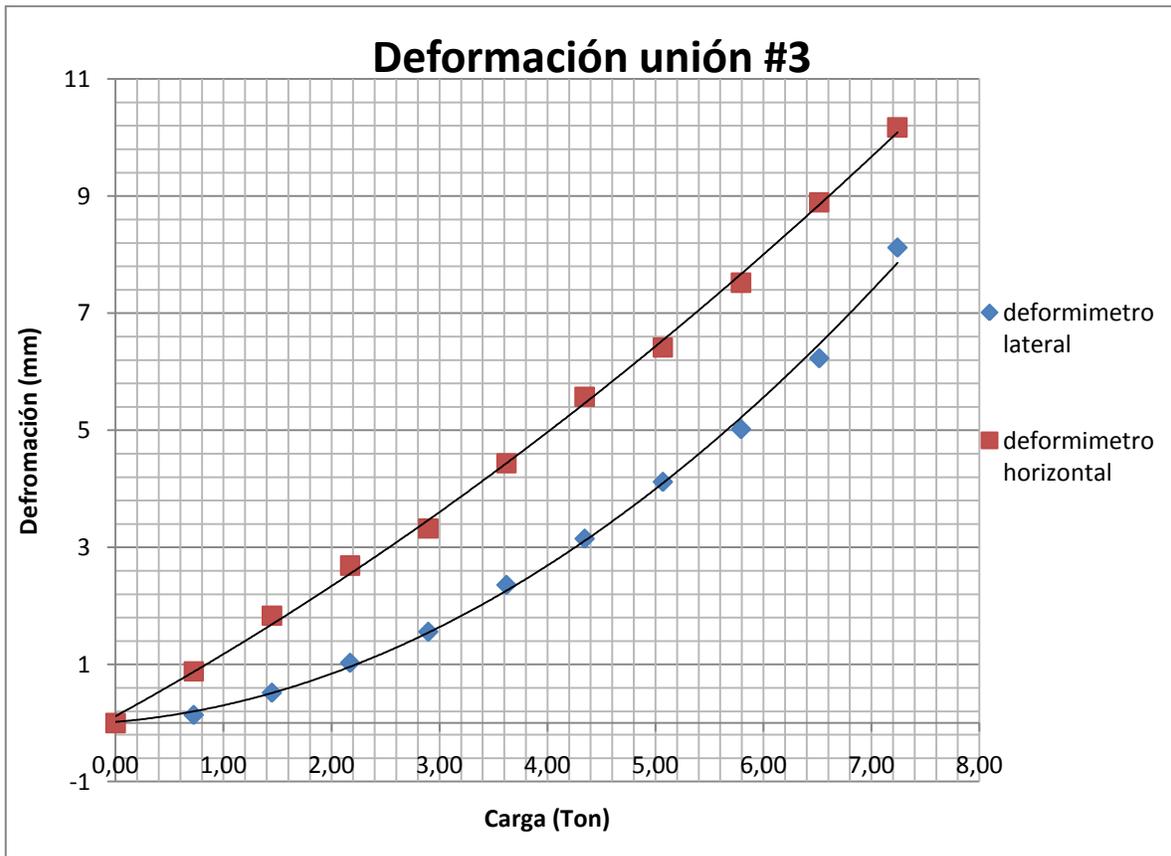
Gráfica 15. Comportamiento de la unión # 2.

4.3. UNIÓN # 3

Las deformaciones que se obtuvieron fueron las siguientes:

# VUELTAS	CARGA (Kg)	CARGA (Ton)	DEFORMIMETRO LATERAL (mm)	DEFORMIMETRO HORIZONTAL (mm)
0	0	0,00	0	0
2	724	0,72	0,14	0,88
4	1448	1,45	0,52	1,83
6	2172	2,17	1,03	2,69
8	2896	2,90	1,56	3,32
10	3620	3,62	2,36	4,44
12	4344	4,34	3,15	5,57
14	5068	5,07	4,12	6,42
16	5792	5,79	5,02	7,52
18	6516	6,52	6,23	8,89
20	7240	7,24	8,12	10,17

Tabla 9. Deformaciones unión # 3.



Gráfica 16. Comportamiento de la unión # 3.

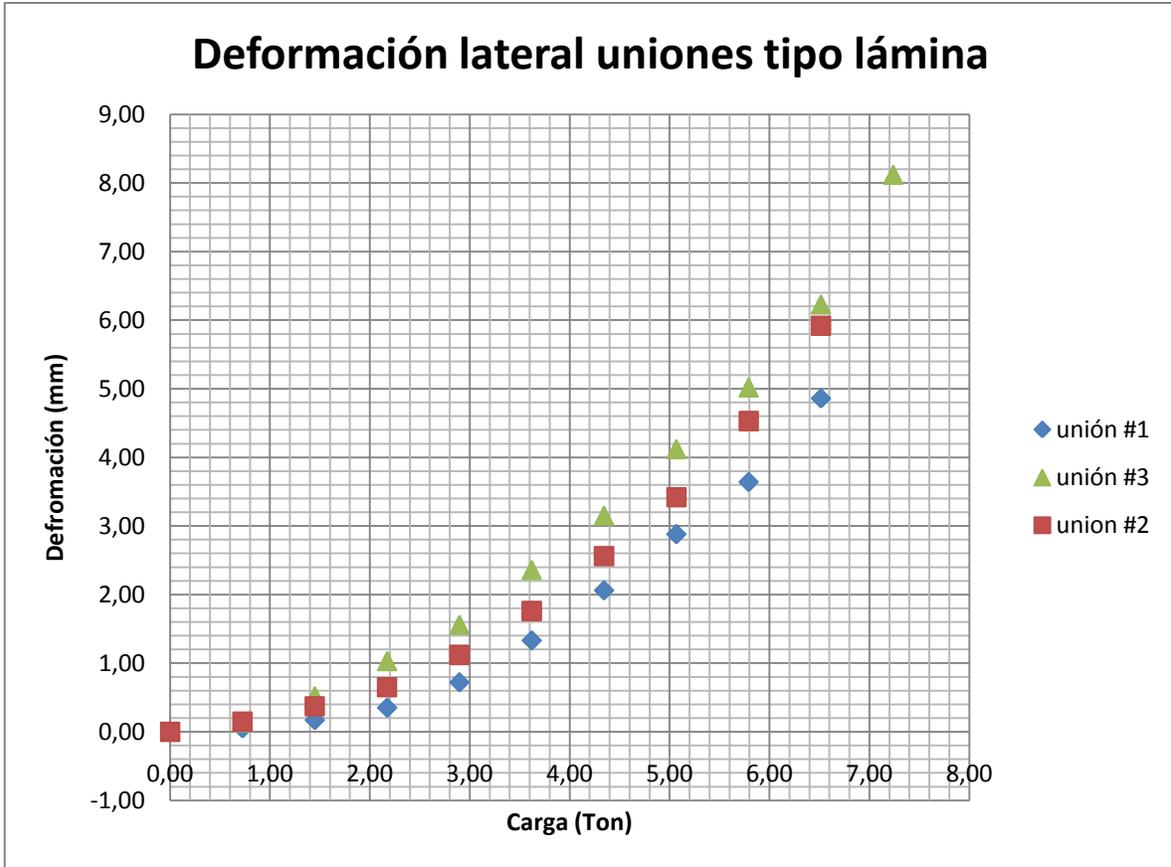
4.4. DEFORMACIÓN LATERAL Y DEFORMACIÓN LATERAL

Para este tipo de ensayo, se analizo la deformación horizontal y la deformación lateral de las 3 uniones que se usaron para el ensayo tipo lámina. A continuación aparece una tabla donde se observan dichas deformaciones para las 3 uniones que se usaron:

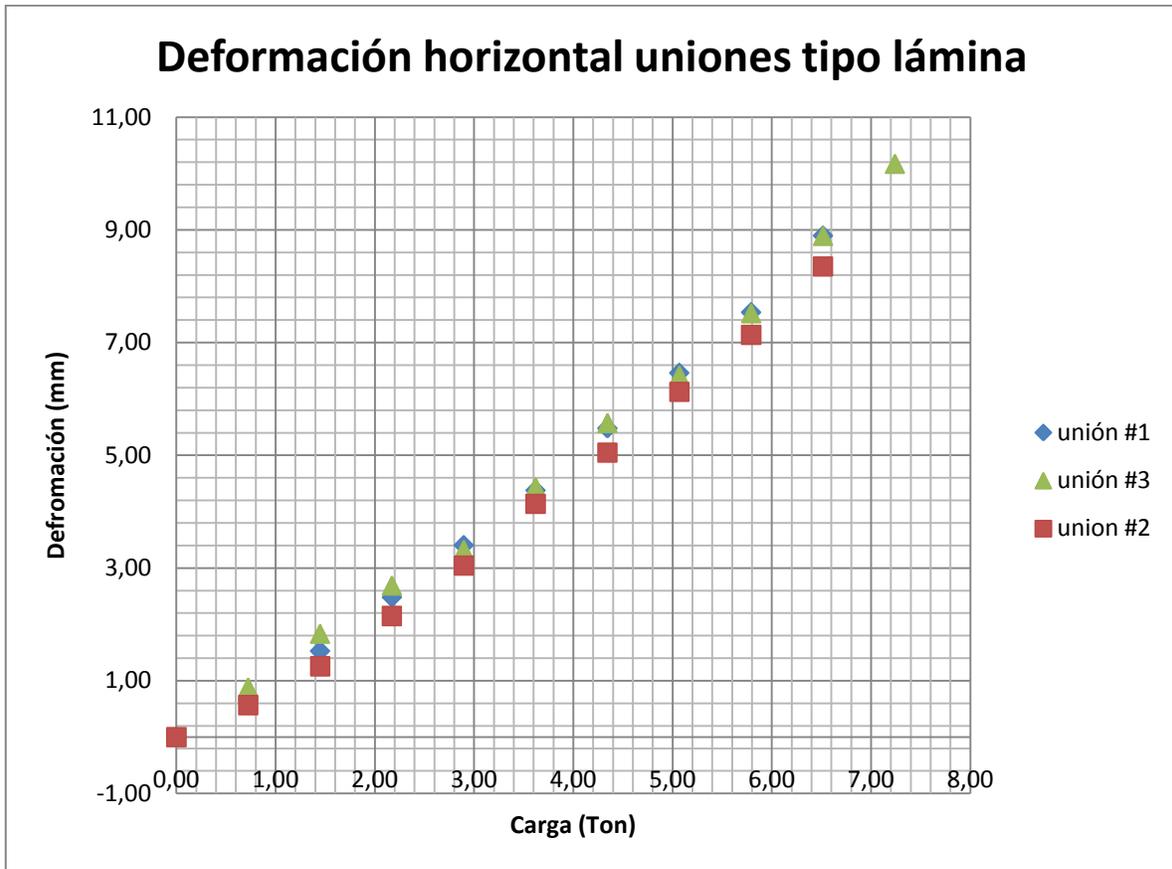
Unión #	Tipo de	Carga (Ton)	Deformación lateral (mm)	Deformación horizontal	Ángulo final
1	Platinas	0,00	0,00	0,00	84
		0,72	0,05	0,66	
		1,45	0,17	1,53	
		2,17	0,35	2,48	
		2,90	0,72	3,40	
		3,62	1,33	4,38	
		4,34	2,06	5,48	
		5,07	2,88	6,46	
		5,79	3,64	7,54	
		6,52	4,86	8,90	
2	Platinas	0,00	0,00	0,00	82
		0,72	0,15	0,57	
		1,45	0,37	1,26	
		2,17	0,65	2,15	
		2,90	1,12	3,04	
		3,62	1,76	4,14	
		4,34	2,56	5,05	
		5,07	3,42	6,13	
		5,79	4,53	7,14	
		6,52	5,92	8,35	
3	Platinas	0,00	0,00	0,00	80
		0,72	0,14	0,88	
		1,45	0,52	1,83	
		2,17	1,03	2,69	
		2,90	1,56	3,32	
		3,62	2,36	4,44	
		4,34	3,15	5,57	
		5,07	4,12	6,42	
		5,79	5,02	7,52	
		6,52	6,23	8,89	
		7,24	8,12	10,17	

Tabla 10. Deformación lateral y deformación horizontal uniones tipo ángulo.

Las gráficas que se obtuvieron fueron las siguientes:



Gráfica 17. Deformación lateral uniones tipo lámina.



Gráfica 18. Deformación horizontal uniones tipo lámina.

CONCLUSIONES

- El ángulo en promedio que se genera después de llevar las uniones tipo ángulo a la falla ($88,7^\circ$) es mayor que el ángulo promedio que se genera después de llevar las uniones tipo lámina a la falla (82°); esto nos indica que la unión tipo ángulo es más rígida que la unión tipo lámina, por lo tanto el primer tipo de unión es más estable y se recomienda usar este tipo de uniones.
- Las deformaciones en las uniones tipo ángulo se comportan muy similares, las deformaciones tanto lateral como horizontal tienen datos muy parecidos.
- Las deformaciones en las uniones tipo lámina tienen comportamientos muy independientes, las deformaciones laterales son más altas que las deformaciones horizontales en este tipo de uniones.
- Las uniones de tipo ángulo sufren menos desprendimientos de las tapas que las uniones de tipo lámina.