



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Estudio experimental de la capacidad de carga y comportamiento en flexión de paneles con alma de poliuretano

TESIS PROFESIONAL
para obtener el título de
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

MARIANO EZEQUIEL

LÓPEZ SÁINZ JULIO CÉSAR

DIRECTOR DE TESIS

M.I HECTOR JAVIER GUZMÁN OLGUÍN

Ciudad Universitaria, México, Abril 2012.



Agradecimientos – Mariano Ezequiel

A mis padres Néstor Alberto Mariano Bonigo y Sonia Silvente Keller, quienes estuvieron apoyándome de manera incondicional no solo durante mi preparación profesional si no durante toda mi vida. Son mi mayor ejemplo a seguir en la vida debido a que son unas personas sumamente dedicadas y gracias a ello han logrado salir adelante, no solo por ellos si no por sus hijos también. De verdad les estoy muy agradecido y siempre estaré en deuda con ustedes, GRACIAS POR TODO CHICOS LOS AMO!

A mis hermanas, Nadia y Laura Mariano que se que a lo mejor no fui el hermano mas amoroso, paciente y ejemplar de todos, pero quiero que sepan que siempre estaré para cualquier cosa que necesiten y que esta tesis les sea un ejemplo para que vean que con dedicación y determinación todo puede ser posible y así poder salir adelante, las quiero muchísimo chicas, jamás lo olviden.

A mis abuelos Amílcar Benito Mariano y Osmar Darío Silvente que aunque hoy en día no se encuentran entre nosotros, sé que hubiera sido un gran orgullo que se titulara el primero de sus nietos como ingeniero. A mis abuelas Vilma Keller y María Dora Bonigo que me brindaron su cariño en todo momento desde que tengo memoria, Gracias por todos su cariño abuelitos.

A mi tía Mónica Silvente Keller y mi tío Andrés Mariano Bonigo que aunque estamos lejos se que siempre han estado pendiente y sé que me apoyarían en todo momento en caso de necesitarlos.

A mis primas Marcia y Flavia Moyano al igual que a Valeria Mariano que siempre me han brindado todo su cariño y apoyo posible

Al M.I. Luis César Vázquez Segovia quien fue una persona que me apoyo y ayudo a salir adelante durante el transcurso de mi carrera profesional y hoy en día es un gran amigo.

Al M.I. Héctor Guzmán Olguín, nuestro mentor, aquella persona que logro que hoy en día pudiéramos presentar la tesis.

A Diana Estrada, quien estuvo a mi lado en los momentos mas difíciles de mi carrera y aun así logro soportarme y quedarse a mi lado sin importar lo que pasara, Gracias por todo beibi TE AMO!

A mis amigos Jordi Messeguer, Ricardo Gordillo, Chiki Azuara, Enrique Chirino, Pierre Barón y Alberto Tapia, personas fundamentales en el transcurso de mi vida, a su lado pase muchísimos momentos increíbles que me convirtieron en la persona que soy hoy en día.

A Julio César López Sainz, quien fue no solo mi compañero de tesis, si no un gran amigo con el cual cerramos un ciclo sumamente importante en nuestras vidas para poder seguir con una nueva etapa.

A la UNAM, que logro que hoy en día sea una persona preparada sin miedo a nuevos retos y problemas, capaz de afrontar cualquier situación que se me presente.

A todos ustedes, gracias por cada uno de los momentos que hemos pasado juntos y que me han convertido en la persona que soy ahora.

Agradecimientos – Julio César López Sáinz

A mis papas Roberto López Vidrio y Socorro Sainz Trujillo, quienes con su constancia y entrega han sido el más grande ejemplo de dedicación y superación. No solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general. LOS AMO JEFES!!

A Silvia y los gemelos (Bebeto y Miguel), mis hermanos, por su lealtad, ejemplo y sobre todo unión, con el fin de al menos igualar todo lo que mis papás han hecho por nosotros. Gracias por el apoyo incondicional y espero que para los gemelos este trabajo sirva como ejemplo.

Al resto de mi familia, abuelos, tíos, primos, por todo su cariño y apoyo

Al Ing. Carlos Calva, así como a Grupo MC Ingeniería, por la oportunidad de encontrar en ustedes una fuente de desarrollo profesional y que sin duda facilitaron mi proceso de aprendizaje en la carrera.

A Grupo PCA, por todo el apoyo brindado así como la confianza para desarrollar mis capacidades.

Al Ing. Héctor Guzmán Olguín, quien con su paciencia y conocimiento, me oriento en el desarrollo de la tesis.

A René y Gordillo, a quienes adopte como hermanos

A Ezequiel, gracias por tu amistad, apoyo y aportación para que podamos concluir una de las mejores etapas de nuestras vidas.

A la UNAM, por haber aportado todos los recursos posibles que me han ayudado a desarrollar mi potencial en el ámbito profesional y académico.

A tod@s mis amig@s por todas las experiencias vividas

INDICE

“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y COMPORTAMIENTO EN FLEXIÓN DE PANELES CON ALMA DE POLIURETANO”

INTRODUCCIÓN.....	2
I. Normatividad para el desarrollo de los ensayos	
1.1 Alcance.....	4
1.2 Características de las muestras.....	4
1.3 Carga.....	5
1.4 Medidas de deformación.....	6
1.5 Reportes.....	6
1.6 Precisión y tendencia.....	7
1.7 Significado y uso.....	7
1.8 Carga transversal - Espécimen horizontal.....	8
II. Preparación y Realización de los ensayos en el laboratorio	
2.1 Descripción del marco de carga.....	11
2.2 Descripción de los apoyos.....	13
2.3 Distribución de cargas.....	14
2.4 Instrumentación de precisión LVDT.....	15
2.5 Ensayes de acuerdo a la Norma ASTM E-72-05.....	17
III. Análisis de resultados y graficas de comportamiento	
3.1 Resultado de los ensayos.....	18
3.2 Tablas de Carga por producto.....	34
IV. Ejemplo de aplicación	
4.1 Descripción y ubicación del ejemplo en estudio.....	65
4.2 Revisión de la fachada.....	67
4.3 Velocidad de Diseño	68
4.4 Determinación de la presión de diseño, pz.....	70
4.5 Comparativa del Análisis marcado por la Norma TC y el estudio en el panel Superwall Clean 3”.....	71
4.6 Distribución de fuerza en elemento estructural columna.....	73
V. Conclusiones	

Introducción

Los Ingenieros, no solo tienen que desarrollar la capacidad de solucionar problemas con respaldos técnicos, también es de suma importancia que la solución al problema sea eficiente, desde el punto de vista económico, social, ecológico, e incluso hasta político. Es decir buscar una solución óptima.

Ahora bien, como ingenieros civiles desde los procesos de planeación, análisis, diseño y/o construcción, se busca que dicha solución se vea reflejada en todos los procesos, siempre cumpliendo con las especificaciones exigidas por normas y reglamentos, y regidos por una ética profesional que proporcione seguridad y funcionalidad en cualquier proyecto.

Otra disciplina que también se involucra en los buenos resultados en las actividades citadas es la investigación, ya que de ella resultarán análisis de nuevas propuestas en el campo del diseño estructural, permitiendo abonar información para crear infraestructura que cumpla con los requerimientos de seguridad y servicio.

En el presente trabajo de tesis se plantea el interés de conocer el comportamiento que tienen los paneles con alma de poliuretano, así como su capacidad de carga, para así poder ofrecer información experimental que permita contar con valores índice de resistencia para este tipo de productos; el trabajo desarrollado en el laboratorio fue realizado de acuerdo a la norma ASTM-E-72-05, norma generada por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, Institución dedicada al diseño de una infinidad de pruebas para el laboratorio y campo, y desarrolladora de materiales.

Los procesos experimentales realizados y basados en la norma citada permitieron encontrar información de comportamiento y capacidad de carga en un claro de prueba definido, sin embargo el trabajo de gabinete permitió extrapolar esta información para diferentes claros, logrando gráficas de proyección útiles para diseñadores que hagan uso de este producto.

El desarrollo de este estudio fue patrocinado por la empresa METECNO, empresa dedicada a la fabricación y distribución de este tipo de paneles. Los productos de este tipo también son producidos por otra firma de nombre Multipanel, sus productos tendrían exactamente el mismo tratamiento técnico y experimental desarrollado en el laboratorio.

Con el uso de este tipo de paneles, se logra que el proceso constructivo sea de mayor eficiencia y optimización, lo que permite ahorrar tiempo, y por ende recursos económicos, logrando cumplir con las expectativas de los objetivos. Estos paneles ofrecen una construcción ágil debido a que son livianos y rígidos permitiendo así su rápido

ensamblaje, presentan resistencia a distintos fenómenos como viento, lluvia o cualquier otro evento hidrometeorológico, así como incendios y sismos, entre otros.

En el capítulo I, se describe con detalle la normatividad a seguir para el desarrollo de los ensayos en flexión, basados en la norma ASTM-E-72-05, en la cual se encuentran los procedimientos que se deben seguir para la obtención de resultados confiables. La infraestructura del laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería cuenta con todos los implementos necesarios para caracterizar todos los requisitos marcados por esta norma, lo que nos permitió realizar el estudio.

El capítulo II, trata de la forma en la que se implementó el modelo del ensaye y su preparación, describiendo de manera detallada las características que deben cumplir los apoyos y sistema de carga en las pruebas y se estableció la sistematización del proceso de los diferentes tipos de paneles.

En el capítulo III se presentan los resultados y gráficas obtenidos durante el proceso experimental y el análisis de extrapolación para claros alternativos.

En el capítulo IV, se presenta un ejemplo práctico en el que se utiliza parte de la información generada en el estudio.

I Normatividad para el desarrollo de los ensayos

En el proceso de diseño de estructuras con el uso de materiales existentes o nuevos, se requieren datos técnicos precisos que establezcan la resistencia, rigidez, elasticidad, etc. Y características básicas de los elementos empleados en los distintos sistemas de construcción.

Para ello, la información técnica necesaria para su uso en la ingeniería estructural, tiene su base en la información generada en los estudios experimentales de capacidad de carga y comportamiento de materiales y elementos estructurales.

Los datos así obtenidos permitirán que los diseñadores estructurales posean información de los parámetros índice obtenidos experimentalmente, lo que sin duda repercutirá en la generación de estructuras con resistencia y comportamiento confiable.

Estos datos tienen su origen en un trabajo experimental que se basa regularmente en procesos normalizados que permiten seguir un procedimiento.

Los estándares de un procedimiento normado pretenden homologar las pruebas en materiales y elementos estructurales con el fin de obtener información de su comportamiento.

Para el presente trabajo se utilizó la norma **ASTM-E-72-05**, con título **Standard Test Methods of Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction**, de la cual se presenta la parte íntegra del texto que trata sobre el ensaye de flexión:

1. Alcance.

Estos métodos de prueba cubren los siguientes procedimientos para determinar las propiedades estructurales de construcciones de segmentos de muro, piso y cubierta:

Las unidades métricas serán consideradas como las principales unidades estándar

2. Características de las muestras

2.1 Tamaño: Deberán ser al menos 3 muestras para cada prueba, las cuales deberán ser construidas para representar secciones de muro, pisos o techos.

2.2 Largo o alto: El largo o alto de cada muestra deberá ser escogido conforme el largo o alto del elemento en uso

2.3 Ancho: El ancho de la muestra deberá ser escogido en la medida de lo posible, para incluir varios miembros de cargas principales para asegurar que el comportamiento debajo de la carga será simulado bajo cargas de servicio.

El ancho de las muestras deberá ser de 1.2 m

2.4 Antigüedad: La muestra deberá ser probada no antes de los 25 días o más de 31 días después de la fabricación.

3. Carga

3.1 Aparato: La máquina de prueba deberá cumplir con los requerimientos mencionados en esta norma.

3.2 Aplicación de Carga: Aplicar la carga a todos los especímenes en todas las pruebas suficientes para poder seleccionar un número de lecturas de tal manera que se pueda obtener la curva de *carga-deformación* definitiva. Registrar la lectura inicial de la carga y la lectura de deformación. Tomar los datos sin carga alguna o con una inicial muy baja. Incrementar la carga hasta el primer incremento y registrar la deformación obtenida. Aumentar la carga a dos incrementos y registrar el conjunto, cuando se libera de la carga inicial. Seguir esta secuencia de lecturas para tres incrementos, cuatro incrementos, etc., de carga. Cuando para cada espécimen el comportamiento de este bajo una carga indica que puede fallar repentinamente y dañar el aparato de *medidas de deformación*, quitar el aparato del espécimen e incrementar la carga continuamente hasta llegar a la máxima carga que pueda ser aplicada para el espécimen determinado.

3.3 Duración de la carga aplicada: Después de que cada incremento de carga es aplicado, mantener el nivel de carga lo mas constante posible por un periodo de 5 minutos (ver nota 1). Imprimir las lecturas iniciales y las de 5 minutos en forma de curva carga deformación. Mantener completos los registros tiempo-deformación alrededor de la prueba.

NOTA 1-Razones para la aplicación de 5 minutos de nivel constante de incremento de cargas son los siguientes:

(1) Para permitir el ensamblaje de llegar a una prioridad substancial antes de tomar la segunda serie de lecturas (Dependiendo del método empleado para la aplicación de la carga de prueba, para poder continuar puede ser necesario hacerlo bajo un rango reducido, para que el dispositivo de carga pueda mantener una carga constante durante el período de 5 min.)

(2) Para proveer tiempo suficiente para hacer todas las observaciones. (Intervalos de tiempo mas largo pueden ser necesarios bajo ciertas condiciones.)

(3) tener en cuenta cualquier deformación dependiente del tiempo o la redistribución de carga, o ambos, y registrar con precisión el nivel de carga cuando la deformación de tiempo-dependiente inicie, es decir, a la divergencia de las curvas carga-deformación inmediatas y retardadas. Este nivel de carga puede, bajo ciertas condiciones, tener una influencia importante en la carga de diseño.

(4) Para ser capaz de detener la prueba, si esta debe ser conveniente, antes del total fracaso.

(5) Para asegurar la uniformidad en las pruebas y la consistencia en los resultados de estas.

4. Medidas de deformación.

Medir las deformaciones con suficiente precisión para definir la relación carga-deformación y reportar al menos los más cercanos a los 25mm.

El aparato especificado para medir las deformaciones para cualquier carga puede ser remplazado por otro aparato asignado que permita lecturas de deformación que sean equivalentes en precisión a aquellos aparatos específicos.

5. Reportes

Mostrar los resultados de cada una de las pruebas de forma gráfica, como se ilustra en la figura. 1. Cargas como ordenadas y las deformaciones como abscisas para todas las pruebas. Habrá al menos tres muestras para cada prueba, y los resultados de cada prueba se muestran en el mismo gráfico. Mostrar los puntos de deformación bajo carga por círculos abiertos y los de conjunto por los círculos sólidos. Promediar los tres valores, ya sea para la deformación o el conjunto y marcar el valor del promedio en la grafica. Dibujar una curva suave entre los puntos medios para mostrar el comportamiento promedio de la construcción.

Las curvas de carga-deformación serán las líneas continuas y las curvas de carga-conjunto deberán ser líneas discontinuas. Aunque el espécimen en particular para cada punto de la gráfica no se ha designado, registrarlo en la hoja de datos del laboratorio. Si las lecturas se obtienen en una mayor carga para algunas muestras que para otras, graficar todos los valores, pero dibujar las curvas solamente de los valores promedio para los cuales hay 3 valores.

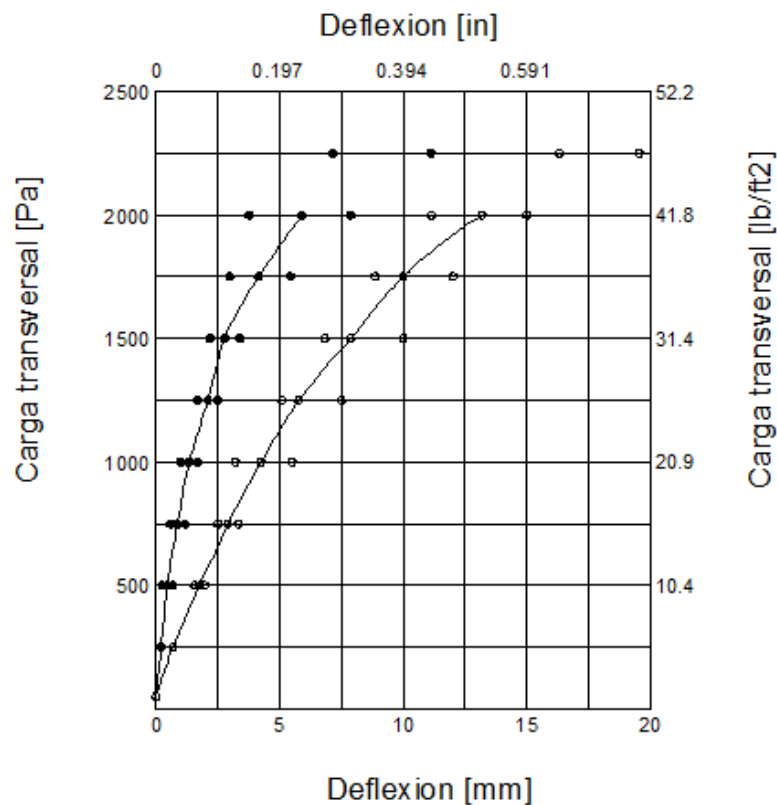


Figura 1-1. Gráfica de resultados

6. Precisión y Tendencia

No hay información ya sea en el de precisión o en la parcialidad de estos métodos de prueba debido a la variedad de materiales y combinaciones de los materiales involucrados.

Probando cubiertas

7. Significado y Uso

Los procedimientos descritos son los que pondrán a prueba el comportamiento de los sectores de la construcción del muro en condiciones representativas de los que se encuentran en servicio. Criterios de rendimiento basados en los datos de esos procedimientos pueden garantizar adecuación estructural y vida útil.

8. Carga Transversal – Espécimen Horizontal

8.1 Especímenes de Prueba: Las pruebas serán hechas sobre tres especímenes del mismo modo en montajes simétricos y seis especímenes del mismo modo en montajes asimétricos, cada uno teniendo una longitud igual a la longitud del elemento y un ancho nominal de 1.2 m (4 ft)

8.2 Aparato: El aparato será montado como se muestra en la Fig.1-2 y se acomodará a los requerimientos detallados para partes de componentes prescritos en *apoyos, montajes de carga y medidor de deflexión*, o lo equivalente.

8.2.1 Apoyos: Dos rodillos de acero con una placa de acero entre cada rodillo de apoyo y el espécimen.

8.2.2 Montaje de Carga: Dos rodillos de acero con una placa de acero entre cada rodillo de carga y el espécimen.

8.2.3 Medidor de deflexión: Un marco será colocado sobre la cara superior del espécimen. Para evitar esfuerzos que deformen el marco al mismo tiempo que el espécimen se deforme bajo carga, este marco descansará en tres bolas de acero endurecido, cada una soportada por un bloque de acero sobre la cara del espécimen. Dos de las bolas serán colocadas en una línea verticalmente encima de un apoyo y la tercera bola verticalmente encima del otro apoyo. Dos dispositivos de medición de deflexión, uno cerca de cada borde longitudinal del espécimen será unido al marco a la mitad del claro. Los pernos descansarán sobre la cara superior del espécimen. Los dispositivos estarán graduados a 0.025 mm (0.001 in) o menos.

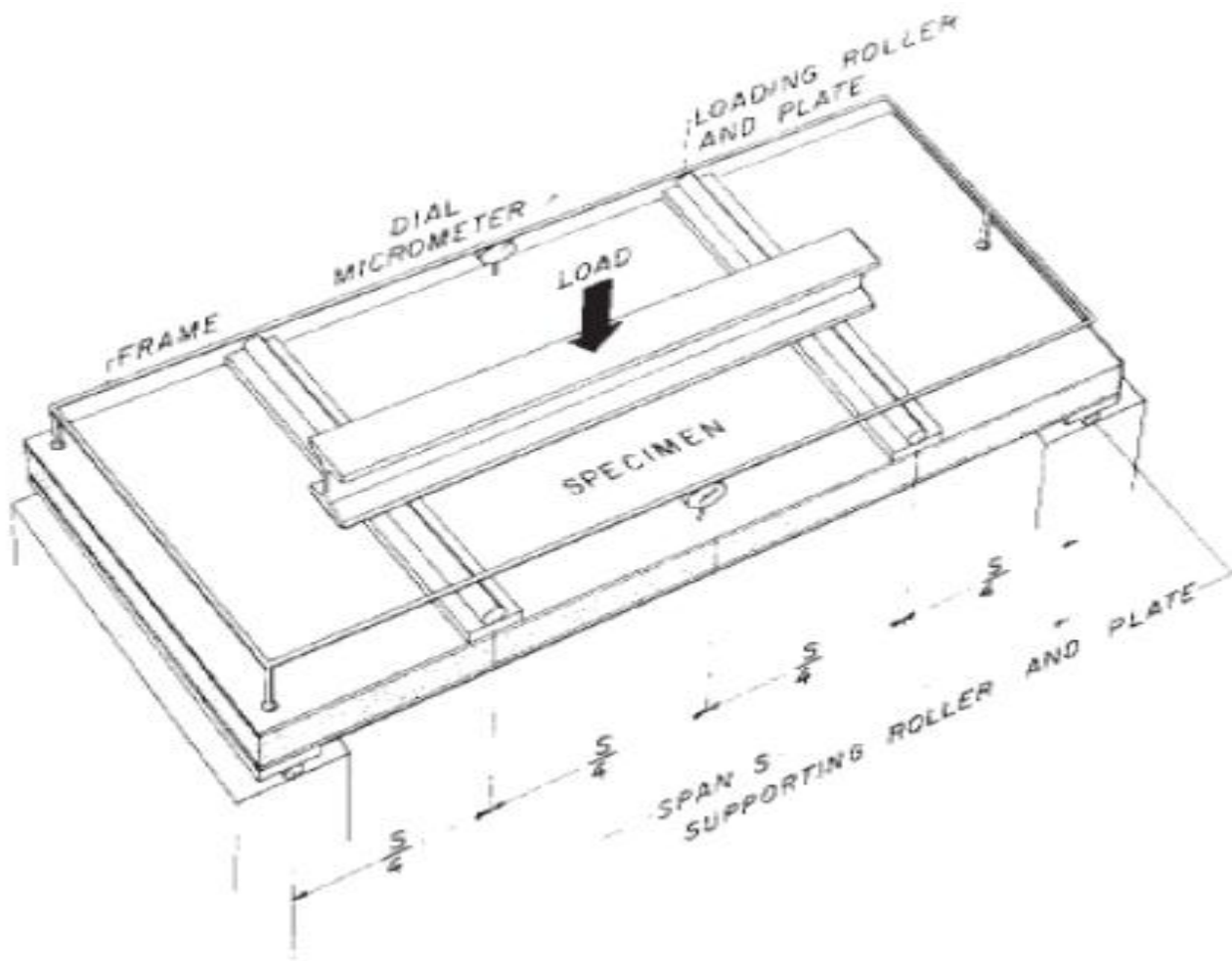


Figura 1-2. Carga transversal en espécimen horizontal

8.3 Procedimiento:

- 8.3.1 Cargando: Use carga en dos puntos para pruebas de carga transversal. Pruebe el espécimen como una viga simple en un claro de 150 mm (aproximadamente 6 in) menos que la longitud del espécimen. Aplique dos cargas iguales, cada una a una distancia de un cuarto del claro desde los apoyos, hacia la mitad del claro. Para especímenes de muro probados horizontalmente la carga en el espécimen incluirá el peso del espécimen entre los apoyos. Aplique las cargas transversales a la cara exterior para tres de los especímenes y a la cara interior para tres de los especímenes. Para montajes simétricos, pruebe solamente tres especímenes.
- 8.3.2 Carga uniformemente distribuida: Puede usarse en lugar de carga en puntos a un cuarto (del claro desde los apoyos), si un método satisfactorio está disponible. La resistencia transversal para cualquier claro puede ser mayor para algunas construcciones bajo carga uniformemente distribuida que bajo cargas aplicadas en los puntos a un cuarto de claro. La carga transversal, uniformemente distribuida, puede aplicarse por presión de aire, ya sea en una bolsa o en una cámara teniendo el espécimen como una cara. Apoye los especímenes probados bajo carga uniforme por rodillos como para carga en punto a un cuarto del claro.

8.4 Cálculos y Reporte:

- 8.4.1 Datos de Carga-Deflexión: Para cada micrómetro, calcule la deflexión bajo una carga dada como la diferencia entre la lectura para la división más cercana del micrómetro cuando la carga es aplicada y la lectura inicial. Calcule la deflexión del espécimen para el claro como el promedio de las deflexiones obtenidas de cada uno de los dos micrómetros. Calcule las deformaciones bajo la carga inicial usando un método similar. Registre la carga máxima para cada espécimen.
- 8.4.2 Presentación de los Datos – Reporte los resultados en la forma de una gráfica de acuerdo con la sección 6.

II Preparación y realización de los ensayos

En el Laboratorio de Materiales de la F.I, y utilizando la maquina universal AMSLER con su marco de carga para elementos grandes y el sistema de adquisición de datos y con la instrumentación adecuada de acuerdo con lo marcado por la norma ASTM-E-72-05, se realizo el trabajo experimental de inspección de los paneles motivo del presente estudio.

Dicho trabajo se realizo mediante la aplicación de cargas sobre los elementos, entregados por la empresa METECNO, por medio de un distribuidor de carga a lo ancho de los paneles, la simetría del sistema permitió ubicar a los medidores de la deflexión en sitios donde esta fuera máxima, con objeto de poder establecer las los desplazamientos máximos permisibles asociados a las cargas que los genero.

1. Descripción del marco de carga

El ensaye se realizo dentro del marco de carga del equipo AMSLER con capacidad de hasta 50 ton, mediante la aplicación de cargas distribuidas a L/4 de los apoyos sobre los paneles sujetos a estudio lo que permite que el medio central se encuentre exento de fuerza cortante, apareciendo exclusivamente momento flexionante. El ensaye de los paneles tiene el diseño que muestra la figura 2-1.



*Figura 2-1. Marco de carga.
Descripción detallada del marco de carga*

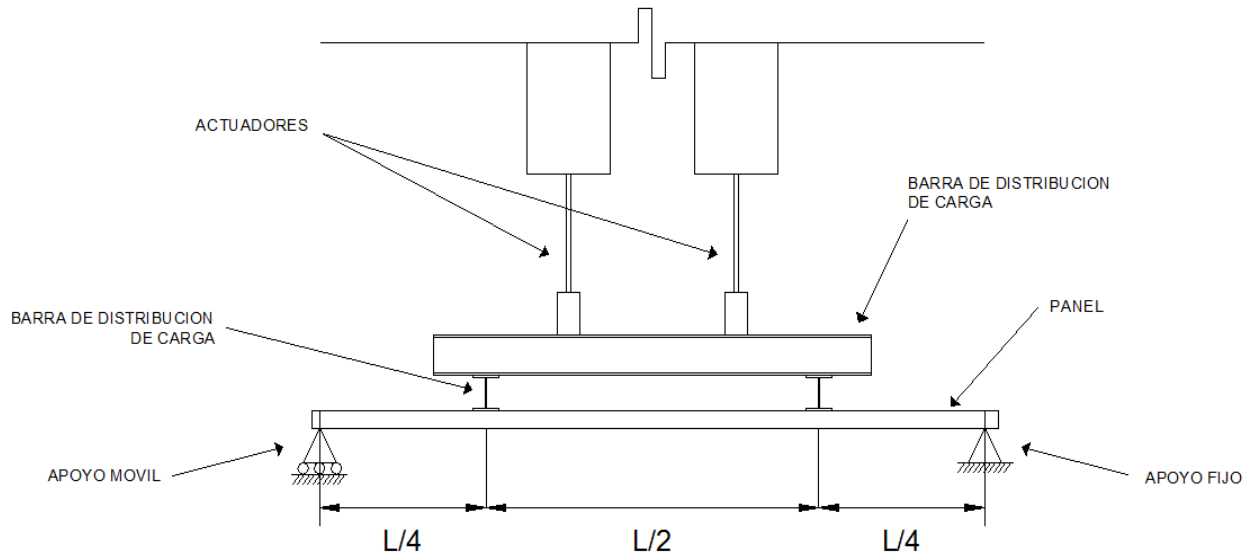


Diagrama de Cuerpo Libre

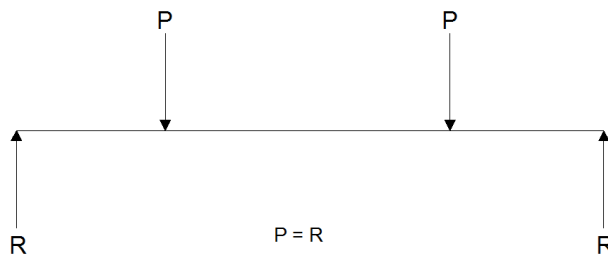
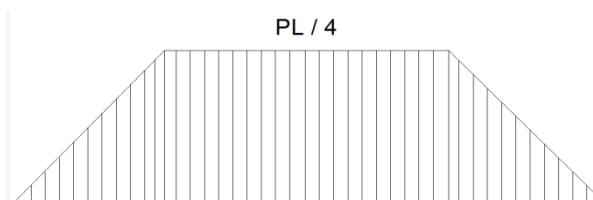


Diagrama de Cortante



Diagrama de Momentos flexionantes



2. Descripción de apoyos

Estos fueron realizados apegados a la norma ASTM-E-72-05, el marco de carga en el que fue adaptado el ensayo está provisto de dos apoyos especialmente hechos para este tipo de ensayos, uno está facultado para permitir exclusivamente giros, el otro además de giros permite el libre desplazamiento horizontal, tal que se permita el perfecto desempeño de la flexión, logrando así la obtención de un elemento viga estructural probado y del material o materiales que lo conformen. Dichos apoyos se muestran en las figuras 2-2 y 2-3.



Figura 2-2. Apoyo articulado móvil

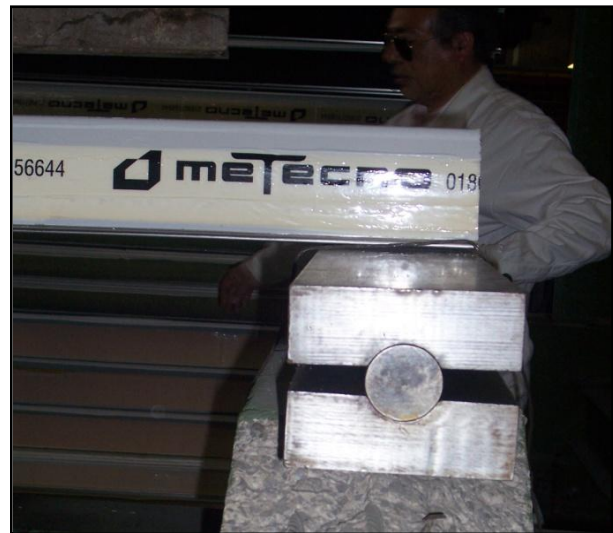


Figura 2-3. Apoyo articulado fijo

3. Distribución de cargas

La fuerza fue aplicada con los actuadores, que a su vez fue distribuida con un sistema de barras, a lo ancho del panel de acuerdo a lo descrito por el modelo señalado en la norma, como se muestra en la figura 2-4.



Figura 2-4. Aplicación de la fuerza, distribuida a lo ancho del panel

Debido al arreglo implementado, se aseguro que la distribución de la fuerza fuera aplicada de manera uniforme en los paneles estudiados, la sencillez de este permitió que en la realización de los ensayos esta se pudiera reproducir con rapidez en cada uno de ellos.

4. Instrumentación de precisión LVDT

El Transductor de Desplazamiento de Variación Lineal (LVDT) es un dispositivo para medir desplazamiento, que provee un voltaje de salida de CA proporcional al desplazamiento de su núcleo que pasa a través de sus devanados. Los LVDTs proveen una salida lineal para pequeños desplazamientos mientras el núcleo permanezca dentro del bobinado primario. La distancia exacta es función de la geometría del LVDT. Este provee una relación lineal entre el desplazamiento y el voltaje, mientras el núcleo se exponga a todas las espiras del bobinado primario, como se aprecia en la fig. 2-5.

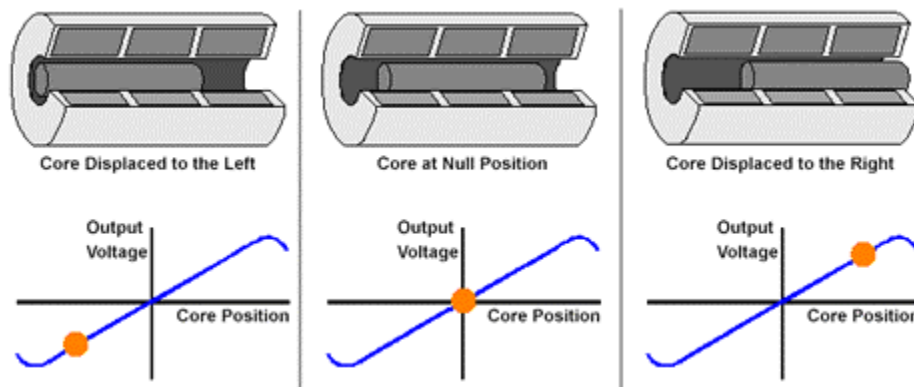


Figura 2-5. Funcionamiento LVDT.

Teoría de operación

Un LVDT es muy parecido a cualquier otro transformador, el cual consta de un bobinado primario, bobinado secundario, y un núcleo magnético. Una corriente alterna, conocida como la señal portadora, se aplica en el bobinado primario. Dicha corriente alterna en el bobinado primario produce un campo magnético variable alrededor del núcleo. Este campo magnético induce un voltaje alterno (CA) en el bobinado secundario que está en la proximidad del núcleo.

Como el núcleo se desplaza, el número de espiras expuestas en el bobinado secundario cambia en forma lineal. Por lo tanto la amplitud de la señal inducida cambiará también linealmente con el desplazamiento.

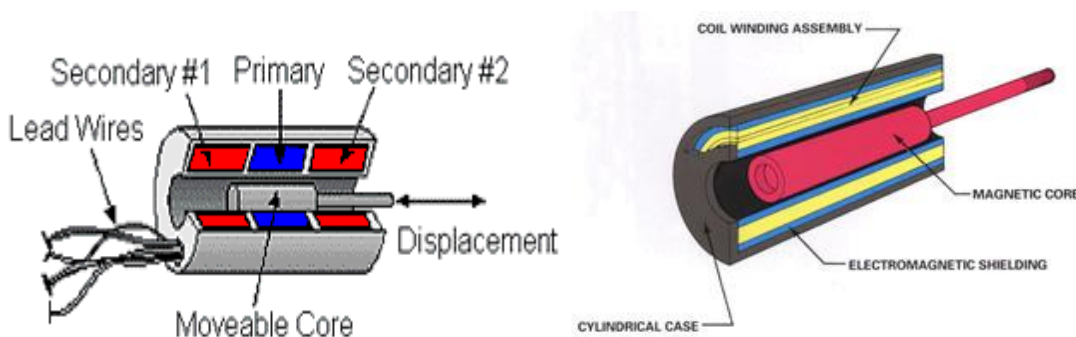


Figura 2-6 y 2-7. Vista interna de dispositivo LVDT.

La instrumentación del arreglo de la prueba se realizó mediante el dispositivo LVDT, mismo que nos permitió conocer la deflexión aparecida en los paneles cargados con magnífica precisión, acoplado a un sistema de adquisición de datos, estos datos de carga y desplazamiento fueron capturados en tiempo real, el dispositivo LVDT y la celda de carga se puede observar en las figuras 2-6 y 2-7.

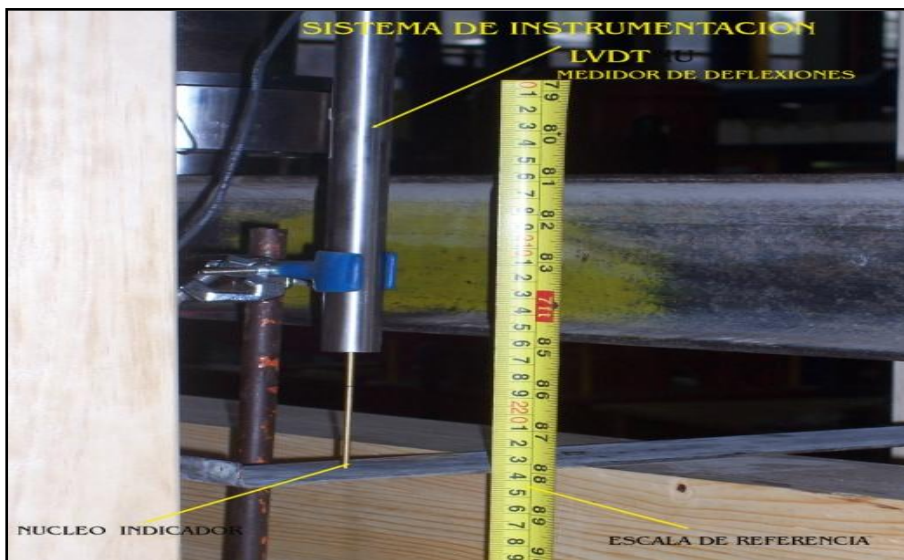


Figura 2-8 y 2-9. Los dispositivos LVDT con los que fueron instrumentados los paneles se localizaron en los extremos de la parte media.

5. Ensayes de acuerdo con la Norma ASTM E-72-05

Los ensayos de los paneles, se realizaron en condiciones similares, siempre siguiendo lo marcado por la Norma ASTM-E-72-05.

Los instrumentos anteriormente descritos como lo son el marco de carga AMSLER, los sensores LVDT y el sistema de adquisición de datos, permitieron que se obtuvieran los parámetros necesarios para el desarrollo de un análisis detallado y completo.

Estos datos de comparación fueron computados en tiempo real y analizados por un software, el cual nos iba arrojando gráficas que demostraron el comportamiento del panel sometido a fuerzas de flexión.



Figura 2-10. Desarrollo del ensaye para los paneles probados en el Laboratorio de Materiales del Departamento de Estructuras.

El resultado operativo de los ensayos fue exitoso ya que todos los elementos programados, se probaron hasta alcanzar su máxima carga, el funcionamiento de los sensores de carga y desplazamiento conectados al sistema de adquisición de datos, con el que el Laboratorio de Materiales cuenta fue adecuado, estos fueron colocados sobre los especímenes inspeccionados en el centro del claro.

Los registros de este proceso nos permitieron hacer curvas carga-deflexión de magnífica precisión, ya que los dispositivos mencionados no fueron retirados durante el ensaye hasta presentada la falla. Toda la información recabada fue utilizada para realizar los cálculos que marca la norma utilizada.

Capítulo III: Análisis de resultados y gráficas de comportamiento

Como parte del procedimiento establecido por la norma de referencia en capítulos anteriores, se presentan los resultados a través de gráficas y tablas que muestran el comportamiento y capacidad de carga de los paneles que fueron inspeccionados en flexión.

Para el proceso de ejecución de las pruebas, se realizaron 3 ensayos por cada uno de los 21 tipos de paneles estudiados, los cuales poseían características y dimensiones especificadas por el fabricante, por lo que fueron un total de 63 pruebas realizadas.

Por cada una de las 63 pruebas, y con el fin de describir las características del panel en estudio, se presenta una tabla la cual muestra los datos de estas.

1. Resultados de los ensayos.

Tabla No. 1,

	DEFLEXION TOTAL	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	MOMENTO MAXIMO	CARGA W EQUIVALENTE	DEFLEXION PERMISIBLE L/200	CARGA ASOCIADA	RELACION Wmax/Wper
	mm	kgf	m	m	kgf-cm	kgf/m	cm	kgf/m	
1	74.71	881.21	3	2.85	31393.1	309.2	1.425	58.98	5.2
	75.67	852.17	3	2.85	30358.7	299.0	1.425	56.31	5.3
	77.41	844.36	3	2.85	30080.3	296.3	1.425	54.54	5.4
PROMEDIO	75.93	859.25	3.00	2.85	30610.70	301.49	1.43	56.61	5.33
2	60.63	1152.51	3	2.85	41058.2	404.4	1.425	95.05	4.3
	63.74	1165.89	3	2.85	41534.7	409.1	1.425	91.46	4.5
	49.40	948.75	3	2.85	33799.3	332.9	1.425	96.03	3.5
PROMEDIO	57.92	1089.05	3.00	2.85	38797.40	382.12	1.43	94.18	4.06
3	88.00	1041.30	4	3.85	50112.6	270.5	1.925	59.16	4.6
	79.00	1049.30	4	3.85	50497.6	272.5	1.925	66.41	4.1
	80.43	1102.80	4	3.85	53072.3	286.4	1.925	68.56	4.2
PROMEDIO	51.36	935.39	4.00	3.85	45015.41	242.96	1.93	96.22	2.67
4	71.90	1460.61	4	3.85	70292.1	379.4	1.925	101.57	3.7
	65.40	1307.80	4	3.85	62938.0	339.7	1.925	99.99	3.4
	67.58	1315.22	4	3.85	63294.8	341.6	1.925	97.31	3.5
PROMEDIO	68.29	1361.21	4.00	3.85	65508.30	353.56	1.93	99.63	3.55
5	72.08	1686.11	3	2.85	60067.8	591.6	1.425	116.96	5.1
	80.80	1801.42	3	2.85	64175.6	632.1	1.425	111.47	5.7
	82.49	1766.28	3	2.85	62923.7	619.7	1.425	107.07	5.8
PROMEDIO	78.46	1751.27	3.00	2.85	62389.06	614.48	1.43	111.83	5.51
6	82.85	1348.11	4	3.85	64877.9	350.2	1.925	81.35	4.3
	85.90	1457.82	4	3.85	70157.7	378.7	1.925	84.85	4.5
	88.99	1504.88	4	3.85	72422.5	390.9	1.925	84.56	4.6
PROMEDIO	85.92	1436.94	4.00	3.85	69152.72	373.23	1.93	83.59	4.46
7	40.66	908.11	3	2.85	32351.3	318.6	1.425	111.66	2.9
	46.46	959.67	3	2.85	34188.4	336.7	1.425	103.27	3.3
	48.26	1073.46	3	2.85	38241.9	376.7	1.425	111.23	3.4
PROMEDIO	45.13	980.41	3.00	2.85	34927.20	344.00	1.43	108.72	3.17
8	35.78	1499.18	3	2.85	53408.4	526.0	1.425	209.53	2.5
	47.67	1717.30	3	2.85	61178.7	602.6	1.425	180.13	3.3
	35.93	1468.04	3	2.85	52298.9	515.1	1.425	204.28	2.5
PROMEDIO	39.79	1561.51	3.00	2.85	55628.65	547.90	1.43	197.98	2.79
9	46.56	1415.31	4	3.85	68111.9	367.6	1.925	151.97	2.4
	46.44	1475.24	4	3.85	70995.8	383.2	1.925	158.84	2.4
	45.59	1446.75	4	3.85	69624.7	375.8	1.925	158.65	2.4
PROMEDIO	46.20	1445.77	4.00	3.85	69577.44	375.52	1.93	156.49	2.40

Continuación de tabla No. 1,

	DEFLEXION TOTAL	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	MOMENTO MAXIMO	CARGA W EQUIVALENTE	DEFLEXION PERMISIBLE L/200	CARGA ASOCIADA	RELACION Wmax/Wper
	mm	kgf	m	m	kgf-cm	kgf/m	cm	kgf/m	
10	38.19	1342.16	4	3.85	64591.4	348.6	1.925	175.73	2.0
	42.59	1544.94	4	3.85	74350.1	401.3	1.925	181.38	2.2
	40.19	1450.49	4	3.85	69804.8	376.8	1.925	180.47	2.1
PROMEDIO	40.32	1445.86	4.00	3.85	69582.07	375.55	1.93	179.19	2.09
11	43.07	2072.29	3	2.85	73825.3	727.1	1.425	240.54	3.0
	47.79	2108.92	3	2.85	75130.3	740.0	1.425	220.67	3.4
	45.91	1968.14	3	2.85	70114.9	690.6	1.425	214.36	3.2
PROMEDIO	45.59	2049.78	3.00	2.85	73023.51	719.22	1.43	225.19	3.20
12	49.08	1766.08	4	3.85	84992.4	458.7	1.925	179.93	2.5
	51.52	1766.40	4	3.85	85008.1	458.8	1.925	171.44	2.7
	51.64	1775.78	4	3.85	85459.3	461.2	1.925	171.93	2.7
PROMEDIO	50.74	1769.42	4.00	3.85	85153.27	459.59	1.93	174.44	2.64
13	37.98	1485.92	3	2.85	52936.0	521.4	1.425	195.60	2.7
	36.18	1545.01	3	2.85	55041.1	542.1	1.425	213.52	2.5
	34.59	1513.22	3	2.85	53908.3	531.0	1.425	218.73	2.4
PROMEDIO	36.25	1514.72	3.00	2.85	53961.80	531.48	1.43	209.28	2.54
14	37.05	2139.69	3	2.85	76226.5	750.8	1.425	288.78	2.6
	31.97	1879.24	3	2.85	66948.0	659.4	1.425	293.91	2.2
	36.56	2148.89	3	2.85	76554.1	754.0	1.425	293.91	2.6
PROMEDIO	35.19	2055.94	3.00	2.85	73242.86	721.38	1.43	292.20	2.47
15	57.12	896.77	3	2.85	31947.4	314.7	1.425	78.50	4.0
	38.46	649.84	3	2.85	23150.5	228.0	1.425	84.49	2.7
	38.80	661.39	3	2.85	23562.1	232.1	1.425	85.22	2.7
PROMEDIO	44.79	736.00	3.00	2.85	26220.01	258.25	1.43	82.74	3.14
16	50.76	1136.60	3	2.85	40491.4	398.8	1.425	111.95	3.6
	43.70	906.20	3	2.85	32283.5	318.0	1.425	103.69	3.1
	54.34	1111.82	3	2.85	39608.5	390.1	1.425	102.29	3.8
PROMEDIO	49.60	1051.54	3.00	2.85	37461.12	368.96	1.43	105.98	3.48
17	39.06	1160.18	3	2.85	41331.3	407.1	1.425	148.52	2.7
	37.08	1050.83	3	2.85	37435.8	368.7	1.425	141.71	2.6
	38.32	1120.09	3	2.85	39903.3	393.0	1.425	146.14	2.7
PROMEDIO	38.15	1110.37	3.00	2.85	39556.79	389.60	1.43	145.46	2.68
18	40.90	886.78	3	2.85	31591.5	311.2	1.425	108.40	2.9
	39.09	958.55	3	2.85	34148.4	336.3	1.425	122.59	2.7
	39.29	966.87	3	2.85	34444.8	339.3	1.425	123.06	2.8
PROMEDIO	39.76	937.40	3.00	2.85	33394.90	328.91	1.43	118.02	2.79
19	34.40	1372.30	3	2.85	48888.2	481.5	1.425	199.46	2.4
	33.19	1256.47	3	2.85	44761.6	440.9	1.425	189.28	2.3
	33.84	1355.39	3	2.85	48285.6	475.6	1.425	200.27	2.4
PROMEDIO	33.81	1328.05	3.00	2.85	47311.80	465.98	1.43	196.33	2.37
20	42.54	1123.80	3	2.85	40035.5	394.3	1.425	132.08	3.0
	42.06	1114.90	3	2.85	39718.4	391.2	1.425	132.54	3.0
	39.80	1053.20	3	2.85	37520.1	369.5	1.425	132.32	2.8
PROMEDIO	41.47	1097.30	3.00	2.85	39091.33	385.02	1.43	132.31	2.91
21	40.79	1831.72	4	3.85	88151.7	475.8	1.925	224.53	2.1
	39.81	1824.67	4	3.85	87812.4	473.9	1.925	229.17	2.1
	41.25	1790.22	4	3.85	86154.5	465.0	1.925	216.98	2.1
PROMEDIO	40.62	1815.54	4.00	3.85	87372.86	471.57	1.93	223.56	2.11

La información contenida en la presente tabla proporciona la carga asociada a la deflexión permisible.¹

Deflexión permisible = $L/200$, para el claro completo del panel de línea.

¹ Deflexiones permisibles, establecidas en el RCGDF,

Curvas Carga-Deflexión

Durante las pruebas efectuadas se realizo la captura de datos, obteniéndose una gran cantidad de ellos, con la ayuda del sistema de adquisición de datos utilizado, captados por los instrumentos de carga y desplazamiento que nos permitieron obtener información para la construcción de las curvas Carga-Deflexión que se presentan a continuación con la misma secuencia que aparece en la tabla de resultados.

Para hacer más fácil la interpretación de resultados se ensamblaron las tres curvas de cada tipo, de los veintiún diferentes paneles probados.

Se muestran en la figura 3-1, algunas imágenes en las que es posible observar el control en pantalla de la información que se genera en la captura de datos durante los ensayos.



Figura 3-1. Pantalla de control del Sistema de Adquisición de Datos del Laboratorio de Materiales del Departamento de Estructuras.

El comportamiento de los paneles se produjo de acuerdo con los resultados obtenidos con una tendencia elástica y lineal, cada tipo de panel fue fotografiado, observándose la forma típica de la flexión, como lo muestra la figura 3-2.



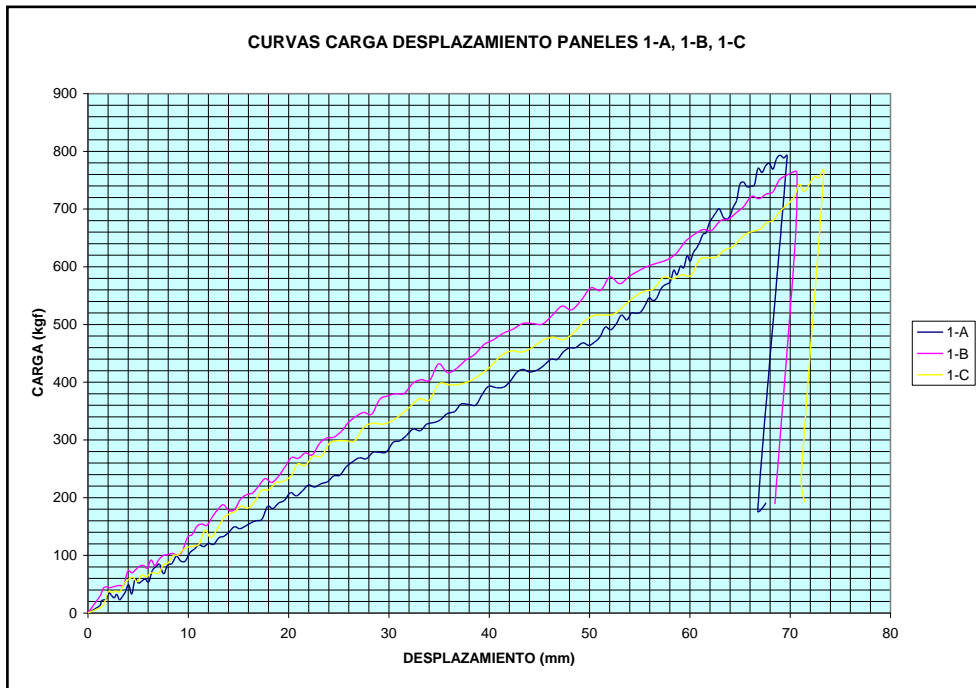
Figura 3-2. Pruebas a los paneles “Metecno”, en el marco de carga del Laboratorio de Materiales de la F.I.

Las gráficas son indispensables para describir de manera sencilla el comportamiento del panel. Dichas gráficas muestran una curva de carga contra desplazamiento, la cual permite un análisis en los diferentes rangos de compartimiento por los que transcurrieron estos paneles.

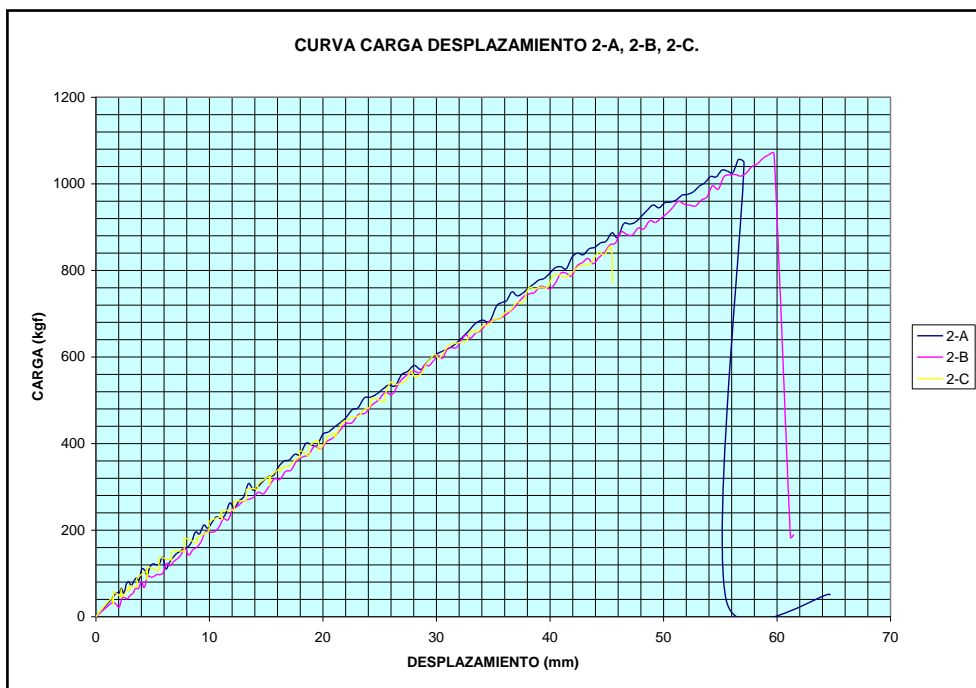
Cada una de las gráficas contiene 3 curvas que corresponden a cada panel del mismo tipo, con el fin de tener la posibilidad de un análisis preliminar y objetivo.

Estas gráficas son obtenidas a través de la información capturada por un sistema de adquisición de datos, donde el eje de las abscisas corresponde a los desplazamientos en mm, mientras que el eje de las ordenadas representa la carga en Kgf.

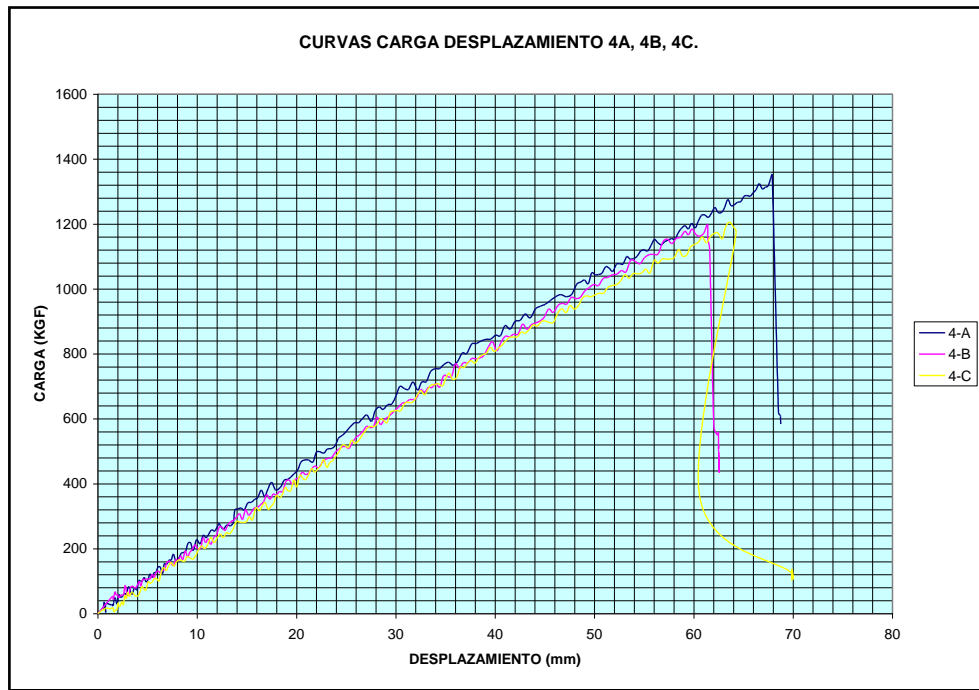
Curva 1. Superwall Clean de 2"



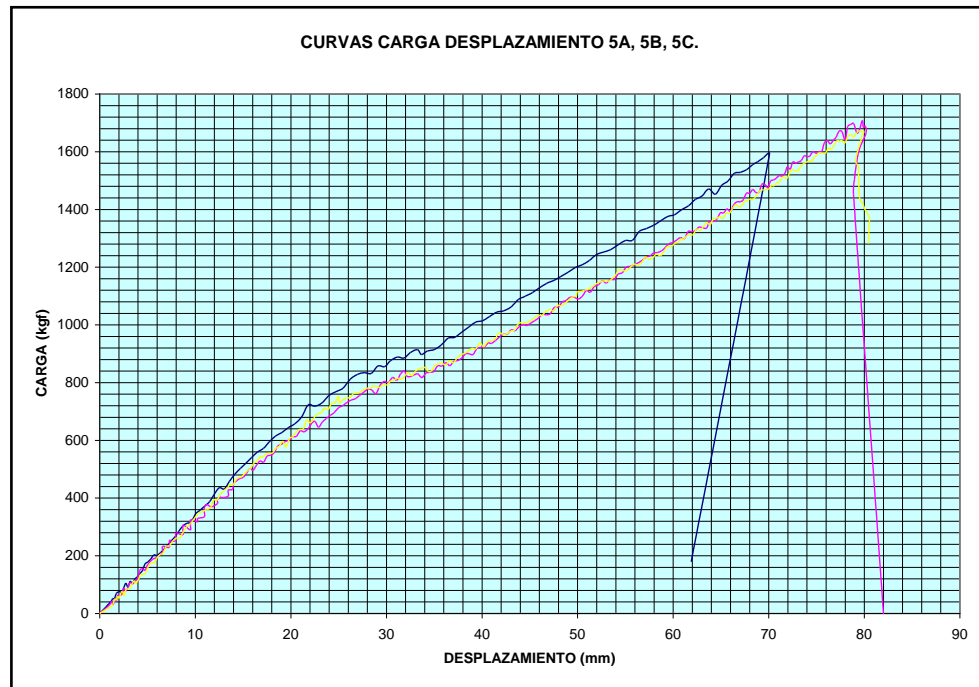
Curva 2, Superwall Clean de 3"



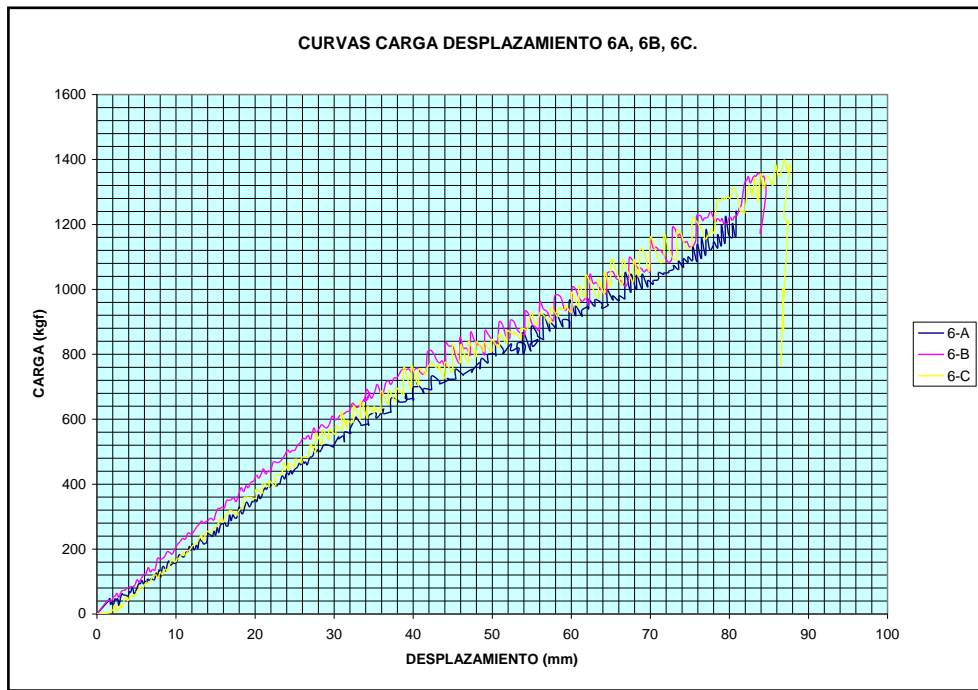
Curva 3, Superwall Clean de 5"



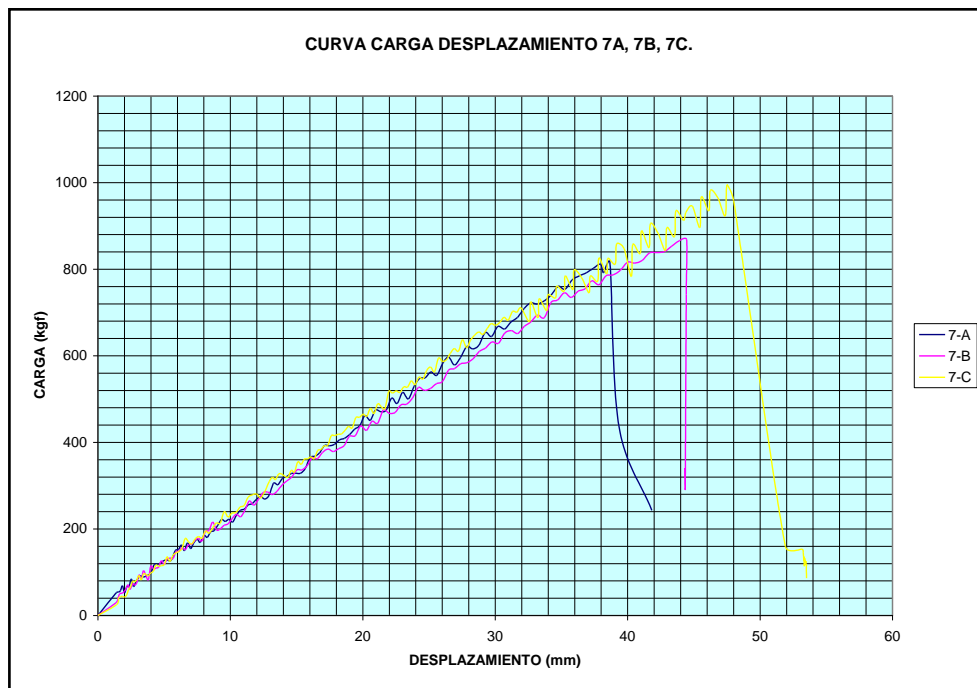
Curva 4, Glamet Clean de 3"



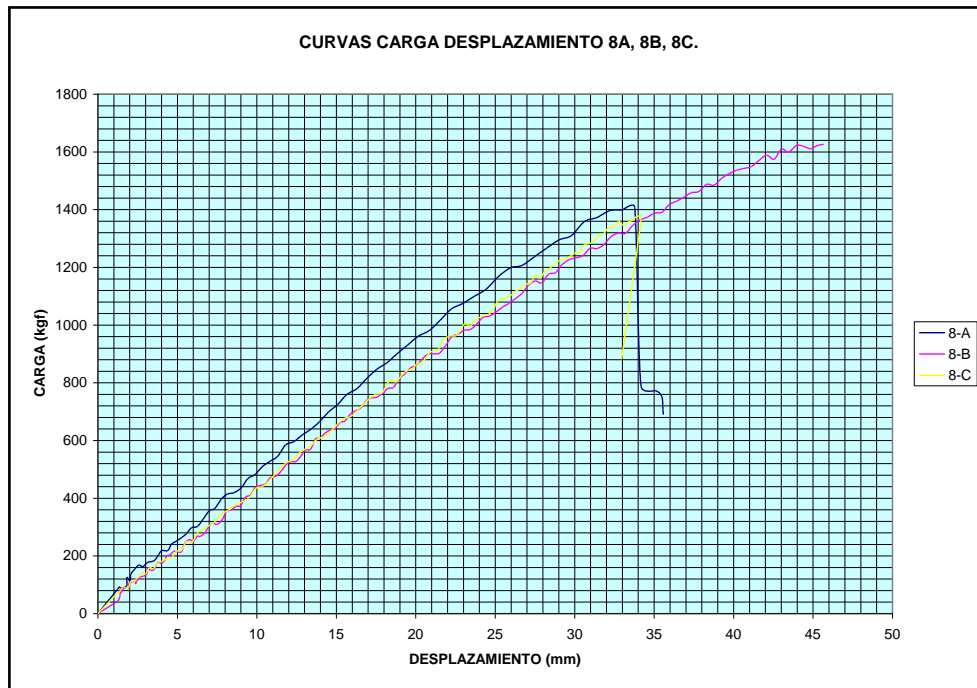
Curva 5, Glamet Clean de 4"



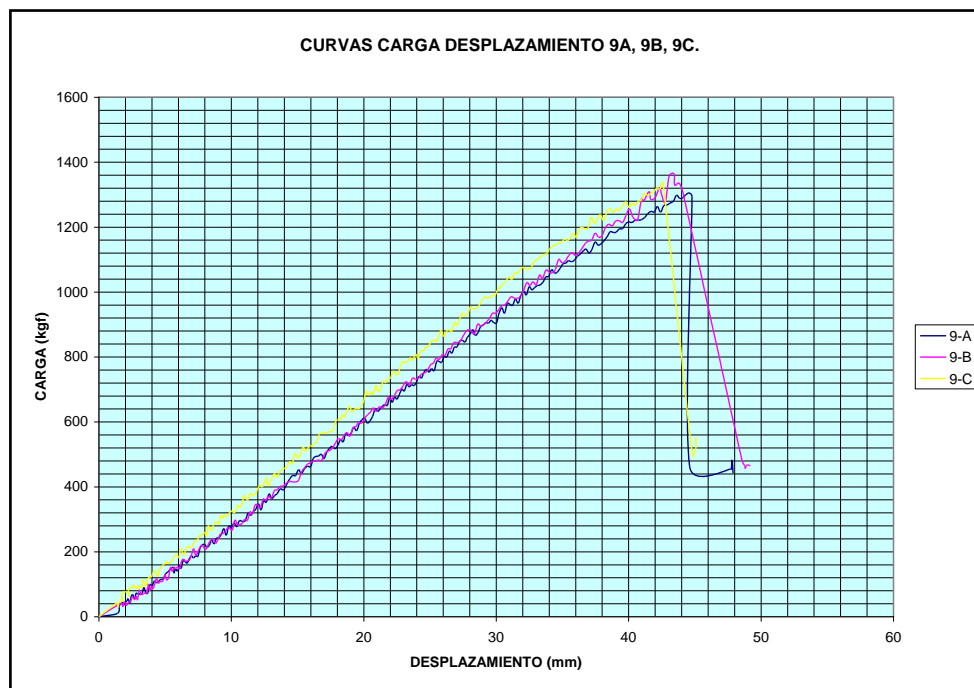
Curva 6, Superwall Cal 26/Inox de 2"



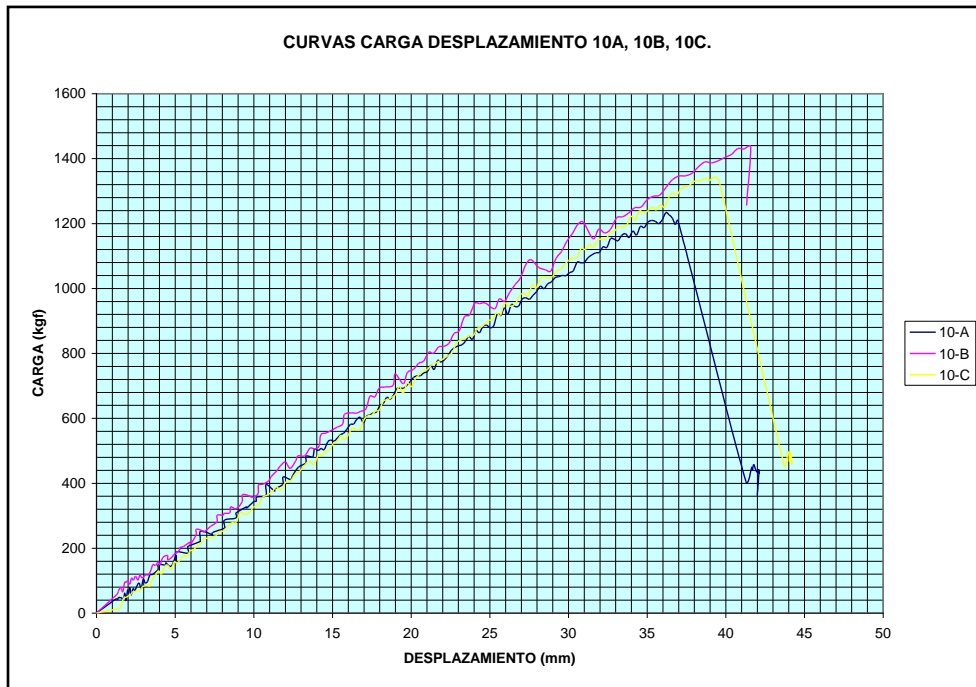
Curva 7, Superwall Cal 26/inox de 3"



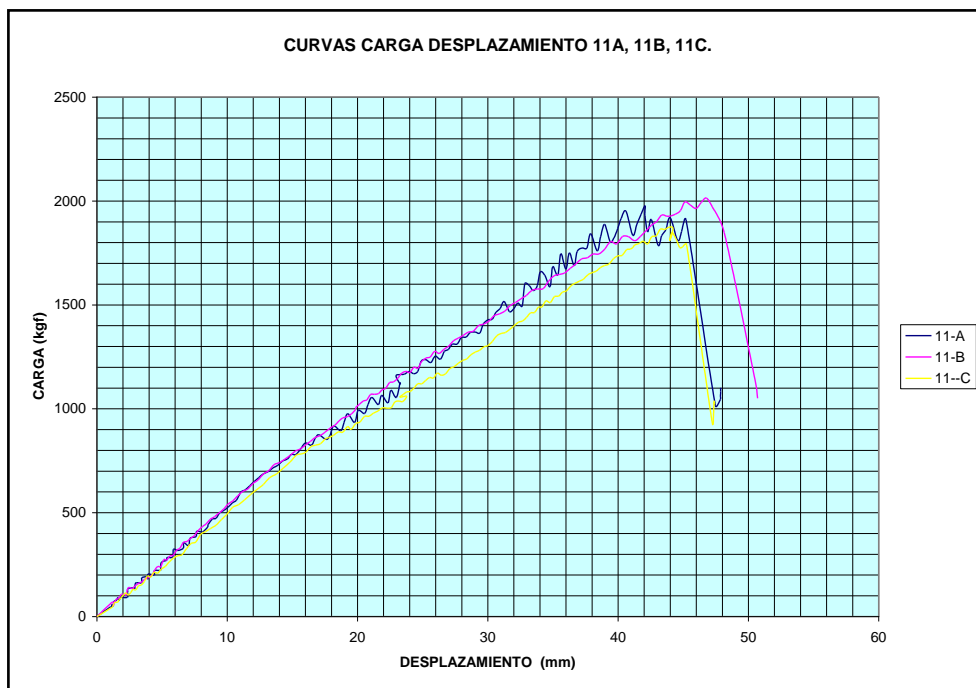
Curva 8, Superwall Cal 26/inox de 4"



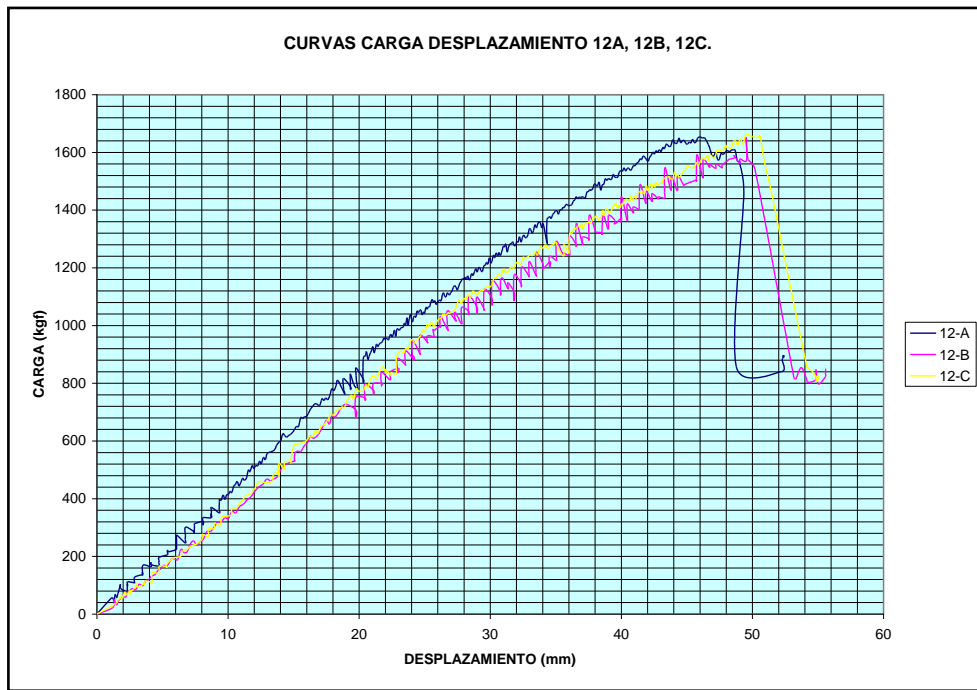
Curva 9, Superwall Cal 26/inox de 5”.



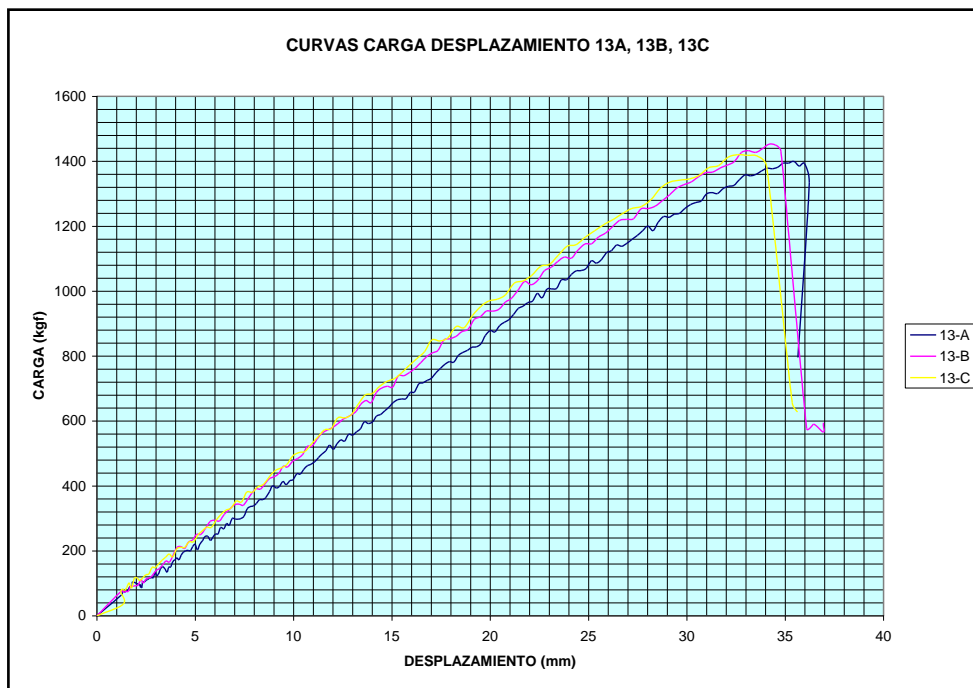
Curva 10, Glamet Cal 26/Inox de 3”



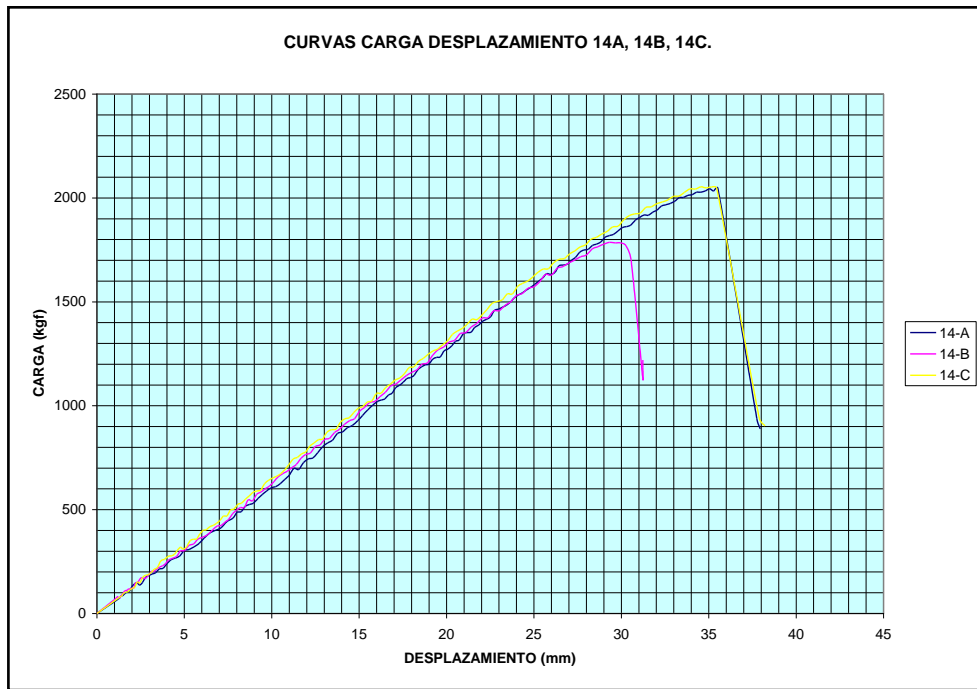
Curva 11, Glamet Cal 26/Inox de 4''



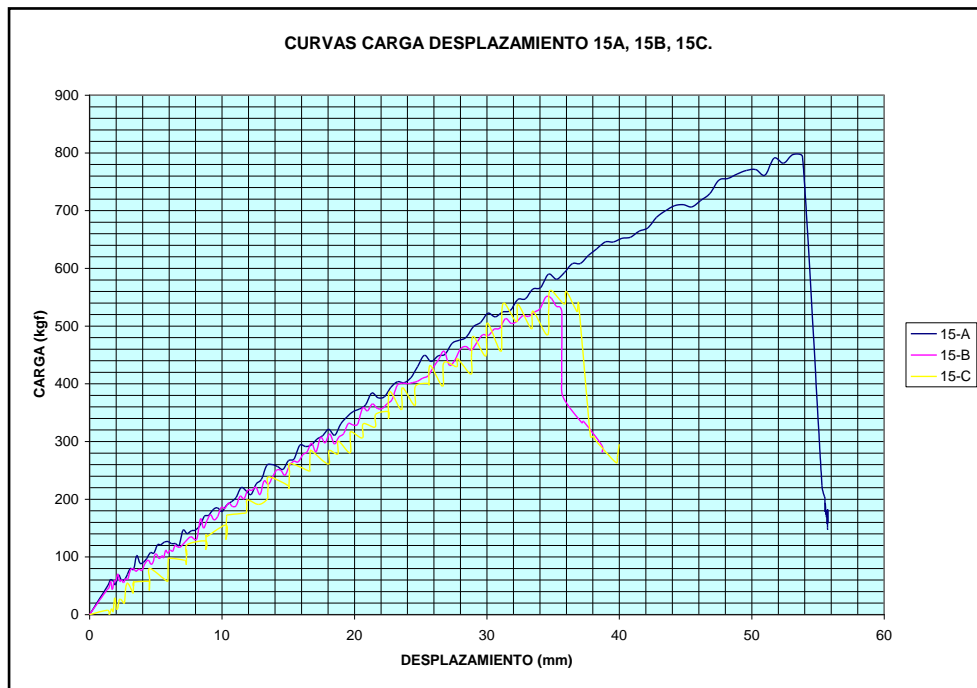
Curva 12, Superwall Inox/Inox de 3''



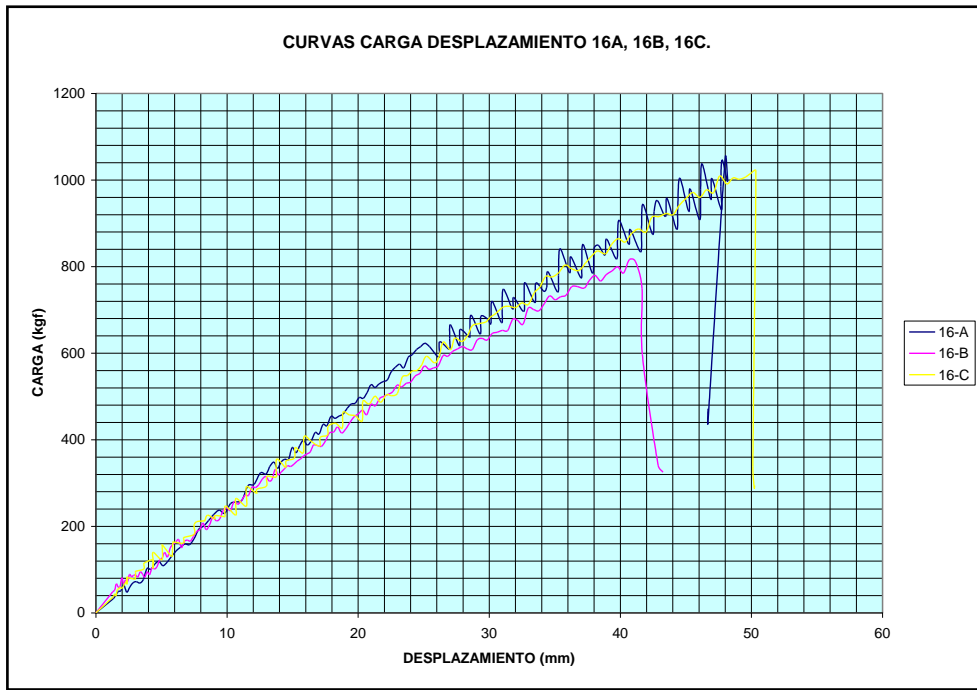
Curva 13, Superwall Inox/Inox de 4"



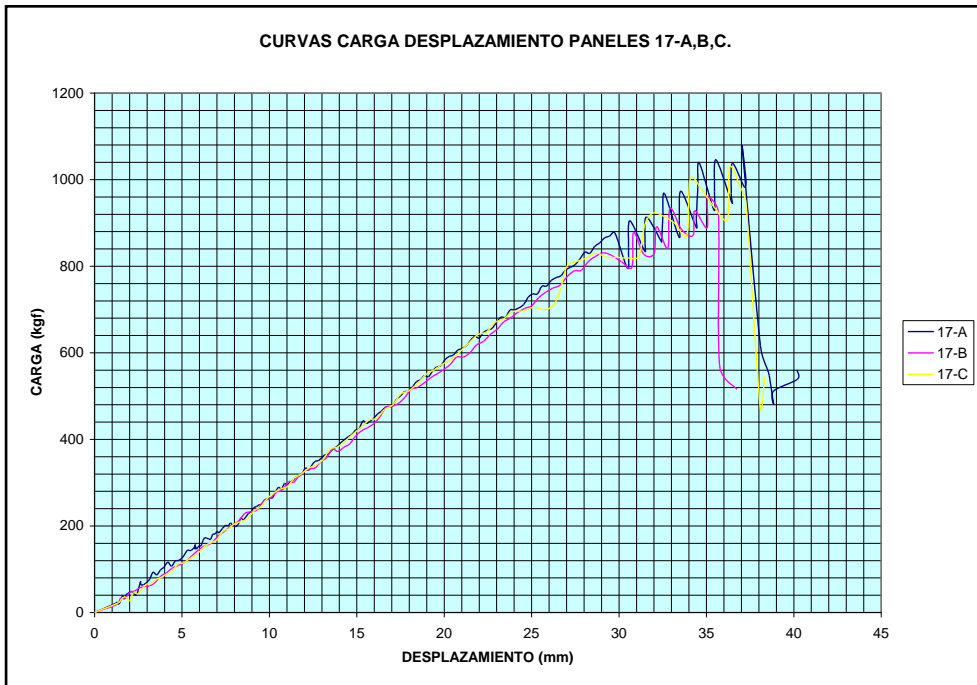
Curva 14, Superwall Flat de 1.5"



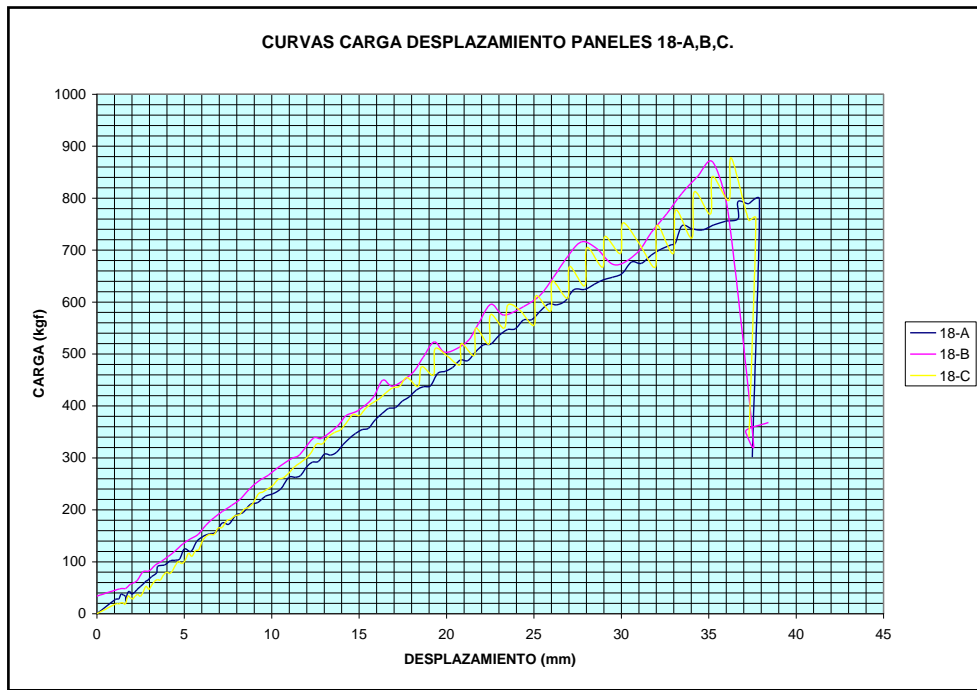
Curva 15, Superwall Flat de 2"



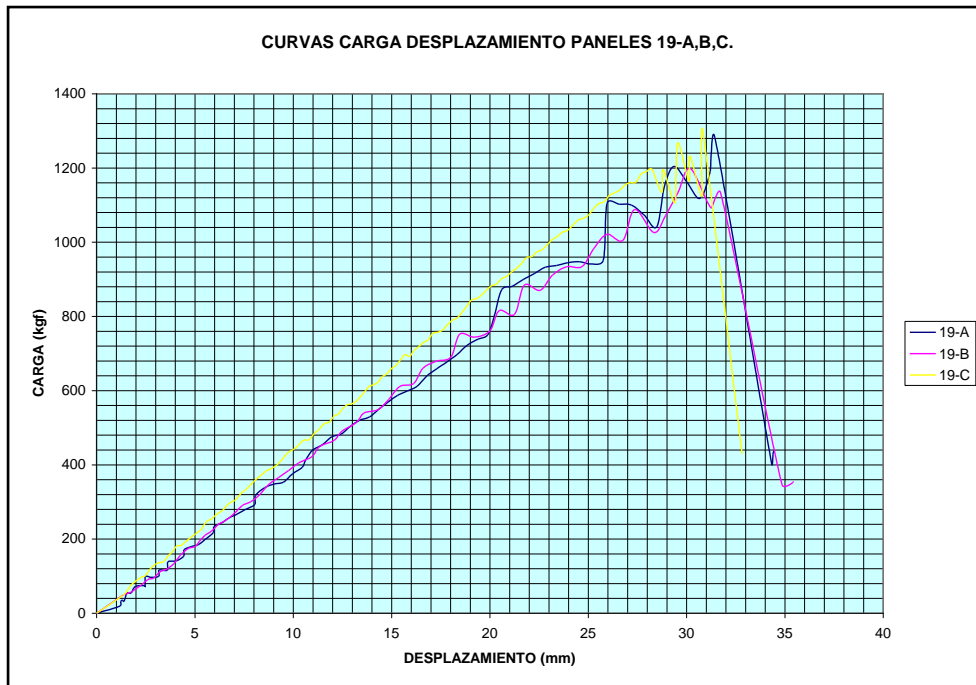
Curva 16, Superwall Flat de 2.5"



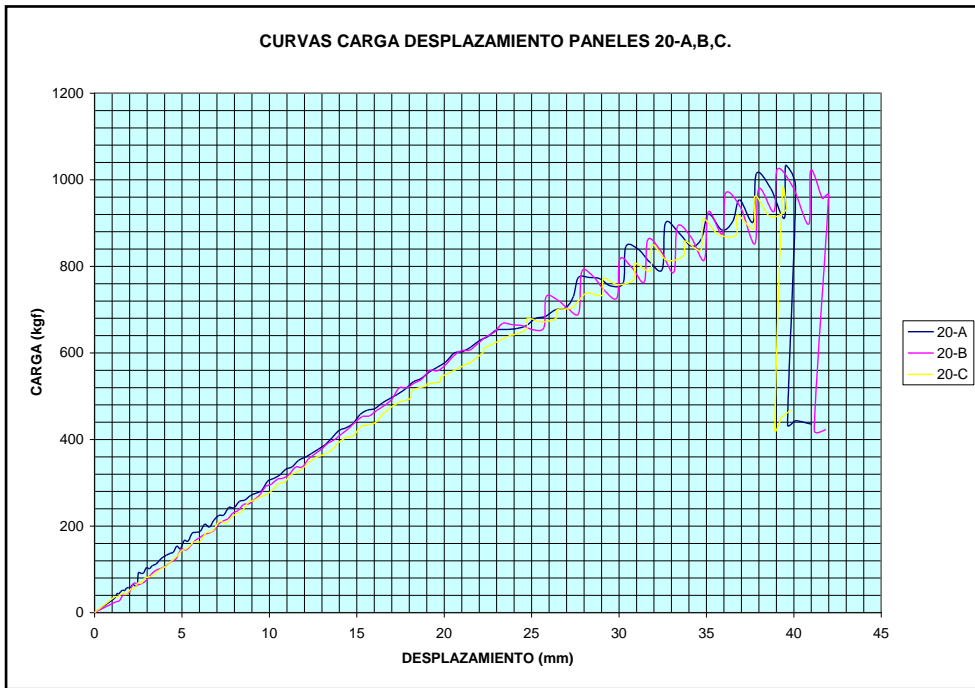
Curva 17, Superwall Flat de 2"



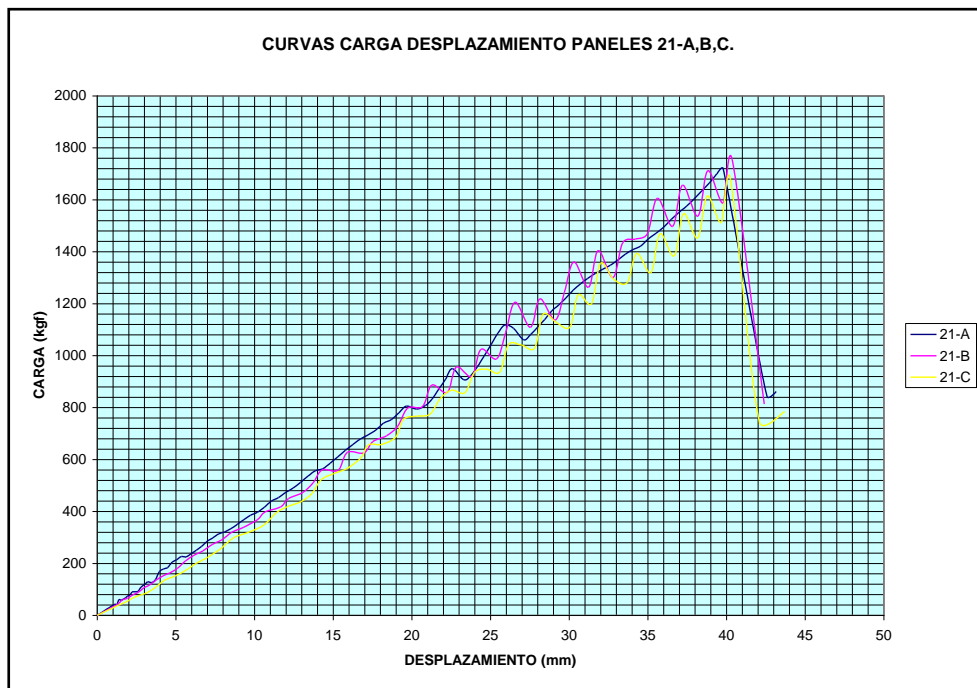
Curva 18, Superwall Cal 26/inox de 3"



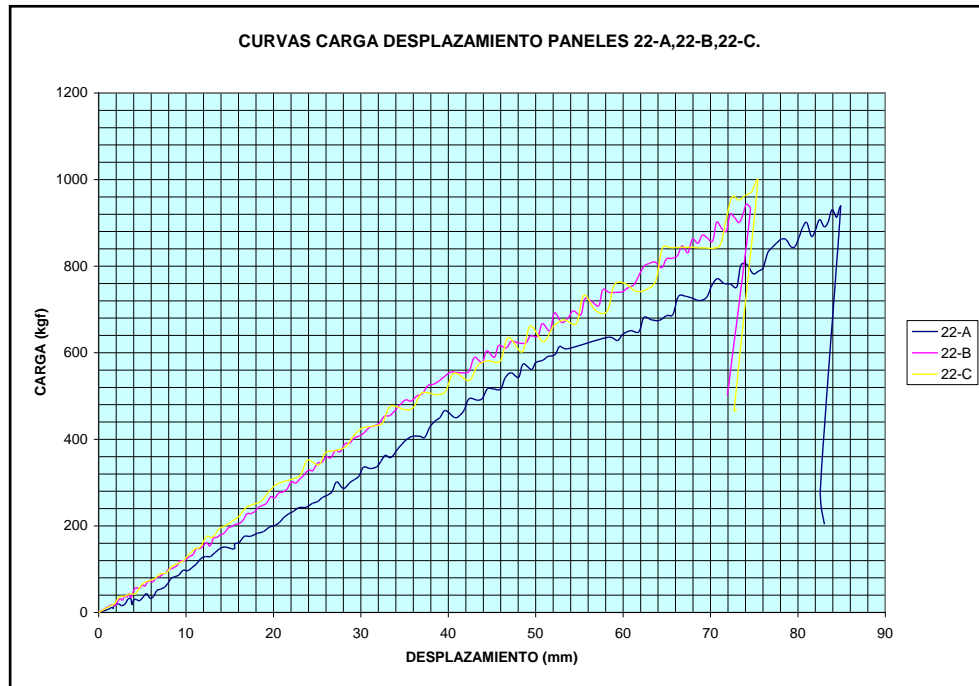
Curva 19, Superwall Inox/Inox de 2"



Curva 20, Superwall Inox/Inox de 5"



Curva 21, Superwall Clean de 4"



Concluido cada ensaye se procedió a la tarea de inspección ocular y retiro de instrumentos. Como se muestra en la figura 3-3.



Figura 3-3. Inspección de la placa y retiro de instrumentos

Relacion de Paneles entregados al Laboratorio de Materiales en cantidad de 3 pzas. Por tipo de panel

	IDENTIFICACION EN REMISION	NOMBRE COMERCIAL	longitud		peso propio		CALIBRE en mm	
			m	kg	kg/m ²	interior	exterior	
1	P1cANB51 SW FRP STD 2" 26 AC ARE T L	Superwall Clean de 2" .	3.00	30.70	10.2	2.22	0.40	0.40
2	P1cANB51 SW FRP STD 3" 26 ACT L N	Superwall Clean de 3" .	3.00	33.05	11.0	2.00	0.40	0.40
3	P1gANB51 SW FRP STD 4" 26 ACT LN	Superwall Clean de 4" .	4.00	47.18	11.8	2.00	0.40	0.40
4	P1iANB51 SW FRP STD 5" 26 ACT LN	Superwall Clean de 5" .	4.00	51.30	12.8	2.12	0.40	0.40
5	B1eANB11 GLF FRP STD 3" 26 AC ARE SR L	Glamet Clean de 3" .	3.00	35.50	11.8	2.22	0.40	0.40
6	B1gANB11 GLF FRP STD 4" 26 AC ARE SR L	Glamet Clean de 4" .	4.00	48.40	12.1	2.16	0.40	0.40
7	P1cANB5ANT51 SW STD 2" 26 AC AC ARE INX T L T L	Superwall Cal 26/inox de 2" .	3.00	30.82	10.3	0.40	0.40	0.40
8	P1eANB5ANT51 SW STD 3" 26 AC AC ARE INX T L T L	Superwall inox/cal 26 de 3" .	3.00	33.25	11.1	0.40	0.40	0.40
9	P1gANB5ANT51 SW STD 4" 26 AC AC ARE INX T L T L	Superwall Cal 26/inox de 4" .	4.00	49.18	12.3	0.40	0.40	0.40
10	P1iANB5ANT51 SW STD 5" 26 AC AC ARE INX T L T L	Superwall Cal 26/inox de 5" .	4.00	51.05	12.8	0.40	0.40	0.40
11	B1eANB1ANT51 GLF STD 3" 26 26 AC AC ARE INX SR L T L	Glamet Cal 26/inox de 3" .	3.00	36.65	12.2	0.40	0.40	0.40
12	B1gANB1ANT51 GLF STD 4" 26 26 AC AC ARE INX SR L T L	Glamet Cal 26/inox de 4" .	4.00	55.50	13.9	0.40	0.68	0.68
13	P1eANT5ANT51 SWF STD 3" 26 26 AC AC INX INX T L T L	Superwall inox/inox de 3" .	3.00	34.60	11.5	0.40	0.40	0.40
14	P1gANT5ANT51 SWF STD 4" 26 26 AC AC INX INX T L T L	Superwall inox/inox de 4" .	3.00	37.55	12.5	0.40	0.40	0.40
15	P1bAOB1ANB51 SW STD 1.5" 24 26 AC AC AZUL ARE SR L T L	Superwall Flat de 1.5" .	3.00	30.48	10.2	0.40	0.40	0.68
16	P1cAOB1ANB51 SW STD 2" 24 26 AC AC ARE ARE SR L T L	Superwall inox/cal 26 de 2" .	3.00	32.00	10.7	0.40	0.40	0.40
17	P1dAOB1ANB51 SWF STD 2.5" 24 26 AC AC ARE ARE	Superwall Flat de 2.5" .	3.00	32.63	10.9	0.40	0.40	0.40
18	P1cAOB1ANB51 SW STD 2" 24 26 AC AC ARE ARE	Superwall Flat de 2" .	3.00	30.90	10.3	0.40	0.40	0.40
19	P1eANB5ANT51 SWF STD 3" 26 26 AC AC ARE INX T	Superwall Cal 26/inox de 3" .	3.00	33.30	11.1	0.40	0.40	0.40
20	P1cANT5ANT51 SW STD 2" 26 26 AC AC INX INX T L	Superwall inox/inox de 2" .	3.00	32.65	10.9	0.40	0.40	0.40
21	P1iANT5ANT51 SWF STD 5" 26 26 AC AC INX INX T	Superwall inox/inox de 5" .	4.00	54.50	13.6	0.40	0.40	0.40

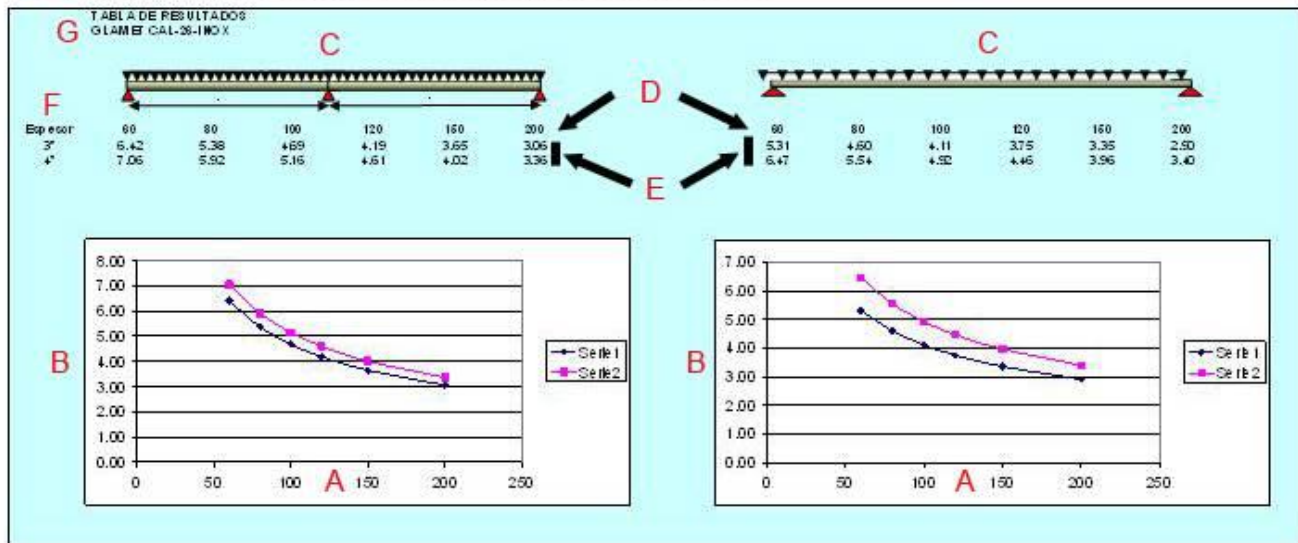
Tabla No. 2. Identidad de los paneles enviados para su inspección al Laboratorio de Materiales del Departamento de Estructuras de la F.I.

2. Tablas de cargas por producto

Con el fin de plasmar cada uno de los datos experimentales que fueron obtenidos durante el desarrollo de la pruebas, fue necesario realizar una proyección de capacidad de carga, basada en los resultados obtenidos. A esta información se le dio un tratamiento de interpolación definido en el rango elástico, ya que este rango es el que nos permite realizar pronósticos con un buen nivel de precisión.

A continuación se presenta el modelo de tabla que se utilizará para presentar los resultados obtenidos, cubriendo un solo claro y dos en forma continua.

- A CARGA W (kg/m²)
- B DISTANCIA ENTRE APOYOS (m)
- C PANELES APOYADOS EN FORMA CONTINUA Y SIMPLEMENTE APOYADOS



- D VALORES DE CARGA PERMISIBLE W (kg/m²)
- E DISTANCIA PERMISIBLE ENTRE APOYOS (m)
- F ESPESOR DE PANEL
- G NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO

Tabla No.3. Resultados para el panel GLAMET CLEAN 3”

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
PRODUCTO	Espesor Panel	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACIÓN DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
	m	mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf.cm
GLAMET CLEAN														
5	0.0762	2.00	70.08	72.08	1592.61	35.50	58.00	1686.11	3	2.85	331562.988	244.000	80901369.14	60067.8
		1.00	79.80	80.80	1707.92	35.50	58.00	1801.42	3	2.85	331562.988	220.000	72943857.42	64175.6
		3.00	79.49	82.49	1672.78	35.50	58.00	1766.28	3	2.85	331562.988	218.400	72413356.64	62923.7
Promedio		2.00	76.46	78.46	1657.77	35.50	58.00	1751.27	3.00	2.85	331562.99	227.47	75419527.73	62389.06
Desviacion estandar		1.00	5.52	5.59	59.10	0.00	0.00	59.10	0.00	0.00	0.00	14.34	4754818.26	2105.47
Coefficiente de Variacion		50.00%	7.22%	7.12%	3.57%	0.00%	0.00%	3.37%	0.00%	0.00%	0.00%	6.30%	6.30%	3.37%

En esta tabla se presenta el formato en la que serán colocados los resultados de los ensayos para cada tipo de panel estudiado.

Columna 3, Deflexión correspondiente al peso propio.

Columna 4, Deflexión correspondiente a la carga aplicada.

Columna 5, Deflexión total de 3 y 4.

Columna 6, Carga aplicada.

Columna 7, Peso propio del panel.

Columna 8, Peso de los dispositivos de aplicación de carga.

Columna 9, Carga total.

Columna 10, Longitud nominal del panel

Columna 11, Longitud calibrada.

Columna 12, 13 y 14, Rigidez a la flexión.

Columna 15, Momento Último.

Tabla No. 4. Extrapolación de resultados para el panel GLAMET CLEAN 3”

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1607.6	2713.5	1206.75	1206.7
120	1116.4	1570.3	1005.62	1005.6
140	820.2	988.9	861.96	820.2
160	628.0	662.5	754.22	628.0
180	496.2	465.3	670.42	465.3
200	401.9	339.2	603.37	339.2
220	332.1	254.8	548.52	254.8
240	279.1	196.3	502.81	196.3
260	237.8	154.4	464.13	154.4
280	205.0	123.6	430.98	123.6
300	178.6	100.5	402.25	100.5
320	157.0	82.8	377.11	82.8
340	139.1	69.0	354.93	69.0
360	124.0	58.2	335.21	58.2
380	111.3	49.5	317.57	49.5
400	100.5	42.4	301.69	42.4

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1607.6	6522.9	965.4	965.4
120	1116.4	3774.8	804.5	804.5
140	820.2	2377.1	689.6	689.6
160	628.0	1592.5	603.4	603.4
180	496.2	1118.5	536.3	496.2
200	401.9	815.4	482.7	401.9
220	332.1	612.6	438.8	332.1
240	279.1	471.9	402.2	279.1
260	237.8	371.1	371.3	237.8
280	205.0	297.1	344.8	205.0
300	178.6	241.6	321.8	178.6
320	157.0	199.1	301.7	157.0
340	139.1	166.0	283.9	139.1
360	124.0	139.8	268.2	124.0
380	111.3	118.9	254.1	111.3
400	100.5	101.9	241.3	100.5

CLAVE DE INTERPRETACIÓN DE INFORMACIÓN:

W1 = Carga obtenida por esfuerzos permisibles de flexión en kgf/m²

W2 = Carga obtenida por deflexiones permisibles en kgf/m²

W3 = Carga obtenida por esfuerzos cortantes en kgf/m²

W = Carga obtenida como la menor de entre W1, W2 y W3

Un claro:

$$W1 = \frac{(Promedio\ del\ MU - Desv.\ Estandar) * 8}{(F.S.) * L^2} * 100$$

$$W2 = \frac{384 * (Promedio\ del\ EI - Desv.\ Estandar)}{(200 * 5) * L^3} * 100$$

$$W3 = \frac{2 * (Espesor\ del\ panel * Resistencia\ al\ corte\ de\ la\ espuma)}{F.S. * (L/100)}$$

$$W = Min(W1, W2, W3)$$

Dos claros:

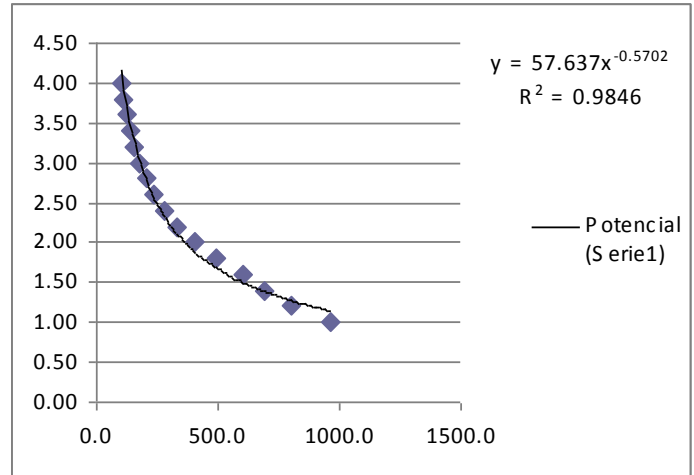
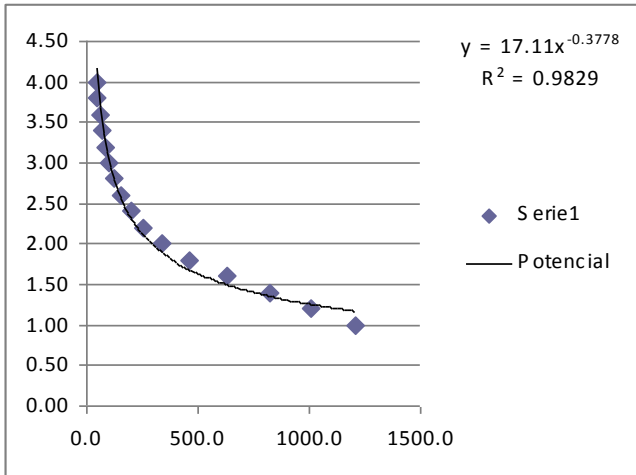
$$W1 = \frac{(Promedio\ del\ MU - Desv.\ Estandar) * 8}{(F.S.) * L^2} * 100$$

$$W2 = \frac{12 * (Promedio\ del\ EI - Desv.\ Estandar)}{13 * L^3} * 100$$

$$W3 = \frac{(Espesor\ del\ panel * Resistencia\ al\ corte\ de\ la\ espuma)}{F.S. * (L * 0.625/100)}$$

$$W = Min(W1, W2, W3)$$

Gráficas del comportamiento del panel GLAMET CLEAN 3"



Las gráficas presentes corresponden al comportamiento de los paneles simplemente apoyados para diferentes distancias.

Con ayuda de las herramientas de Excel, se obtiene una línea de tendencia potencial y su representación matemática, es decir una ecuación, con la cual pronosticamos su capacidad de carga.

Tabla No.5. Resultados para el panel GLAMET CLEAN 4”

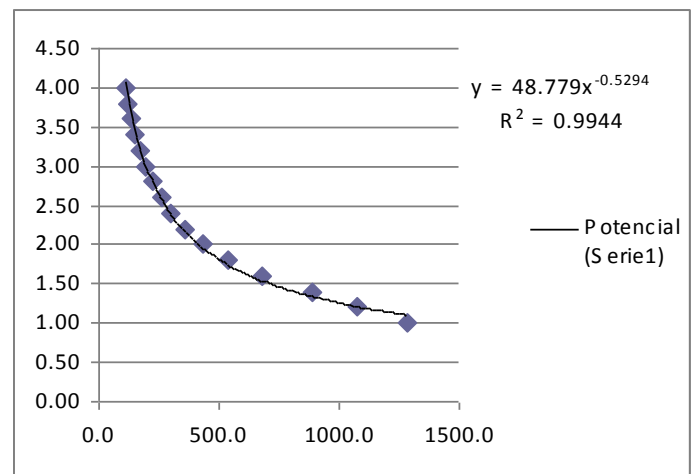
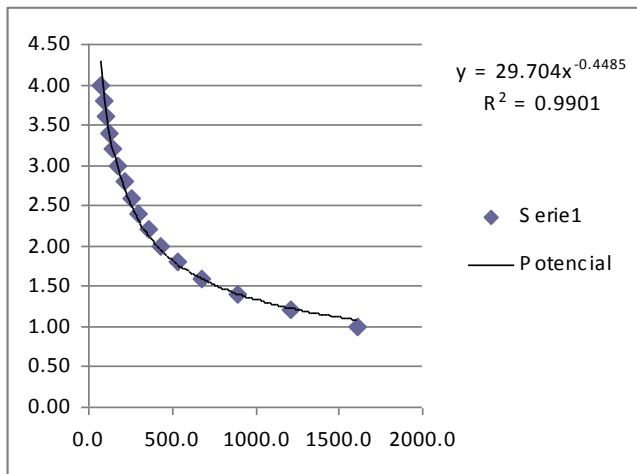
PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACIÓN DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x 1/3) / 768	Pendiente (K)	Ei	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf*cm
GLAMET CLEAN														
6	0.1016	2.00	80.85	82.85	1241.71	48.40	58.00	1348.11	4	3.85	817360.514	153.900	125791783.2	64877.9
		2.00	83.90	85.90	1351.42	48.40	58.00	1457.82	4	3.85	817360.514	163.200	133393235.9	70157.7
		2.00	86.99	88.99	1398.48	48.40	58.00	1504.88	4	3.85	817360.514	156.700	128080392.6	72422.5
Promedio		2.00	83.92	85.92	1330.54	48.40	58.00	1436.94	4.00	3.85	817360.51	157.93	129088470.56	69152.72
Desviacion estandar		0.00	3.07	3.07	80.45	0.00	0.00	80.45	0.00	0.00	0.00	4.77	3899703.45	3871.43
Coficiente de Variacion		0.00%	3.65%	3.57%	6.05%	0.00%	0.00%	5.60%	0.00%	0.00%	0.00%	3.02%	3.02%	5.60%

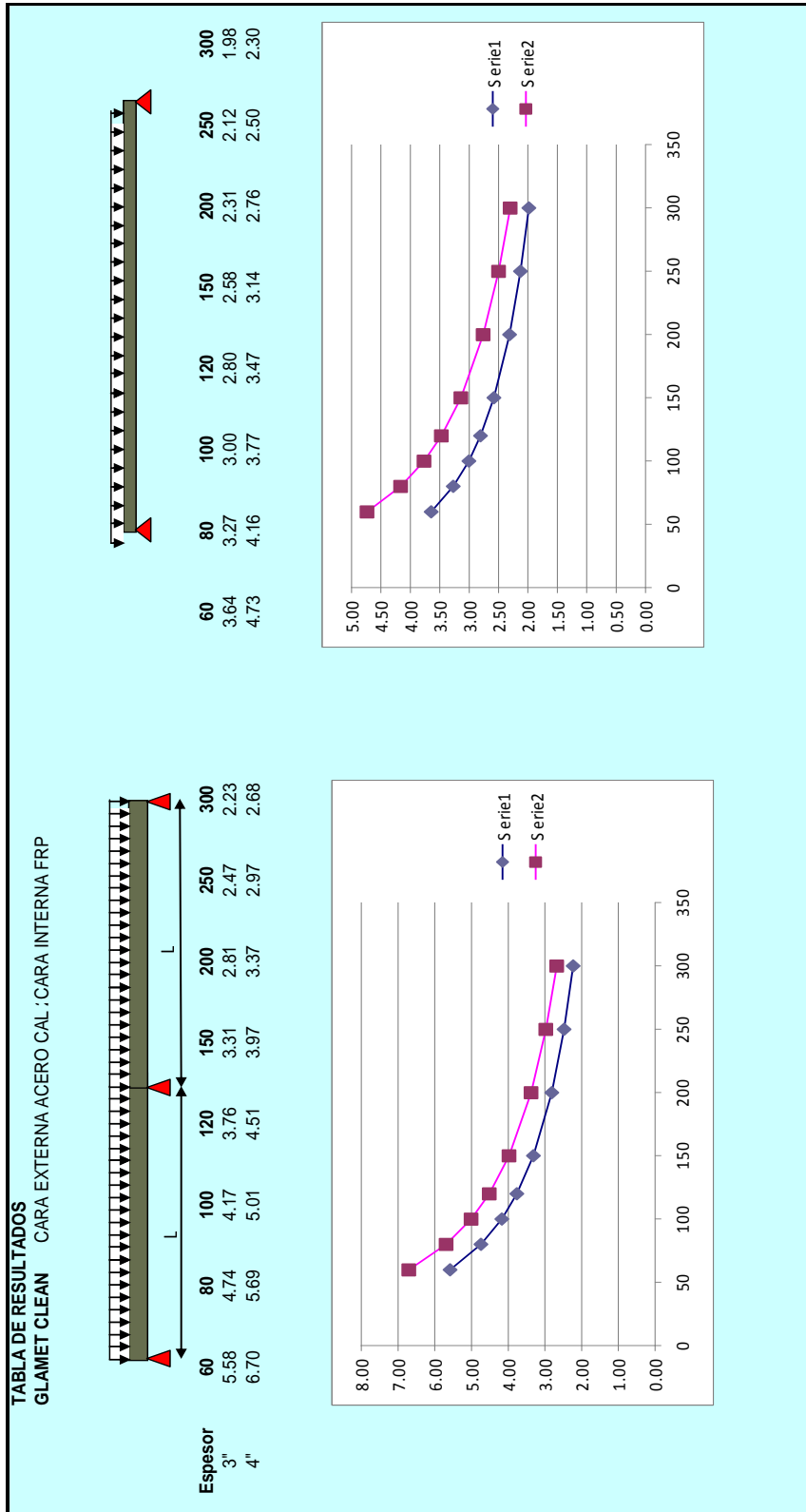
Tabla No. 6. Extrapolación de resultados para el panel GLAMET CLEAN 4”

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1740.8	4807.2	1609.00	1609.0
120	1208.9	2782.0	1340.83	1208.9
140	888.2	1751.9	1149.28	888.2
160	680.0	1173.6	1005.62	680.0
180	537.3	824.3	893.89	537.3
200	435.2	600.9	804.50	435.2
220	359.7	451.5	731.36	359.7
240	302.2	347.7	670.42	302.2
260	257.5	273.5	618.85	257.5
280	222.0	219.0	574.64	219.0
300	193.4	178.0	536.33	178.0
320	170.0	146.7	502.81	146.7
340	150.6	122.3	473.23	122.3
360	134.3	103.0	446.94	103.0
380	120.6	87.6	423.42	87.6
400	100.5	75.1	402.25	75.1

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1740.8	11555.9	1287.2	1287.2
120	1208.9	6687.4	1072.7	1072.7
140	888.2	4211.3	919.4	888.2
160	680.0	2821.3	804.5	680.0
180	537.3	1981.5	715.1	537.3
200	435.2	1444.5	643.6	435.2
220	359.7	1085.3	585.1	359.7
240	302.2	835.9	536.3	302.2
260	257.5	657.5	495.1	257.5
280	222.0	526.4	459.7	222.0
300	193.4	428.0	429.1	193.4
320	170.0	352.7	402.2	170.0
340	150.6	294.0	378.6	150.6
360	134.3	247.7	357.6	134.3
380	120.6	210.6	338.7	120.6
400	108.8	180.6	321.8	108.8

Gráficas del comportamiento del panel GLAMET CLEAN 4”





Comparativa de resultados para los paneles GLAMET CLEAN para distintos espesores

Tabla No. 7. Resultados para el panel SUPERWALL CAL 26/INOX 2"

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf.cm
SUPERWALL CAL 26/INOX														
7	0.0508	2.00	38.66	40.66	816.46	33.65	58.00	908.11	3	2.85	331562.988	209.330	69406080.34	32351.3
		2.00	44.46	46.46	868.02	33.65	58.00	959.67	3	2.85	331562.988	206.200	68368288.18	34188.4
		2.00	46.26	48.26	981.81	33.65	58.00	1073.46	3	2.85	331562.988	215.400	71418667.68	38241.9
Promedio		2.00	43.13	45.13	888.76	33.65	58.00	980.41	3.00	2.85	331562.99	210.31	69731012.07	34927.20
Desviacion estandar		0.00	3.97	3.97	84.60	0.00	0.00	84.60	0.00	0.00	0.00	4.68	1550931.73	3013.96
Coficiente de Variacion		0.00%	9.20%	8.79%	9.52%	0.00%	0.00%	8.63%	0.00%	0.00%	0.00%	2.22%	2.22%	8.63%

Tabla No. 8. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL CAL 26/INOX 2"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	851.0	2618.1	804.50	804.5
120	591.0	1515.1	670.42	591.0
140	434.2	954.1	574.64	434.2
160	332.4	639.2	502.81	332.4
180	262.7	448.9	446.94	262.7
200	212.8	327.3	402.25	212.8
220	175.8	245.9	365.68	175.8
240	147.7	189.4	335.21	147.7
260	125.9	149.0	309.42	125.9
280	108.5	119.3	287.32	108.5
300	94.6	97.0	268.17	94.6
320	83.1	79.9	251.41	79.9
340	73.6	66.6	236.62	66.6
360	65.7	56.1	223.47	56.1
380	58.9	47.7	211.71	47.7
400	53.2	40.9	201.12	40.9

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	851.0	6293.5	643.6	643.6
120	591.0	3642.1	536.3	536.3
140	434.2	2293.6	459.7	434.2
160	332.4	1536.5	402.2	332.4
180	262.7	1079.1	357.6	262.7
200	212.8	786.7	321.8	212.8
220	175.8	591.1	292.5	175.8
240	147.7	455.3	268.2	147.7
260	125.9	358.1	247.5	125.9
280	108.5	286.7	229.9	108.5
300	94.6	233.1	214.5	94.6
320	83.1	192.1	201.1	83.1
340	73.6	160.1	189.3	73.6
360	65.7	134.9	178.8	65.7
380	58.9	114.7	169.4	58.9
400	53.2	98.3	160.9	53.2

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL CAL 26/INOX 2"

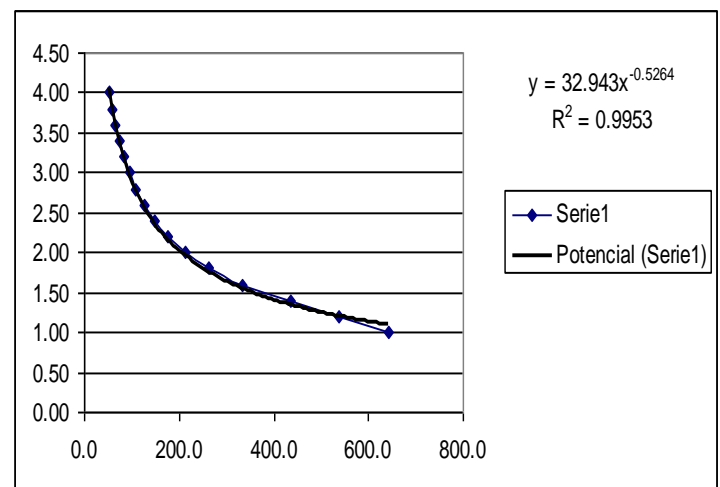
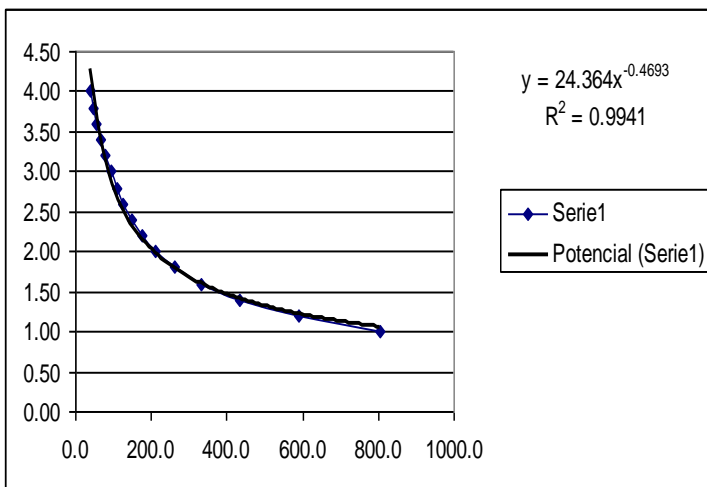


Tabla No. 9. Resultados para el panel SUPERWALL CAL 26/INOX 3"

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x P3) / 768	Pendientes (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf.cm
SUPERWALL CAL 26/INOX														
19	0.0762	3.00	31.40	34.40	1281.00	33.30	58.00	1372.30	3	2.85	331562.988	391.20	129707441	48888.2
		3.00	30.19	33.19	1198.47	33.30	58.00	1289.77	3	2.85	331562.988	382.7	126889155.6	45947.9
		3.00	30.84	33.84	1297.39	33.30	58.00	1388.69	3	2.85	331562.988	425.5	141080051.5	49471.9
Promedio		3.00	30.81	33.81	1258.95	33.30	58.00	1350.25	3.00	2.85	331562.99	399.80	132558882.71	48102.68
Desviacion estandar		0.00	0.60	0.60	53.02	0.00	0.00	53.02	0.00	0.00	0.00	22.66	7512883.70	1888.74
Coeficiente de Variacion		0.00%	1.96%	1.79%	4.21%	0.00%	0.00%	3.93%	0.00%	0.00%	0.00%	5.67%	5.67%	3.93%

Tabla No. 10. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL CAL 26/INOX 3"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1232.4	4801.8	1206.75	1206.7
120	855.8	2778.8	1005.62	855.8
140	628.8	1749.9	861.96	628.8
160	481.4	1172.3	754.22	481.4
180	380.4	823.3	670.42	380.4
200	308.1	600.2	603.37	308.1
220	254.6	451.0	548.52	254.6
240	214.0	347.3	502.81	214.0
260	182.3	273.2	464.13	182.3
280	157.2	218.7	430.98	157.2
300	136.9	177.8	402.25	136.9
320	120.3	146.5	377.11	120.3
340	106.6	122.2	354.93	106.6
360	95.1	102.9	335.21	95.1
380	85.3	87.5	317.57	85.3
400	77.0	75.0	301.69	75.0

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1232.4	11542.7	965.4	965.4
120	855.8	6679.8	804.5	804.5
140	628.8	4206.5	689.6	628.8
160	481.4	2818.0	603.4	481.4
180	380.4	1979.2	536.3	380.4
200	308.1	1442.8	482.7	308.1
220	254.6	1084.0	438.8	254.6
240	214.0	835.0	402.2	214.0
260	182.3	656.7	371.3	182.3
280	157.2	525.8	344.8	157.2
300	136.9	427.5	321.8	136.9
320	120.3	352.3	301.7	120.3
340	106.6	293.7	283.9	106.6
360	95.1	247.4	268.2	95.1
380	85.3	210.4	254.1	85.3
400	77.0	180.4	241.3	77.0

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL CAL 26/INOX 3"

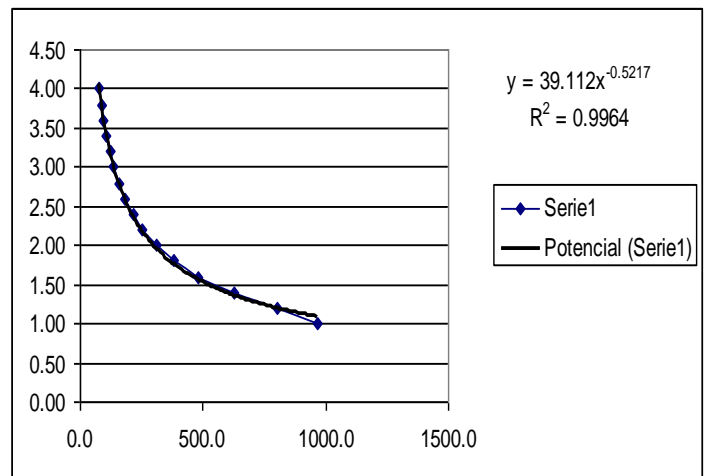
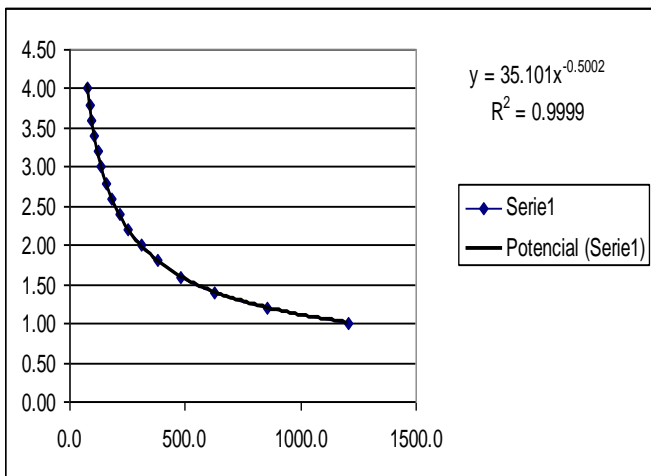


Tabla No. 11. Resultados para el panel SUPERWALL CAL 26/INOX 4"

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1 mm	DEFLEXION 2 mm	DEFLEXION TOTAL mm	CARGA APLICADA kgf	PESO PROPIO kgf	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA kgf	CARGA MAXIMA kgf	LONGITUD TOTAL m	LONGITUD CALIBRADA m	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI kg.cm2	MOMENTO ULTIMO Mu Kg*cm
SUPERWALL CAL 26/INOX														
9	0.1016	2.00	44.56	46.56	1305.16	52.15	58.00	1415.31	4	3.85	817360.514	301.90	246761139.3	68111.9
		3.00	43.44	46.44	1365.09	52.15	58.00	1475.24	4	3.85	817360.514	307.8	251583566.3	70995.8
		3.00	42.59	45.59	1336.60	52.15	58.00	1446.75	4	3.85	817360.514	311.8	254853008.4	69624.7
Promedio		2.67	43.53	46.20	1335.62	52.15	58.00	1445.77	4.00	3.85	817360.51	307.17	251065904.65	69577.44
Desviacion estandar		0.58	0.99	0.53	29.97	0.00	0.00	29.97	0.00	0.00	0.00	4.98	4070696.08	1442.52
Coeficiente de Variacion		21.65%	2.27%	1.14%	2.24%	0.00%	0.00%	2.07%	0.00%	0.00%	0.00%	1.62%	1.62%	2.07%

Tabla No. 12. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL CAL 26/INOX 4"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1816.9	9484.6	1609.00	1609.0
120	1261.8	5488.8	1340.83	1261.8
140	927.0	3456.5	1149.28	927.0
160	709.7	2315.6	1005.62	709.7
180	560.8	1626.3	893.89	560.8
200	454.2	1185.6	804.50	454.2
220	375.4	890.7	731.36	375.4
240	315.4	686.1	670.42	315.4
260	268.8	539.6	618.85	268.8
280	231.8	432.1	574.64	231.8
300	201.9	351.3	536.33	201.9
320	177.4	289.4	502.81	177.4
340	157.2	241.3	473.23	157.2
360	140.2	203.3	446.94	140.2
380	125.8	172.8	423.42	125.8
400	113.6	148.2	402.25	113.6

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1816.9	22799.6	1287.2	1287.2
120	1261.8	13194.2	1072.7	1072.7
140	927.0	8308.9	919.4	919.4
160	709.7	5566.3	804.5	709.7
180	560.8	3909.4	715.1	560.8
200	454.2	2849.9	643.6	454.2
220	375.4	2141.2	585.1	375.4
240	315.4	1649.3	536.3	315.4
260	268.8	1297.2	495.1	268.8
280	231.8	1038.6	459.7	231.8
300	201.9	844.4	429.1	201.9
320	177.4	695.8	402.2	177.4
340	157.2	580.1	378.6	157.2
360	140.2	488.7	357.6	140.2
380	125.8	415.5	338.7	125.8
400	113.6	356.2	321.8	113.6

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL CAL 26/INOX 4"

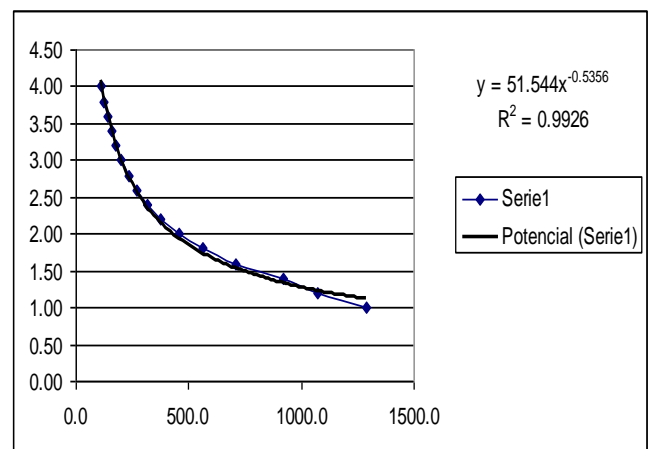
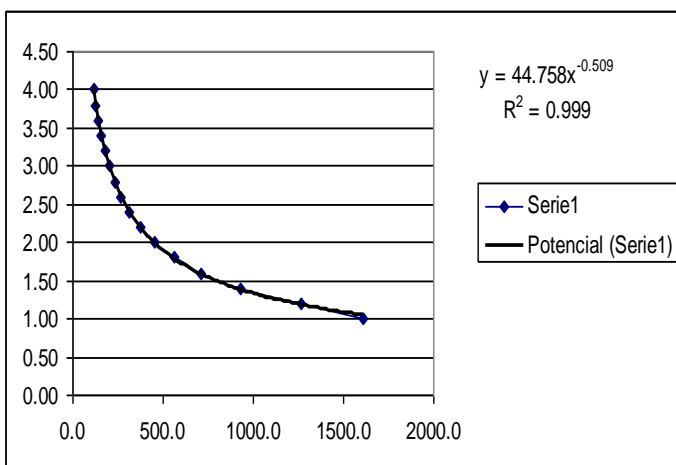


Tabla No. 13. Resultados para el panel SUPERWALL CAL 26/INOX 5"

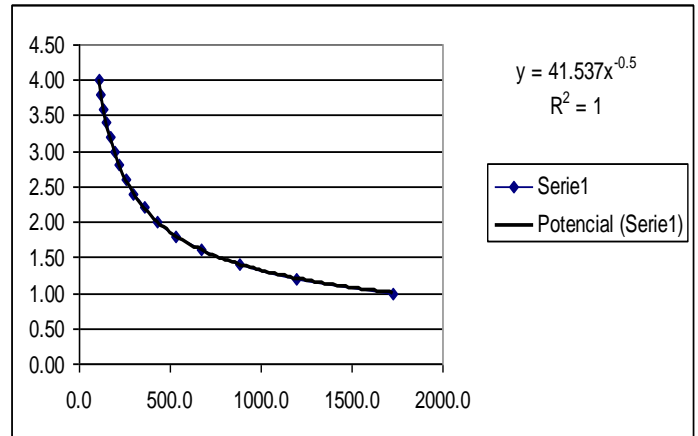
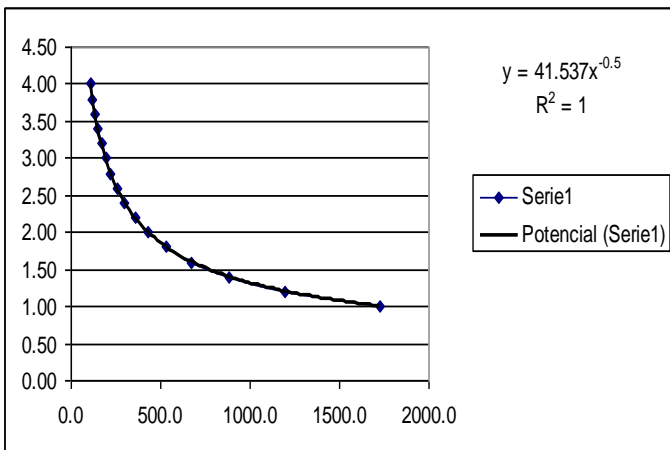
PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALBRADA	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf.cm
SUPERWALL CAL 26/INOX														
10	0.127	2.00	36.19	38.19	1233.21	50.95	58.00	1342.16	4	3.85	817360.514	348.90	285177083.4	64591.4
		1.00	41.59	42.59	1435.99	50.95	58.00	1544.94	4	3.85	817360.514	366.5	299562628.5	74350.1
		1.00	39.19	40.19	1341.54	50.95	58.00	1450.49	4	3.85	817360.514	353.2	288691733.7	69804.8
Promedio		1.33	38.99	40.32	1336.91	50.95	58.00	1445.86	4.00	3.85	817360.51	356.20	291143815.20	69582.07
Desviacion estandar		0.58	2.71	2.20	101.47	0.00	0.00	101.47	0.00	0.00	0.00	9.18	7499700.30	4883.17
Coeficiente de Variacion		43.30%	6.94%	5.46%	7.59%	0.00%	0.00%	7.02%	0.00%	0.00%	0.00%	2.58%	2.58%	7.02%

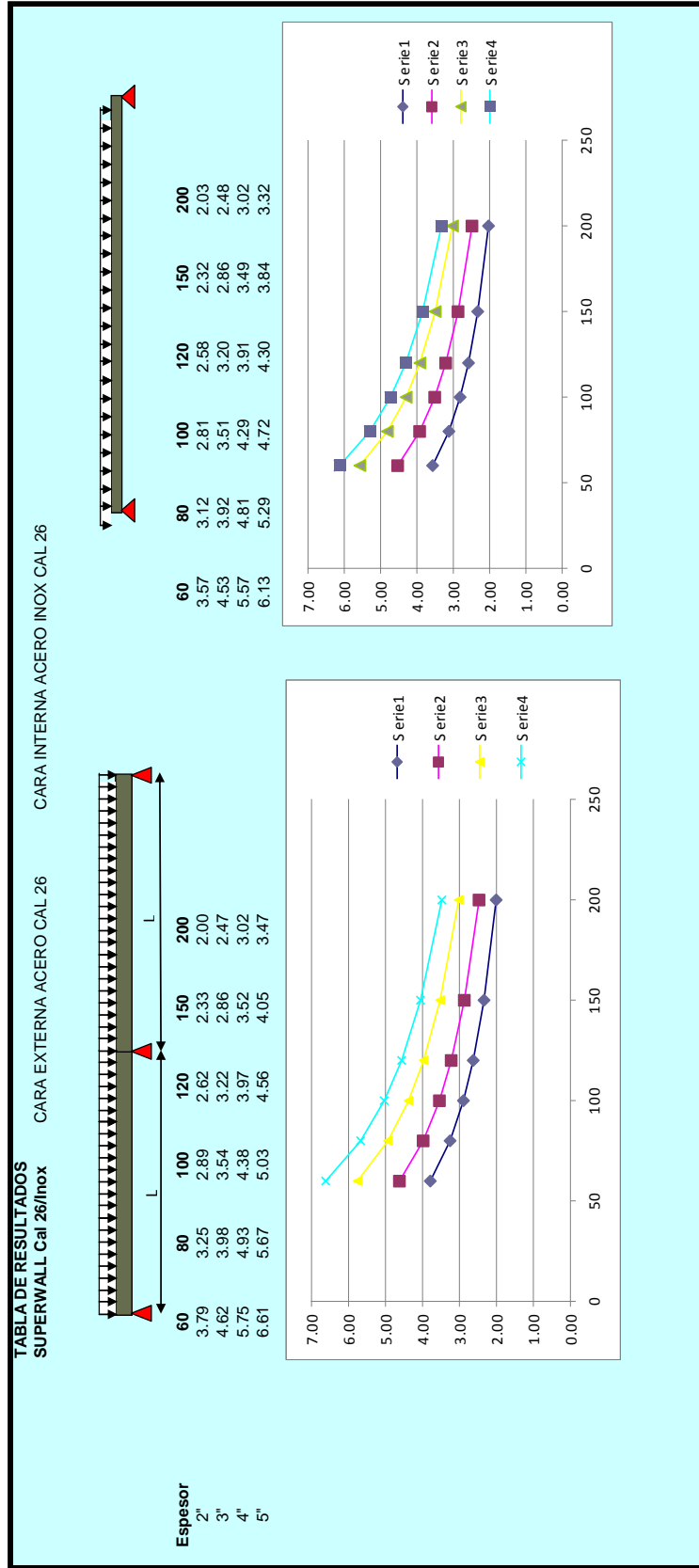
Tabla No. 14. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL CAL 26/INOX 5"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1725.3	10891.9	2011.25	1725.3
120	1198.1	6303.2	1676.04	1198.1
140	880.3	3969.4	1436.60	880.3
160	673.9	2659.2	1257.03	673.9
180	532.5	1867.6	1117.36	532.5
200	431.3	1361.5	1005.62	431.3
220	356.5	1022.9	914.20	356.5
240	299.5	787.9	838.02	299.5
260	255.2	619.7	773.56	255.2
280	220.1	496.2	718.30	220.1
300	191.7	403.4	670.42	191.7
320	168.5	332.4	628.51	168.5
340	149.2	277.1	591.54	149.2
360	133.1	233.5	558.68	133.1
380	119.5	198.5	529.28	119.5
400	107.8	170.2	502.81	107.8

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1725.3	26182.5	2011.25	1725.3
120	1198.1	15151.9	1676.04	1198.1
140	880.3	9541.7	1436.60	880.3
160	673.9	6392.2	1257.03	673.9
180	532.5	4489.5	1117.36	532.5
200	431.3	3272.8	1005.62	431.3
220	356.5	2458.9	914.20	356.5
240	299.5	1894.0	838.02	299.5
260	255.2	1489.7	773.56	255.2
280	220.1	1192.7	718.30	220.1
300	191.7	969.7	670.42	191.7
320	168.5	799.0	628.51	168.5
340	149.2	666.2	591.54	149.2
360	133.1	561.2	558.68	133.1
380	119.5	477.2	529.28	119.5
400	107.8	409.1	502.81	107.8

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL CAL 26/INOX 5"





Comparativa de resultados para los paneles SUPERWALL CAL 26/INOX para distintos espesores

Tabla No. 15. Resultados para el panel SUPERWALL INOX/INOX 2"

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x 1/3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf.cm
SUPERWALL INOX/INOX														
20	0.0508	3.00	39.54	42.54	1033.15	32.65	58.00	1123.80	3	2.85	331562.988	227.000	75264798.34	40035.5
		3.00	39.06	42.06	1024.25	32.65	58.00	1114.90	3	2.85	331562.988	261.000	86537939.94	39718.4
		2.00	37.80	39.80	962.55	32.65	58.00	1053.20	3	2.85	331562.988	257.000	85211687.99	37520.1
Promedio		2.67	38.80	41.47	1006.65	32.65	58.00	1097.30	3.00	2.85	331562.99	248.33	82338142.09	39091.33
Desviacion estandar		0.58	0.90	1.47	38.45	0.00	0.00	38.45	0.00	0.00	0.00	18.58	6161483.58	1369.94
Coficiente de Variacion		21.65%	2.32%	3.53%	3.82%	0.00%	0.00%	3.50%	0.00%	0.00%	0.00%	7.48%	7.48%	3.50%

Tabla No. 16. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL INOX/INOX 2"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1005.9	2925.2	804.50	804.5
120	698.5	1692.8	670.42	670.4
140	513.2	1066.0	574.64	513.2
160	392.9	714.2	502.81	392.9
180	310.5	501.6	446.94	310.5
200	251.5	365.6	402.25	251.5
220	207.8	274.7	365.68	207.8
240	174.6	211.6	335.21	174.6
260	148.8	166.4	309.42	148.8
280	128.3	133.3	287.32	128.3
300	111.8	108.3	268.17	108.3
320	98.2	89.3	251.41	98.3
340	87.0	74.4	236.62	74.4
360	77.6	62.7	223.47	62.7
380	69.7	53.3	211.71	53.3
400	62.9	45.7	201.12	45.7

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1005.9	7031.7	643.6	643.6
120	698.5	4069.3	536.3	536.3
140	513.2	2562.6	459.7	459.7
160	392.9	1716.7	402.2	392.9
180	310.5	1205.7	357.6	310.5
200	251.5	879.0	321.8	251.5
220	207.8	660.4	292.5	207.8
240	174.6	508.7	268.2	174.6
260	148.8	400.1	247.5	148.8
280	128.3	320.3	229.9	128.3
300	111.8	260.4	214.5	111.8
320	98.2	214.6	201.1	98.2
340	87.0	178.9	189.3	87.0
360	77.6	150.7	178.8	77.6
380	69.7	128.1	169.4	69.7
400	62.9	109.9	160.9	62.9

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL INOX/INOX 2"

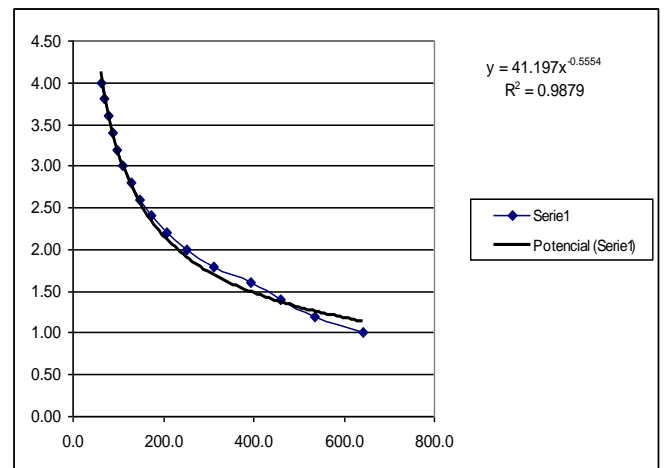
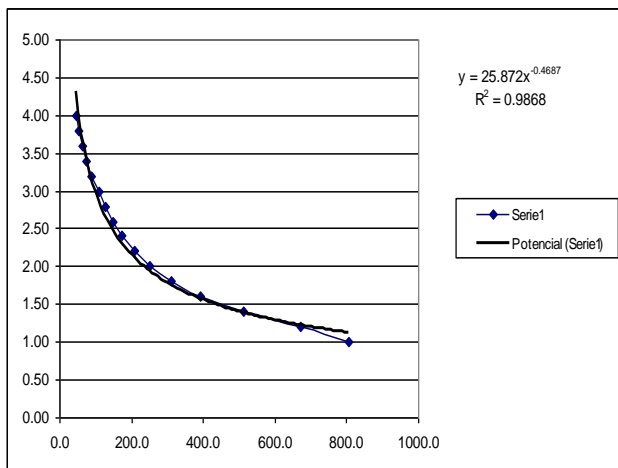


Tabla No. 17. Resultados para el panel SUPERWALL INOX/INOX 3”

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALBRADA	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf*cm
SUPERWALL INOX/INOX														
13	0.0762	2.00	35.98	37.98	1393.32	34.60	58.00	1485.92	3	2.85	331562.988	416.0	137930203.1	52936.0
		2.00	34.18	36.18	1452.41	34.60	58.00	1545.01	3	2.85	331562.988	452.0	149866470.7	55041.1
		2.00	32.59	34.59	1420.62	34.60	58.00	1513.22	3	2.85	331562.988	463.0	153513663.6	53908.3
Promedio		2.00	34.25	36.25	1422.12	34.60	58.00	1514.72	3.00	2.85	331562.99	443.67	147103445.80	53961.80
Desviacion estandar		0.00	1.70	1.70	29.57	0.00	0.00	29.57	0.00	0.00	0.00	24.58	8150876.63	1053.55
Coeficiente de Variacion		0.00%	4.95%	4.68%	2.08%	0.00%	0.00%	1.95%	0.00%	0.00%	0.00%	5.54%	5.54%	1.95%

Tabla No. 18. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL INOX/INOX 3”

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes (kg/m)	W (kg/m)
100	1410.9	5335.8	1206.75	1206.7
120	979.8	3087.8	1005.62	979.8
140	719.8	1944.5	861.96	719.8
160	551.1	1302.7	754.22	551.1
180	435.5	914.9	670.42	435.5
200	352.7	667.0	603.37	352.7
220	291.5	501.1	548.52	291.5
240	244.9	386.0	502.81	244.9
260	208.7	303.6	464.13	208.7
280	180.0	243.1	430.98	180.0
300	156.8	197.6	402.25	156.8
320	137.8	162.8	377.11	137.8
340	122.0	135.8	354.93	122.0
360	108.9	114.4	335.21	108.9
380	97.7	97.2	317.57	97.2
400	88.2	83.4	301.69	83.4

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes (kg/m)	W (kg/m)
100	1410.9	12826.4	965.4	965.4
120	979.8	7422.7	804.5	804.5
140	719.8	4674.3	689.6	689.6
160	551.1	3131.4	603.4	551.1
180	435.5	2199.3	536.3	435.5
200	352.7	1603.3	482.7	352.7
220	291.5	1204.6	438.8	291.5
240	244.9	927.8	402.2	244.9
260	208.7	729.8	371.3	208.7
280	180.0	584.3	344.8	180.0
300	156.8	475.1	321.8	156.8
320	137.8	391.4	301.7	137.8
340	122.0	326.3	283.9	122.0
360	108.9	274.9	268.2	108.9
380	97.7	233.8	254.1	97.7
400	88.2	200.4	241.3	88.2

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL INOX/INOX 3”

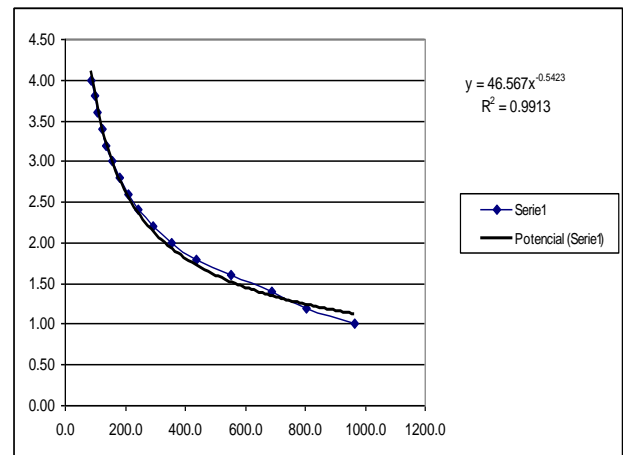
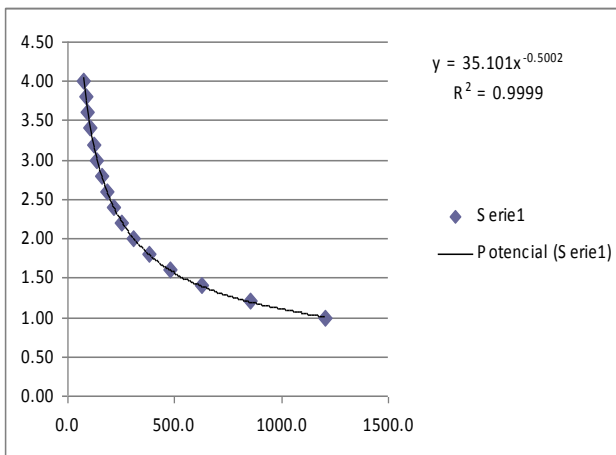


Tabla No. 19. Resultados para el panel SUPERWALL INOX/INOX 4"

PRODUCTO	Espesor Pane m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf.cm
SUPERWALL INOX/INOX														
14	0.1016	2.00	35.05	37.05	2044.14	37.55	58.00	2139.69	3	2.85	331562.988	616.60	204441738.6	76226.5
		2.00	29.97	31.97	1783.69	37.55	58.00	1879.24	3	2.85	331562.988	626.7	207790524.8	66948.0
		2.00	34.56	36.56	2053.34	37.55	58.00	2148.89	3	2.85	331562.988	631.9	209514652.3	76554.1
Promedio		2.00	33.19	35.19	1960.39	37.55	58.00	2055.94	3.00	2.85	331562.99	625.07	207248971.88	73242.86
Desviacion estandar		0.00	2.80	2.80	153.09	0.00	0.00	153.09	0.00	0.00	0.00	7.78	2579452.08	5453.99
Coeficiente de Variacion		0.00%	8.44%	7.96%	7.81%	0.00%	0.00%	7.45%	0.00%	0.00%	0.00%	1.24%	1.24%	7.45%

Tabla No. 20. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL INOX/INOX 4"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1807.7	7859.3	1609.00	1609.0
120	1255.3	4548.2	1340.83	1255.3
140	922.3	2864.2	1149.28	922.3
160	706.1	1918.8	1005.62	706.1
180	557.9	1347.6	893.89	557.9
200	451.9	982.4	804.50	451.9
220	373.5	738.1	731.36	373.5
240	313.8	568.5	670.42	313.8
260	267.4	447.2	618.85	267.4
280	230.6	358.0	574.64	230.6
300	200.9	291.1	536.33	200.9
320	176.5	239.8	502.81	176.5
340	156.4	200.0	473.23	156.4
360	139.5	168.5	446.94	139.5
380	125.2	143.2	423.42	125.2
400	113.0	122.8	402.25	113.0

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1807.7	7859.3	1287.2	1287.2
120	1255.3	4548.2	1072.7	1072.7
140	922.3	2864.2	919.4	919.4
160	706.1	1918.8	804.5	706.1
180	557.9	1347.6	715.1	557.9
200	451.9	982.4	643.6	451.9
220	373.5	738.1	585.1	373.5
240	313.8	568.5	536.3	313.8
260	267.4	447.2	495.1	267.4
280	230.6	358.0	459.7	230.6
300	200.9	291.1	429.1	200.9
320	176.5	239.8	402.2	176.5
340	156.4	200.0	378.6	156.4
360	139.5	168.5	357.6	139.5
380	125.2	143.2	338.7	125.2
400	113.0	122.8	321.8	113.0

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL INOX/INOX 4"

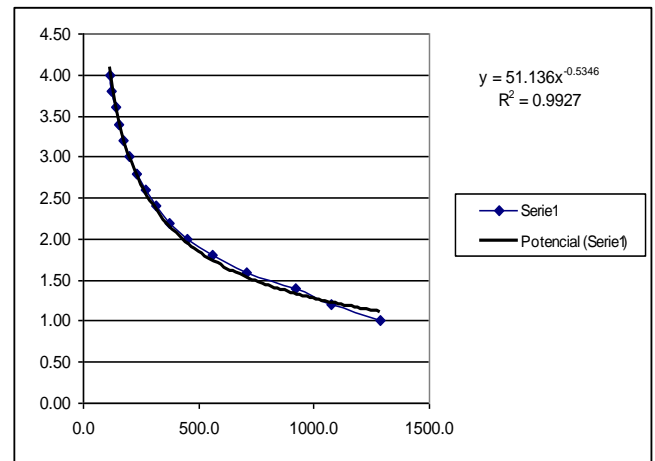
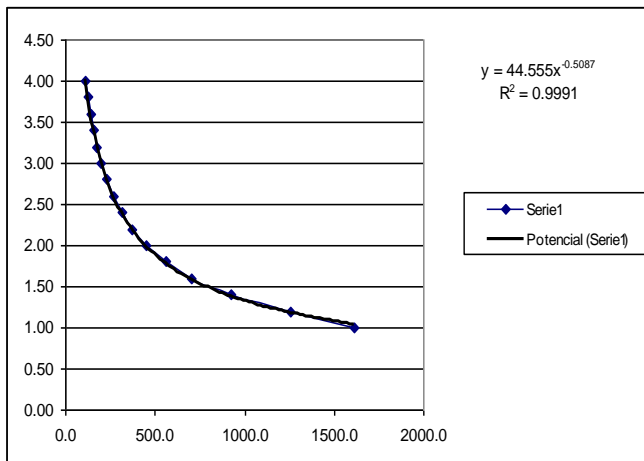


Tabla No.21. Resultados para el panel SUPERWALL INOX/INOX 5”

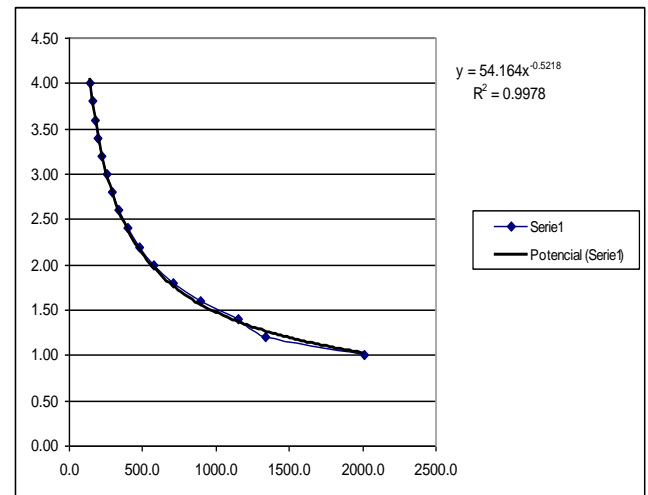
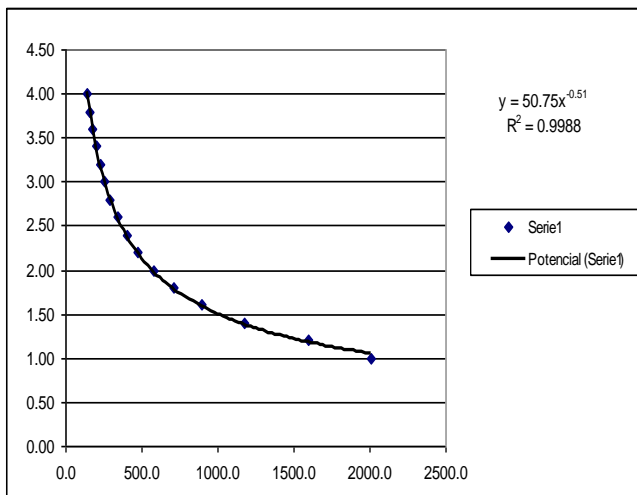
PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x I ³) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm ²	Kgf.cm
SUPERWALL INOX/INOX														
21	0.127	1.00	39.79	40.79	1719.22	54.50	58.00	1831.72	4	3.85	817360.514	412.4	337079476.1	88151.7
		1.00	38.81	39.81	1712.17	54.50	58.00	1824.67	4	3.85	817360.514	414.6	338877669.2	87812.4
		1.00	40.25	41.25	1677.72	54.50	58.00	1790.22	4	3.85	817360.514	388.1	317217615.6	86154.5
Promedio		1.00	39.62	40.62	1703.04	54.50	58.00	1815.54	4.00	3.85	817360.51	405.0	331058253.65	87372.86
Desviacion estandar		0.00	0.74	0.74	22.21	0.00	0.00	22.21	0.00	0.00	0.00	14.71	12020017.50	1068.70
Coeficiente de Variacion		0.00%	1.86%	1.81%	1.30%	0.00%	0.00%	1.22%	0.00%	0.00%	0.00%	3.63%	3.63%	1.22%

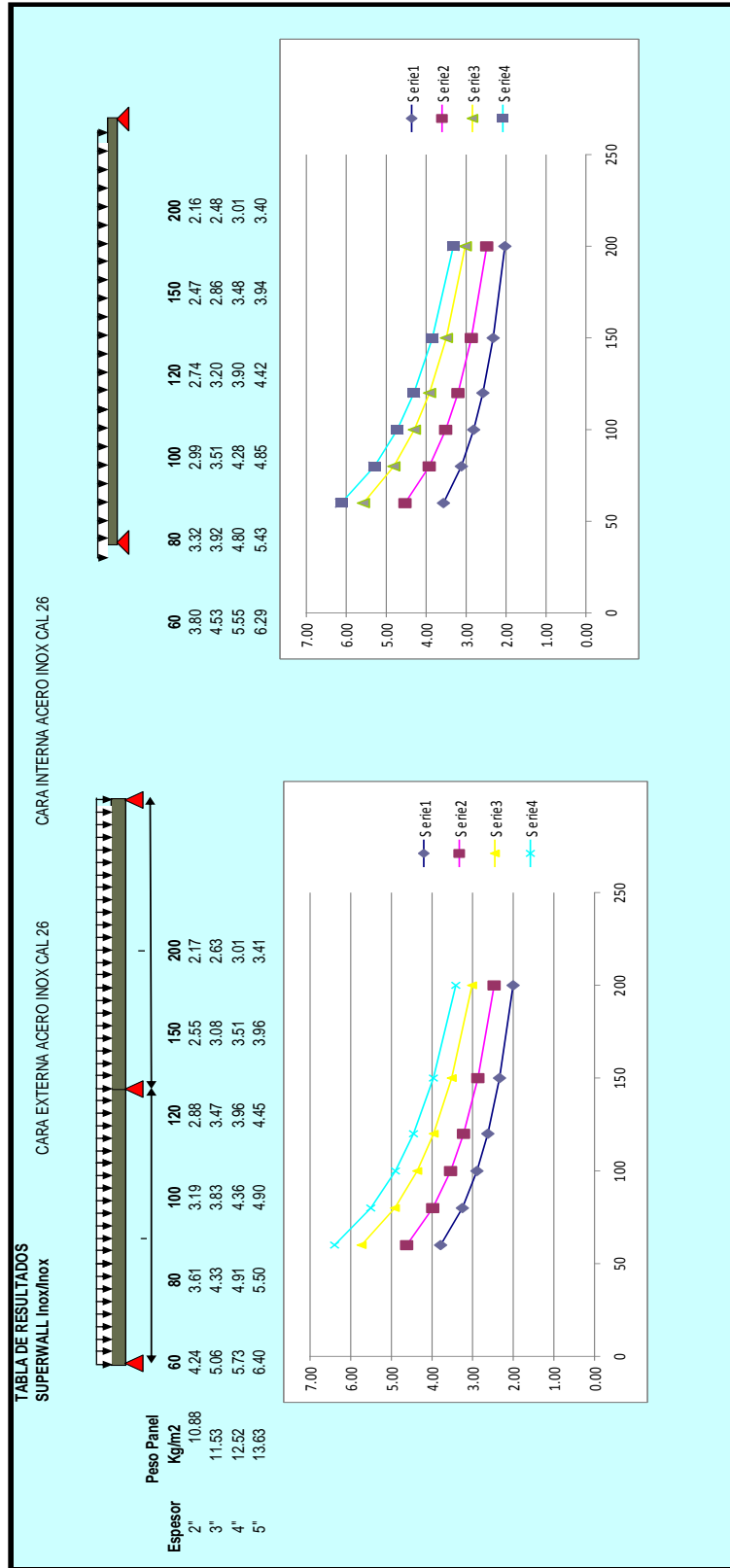
Tabla No. 22. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL INOX/INOX 5”

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	2301.4	12251.1	2011.25	2011.2
120	1598.2	7089.7	1676.04	1598.2
140	1174.2	4464.7	1436.60	1174.2
160	899.0	2991.0	1257.03	899.0
180	710.3	2100.7	1117.36	710.3
200	575.4	1531.4	1005.62	575.4
220	475.5	1150.6	914.20	475.5
240	399.6	886.2	838.02	399.6
260	340.5	697.0	773.56	340.5
280	293.6	558.1	718.30	293.6
300	255.7	453.7	670.42	255.7
320	224.8	373.9	628.51	224.8
340	199.1	311.7	591.54	199.1
360	177.6	262.6	558.68	177.6
380	159.4	223.3	529.28	159.4
400	143.8	191.4	502.81	143.8

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	2301.4	12251.1	2011.25	2011.2
120	1598.2	7089.7	1340.8	1340.8
140	1174.2	4464.7	1149.3	1149.3
160	899.0	2991.0	1005.6	899.0
180	710.3	2100.7	893.9	710.3
200	575.4	1531.4	804.5	575.4
220	475.5	1150.6	731.4	475.5
240	399.6	886.2	670.4	399.6
260	340.5	697.0	618.8	340.5
280	293.6	558.1	574.6	293.6
300	255.7	453.7	536.3	255.7
320	224.8	373.9	502.8	224.8
340	199.1	311.7	473.2	199.1
360	177.6	262.6	446.9	177.6
380	159.4	223.3	423.4	159.4
400	143.8	191.4	402.2	143.8

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL INOX/INOX 5”





Comparativa de resultados para los paneles SUPERWALL INOX/INOX para distintos espesores

Tabla No. 23. Resultados para el panel GLAMET CAL-26-INOX 3”

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACIÓN DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x I ³) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm ²	Kg ^m .cm
GLAMET Cal-26INOX														
11	0.0762	1.00	42.07	43.07	1977.64	36.65	58.00	2072.29	3	2.85	331562.988	467.5	155005697	73825.3
		1.00	46.79	47.79	2014.27	36.65	58.00	2108.92	3	2.85	331562.988	464.4	153977852	75130.3
		2.00	43.91	45.91	1873.49	36.65	58.00	1968.14	3	2.85	331562.988	437.8	145158276	70114.9
Promedio		1.33	44.26	45.59	1955.13	36.65	58.00	2049.78	3.00	2.85	331562.99	456.57	151380608	73023.51
Desviación estandar		0.58	2.37	2.37	73.04	0.00	0.00	73.04	0.00	0.00	0.00	16.33	5413149	2602.05
Coficiente de Variacion		43.30%	5.37%	5.20%	3.74%	0.00%	0.00%	3.56%	0.00%	0.00%	0.00%	3.58%	3.58%	3.56%

Tabla No. 24. Extrapolación de resultados para el panel GLAMET CAL-26-INOX 3”

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes (kg/m)	W (kg/m)
100	1877.9	5605.2	1206.75	1206.7
120	1304.1	3243.7	1005.62	1005.6
140	958.1	2042.7	861.96	862.0
160	733.6	1368.4	754.22	733.6
180	579.6	961.1	670.42	579.6
200	469.5	700.6	603.37	469.5
220	388.0	526.4	548.52	388.0
240	326.0	405.5	502.81	326.0
260	277.8	318.9	464.13	277.8
280	239.5	255.3	430.98	239.5
300	208.7	207.6	402.25	207.6
320	183.4	171.1	377.11	171.1
340	162.4	142.6	354.93	142.6
360	144.9	120.1	335.21	120.1
380	130.0	102.1	317.57	102.1
400	117.4	87.6	301.69	87.6

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes (kg/m)	W (kg/m)
100	1877.9	13473.9	965.4	965.4
120	1304.1	7797.4	804.5	804.5
140	958.1	4910.3	689.6	689.6
160	733.6	3289.5	603.4	603.4
180	579.6	2310.3	536.3	536.3
200	469.5	1684.2	482.7	469.5
220	388.0	1265.4	438.8	388.0
240	326.0	974.7	402.2	326.0
260	277.8	766.6	371.3	277.8
280	239.5	613.8	344.8	239.5
300	208.7	499.0	321.8	208.7
320	183.4	411.2	301.7	183.4
340	162.4	342.8	283.9	162.4
360	144.9	288.8	268.2	144.9
380	130.0	245.6	254.1	130.0
400	117.4	210.5	241.3	117.4

Gráficas del comportamiento del panel GLAMET CAL-26-INOX 3”

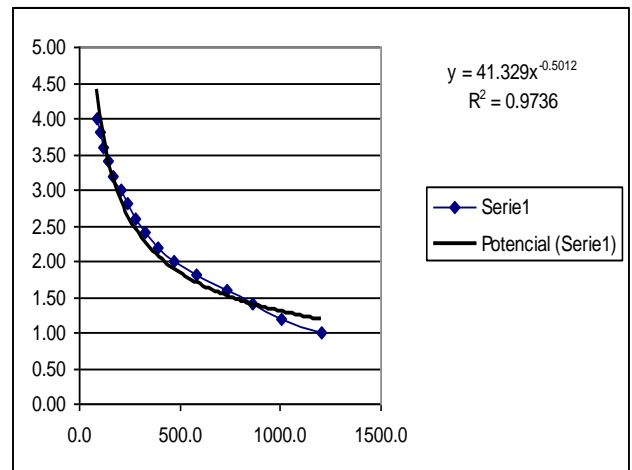
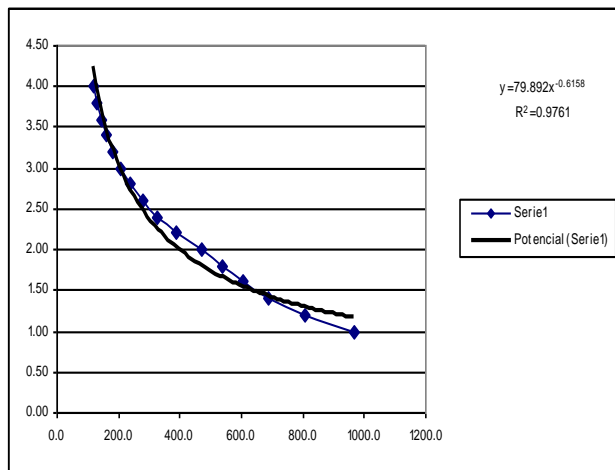


Tabla No. 25. Resultados para el panel GLAMET CAL-26-INOX 4"

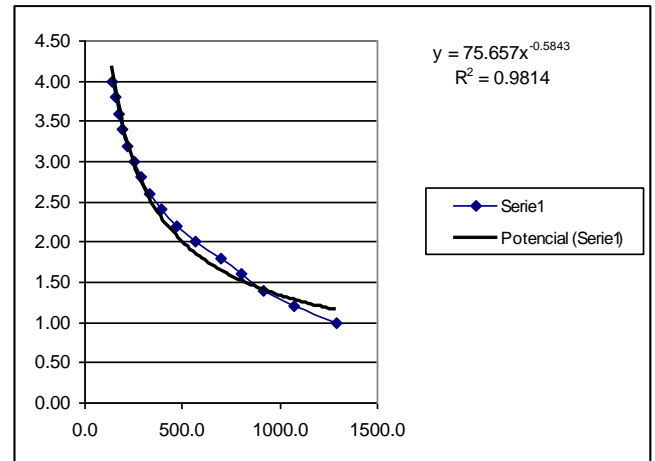
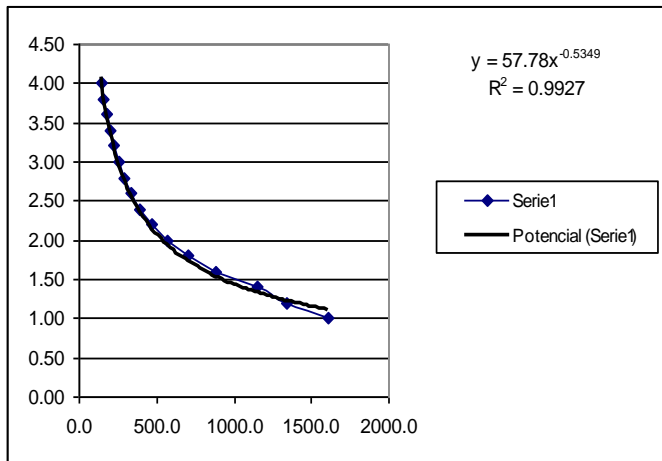
PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf.cm
GLAMET Cal-26VNOX														
12	0.1016	3.00	46.08	49.08	1652.58	55.50	58.00	1766.08	4	3.85	817361	387.8	316972407	84992.4
		2.00	49.52	51.52	1652.90	55.50	58.00	1766.40	4	3.85	817361	348.7	285013611	85008.1
		2.00	49.64	51.64	1662.28	55.50	58.00	1775.78	4	3.85	817361	354.2	289509094	85459.3
Promedio		2.33	48.41	50.74	1655.92	55.50	58.00	1769.42	4.00	3.85	817361	363.6	297165038	85153.27
Desviación estandar		0.58	2.02	1.45	5.51	0.00	0.00	5.51	0.00	0.00	0.00	21.2	17300326	265.17
Coeficiente de Variacion		24.74%	4.18%	2.85%	0.33%	0.00%	0.00%	0.31%	0.00%	0.00%	0.00%	5.82%	5.82%	0.31%

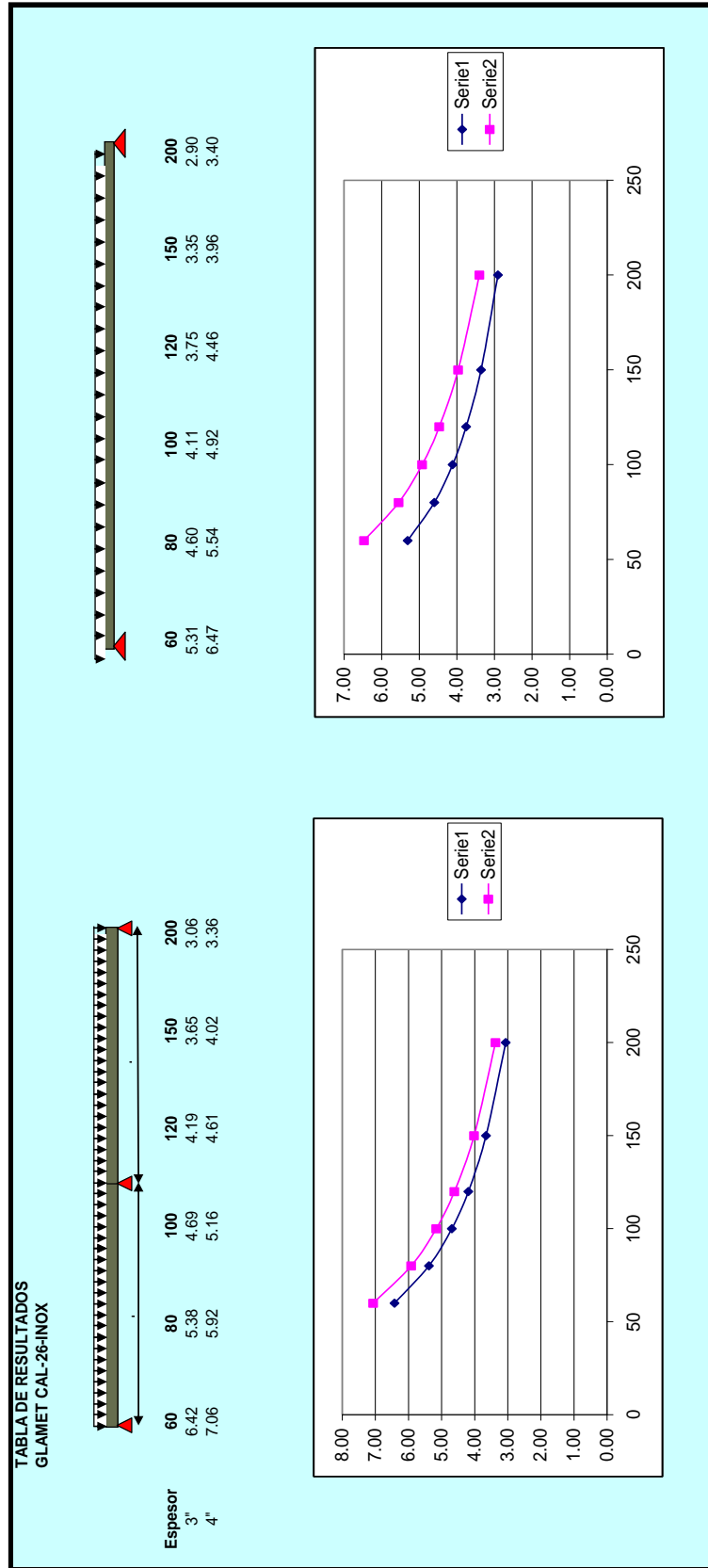
Tabla No. 26. Extrapolación de resultados para el panel GLAMET CAL-26-INOX 4"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	2263.7	10746.8	1609.00	1609.0
120	1572.0	6219.2	1340.83	1340.8
140	1154.9	3916.5	1149.28	1149.3
160	884.3	2623.7	1005.62	884.3
180	698.7	1842.7	893.89	698.7
200	565.9	1343.4	804.50	565.9
220	467.7	1009.3	731.36	467.7
240	393.0	777.4	670.42	393.0
260	334.9	611.4	618.85	334.9
280	288.7	489.6	574.64	288.7
300	251.5	398.0	536.33	251.5
320	221.1	328.0	502.81	221.1
340	195.8	273.4	473.23	195.8
360	174.7	230.3	446.94	174.7
380	156.8	195.9	423.42	156.8
400	141.5	167.9	402.25	141.5

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	2263.7	25833.7	1287.2	1287.2
120	1572.0	14950.0	1072.7	1072.7
140	1154.9	9414.6	919.4	919.4
160	884.3	6307.0	804.5	804.5
180	698.7	4429.6	715.1	698.7
200	565.9	3229.2	643.6	565.9
220	467.7	2426.2	585.1	467.7
240	393.0	1868.8	536.3	393.0
260	334.9	1469.8	495.1	334.9
280	288.7	1176.8	459.7	288.7
300	251.5	956.8	429.1	251.5
320	221.1	788.4	402.2	221.1
340	195.8	657.3	378.6	195.8
360	174.7	553.7	357.6	174.7
380	156.8	470.8	338.7	156.8
400	141.5	403.7	321.8	141.5

Gráficas del comportamiento del panel GLAMET CAL-26-INOX 4"





Comparativa de resultados para los paneles GLAMET CAL-26-INOX para distintos espesores

Tabla No.27. Resultados para el panel SUPERWALL CLEAN 2”

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m	cm3	Kg/cm	kg.cm2	Kgf*cm
SUPERWALL CLEAN														
1	0.0508	5.00	69.71	74.71	792.51	30.70	58.00	881.21	3	2.85	331562.988	100.86	33441443.00	31393.1
		5.00	70.67	75.67	763.47	30.70	58.00	852.17	3	2.85	331562.988	108.29	35904956.00	30358.7
		5.00	72.41	77.41	755.66	30.70	58.00	844.36	3	2.85	331562.988	98.837	32770691.07	30080.3
Promedio		5.00	70.93	75.93	770.55	30.70	58.00	859.25	3.00	2.85	331562.99	102.66	34039030.02	30610.70
Desviacion estandar		0.00	1.37	1.37	19.42	0.00	0.00	19.42	0.00	0.00	0.00	4.98	1650374.76	691.71
Coficiente de Variacion		0.00%	1.93%	1.80%	2.52%	0.00%	0.00%	2.26%	0.00%	0.00%	0.00%	4.85%	4.85%	2.26%

Tabla No. 28. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL CLEAN 2”

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	797.8	1243.7	804.50	797.8
120	554.1	719.7	670.42	554.1
140	407.1	453.3	574.64	407.1
160	311.7	303.6	502.81	303.6
180	246.2	213.3	446.94	213.3
200	199.5	155.5	402.25	155.5
220	164.8	116.8	365.68	116.8
240	138.5	90.0	335.21	90.0
260	118.0	70.8	309.42	70.8
280	101.8	56.7	287.32	56.7
300	88.6	46.1	268.17	46.1
320	77.9	38.0	251.41	38.0
340	69.0	31.6	236.62	31.6
360	61.6	26.7	223.47	26.7
380	55.3	22.7	211.71	22.7
400	49.9	19.4	201.12	19.4

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	797.8	2989.7	643.6	643.6
120	554.1	1730.2	536.3	536.3
140	407.1	1089.5	459.7	407.1
160	311.7	729.9	402.2	311.7
180	246.2	512.6	357.6	246.2
200	199.5	373.7	321.8	199.5
220	164.8	280.8	292.5	164.8
240	138.5	216.3	268.2	138.5
260	118.0	170.1	247.5	118.0
280	101.8	136.2	229.9	101.8
300	88.6	110.7	214.5	88.6
320	77.9	91.2	201.1	77.9
340	69.0	76.1	189.3	69.0
360	61.6	64.1	178.8	61.6
380	55.3	54.5	169.4	54.5
400	49.9	46.7	160.9	46.7

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL CLEAN 2”

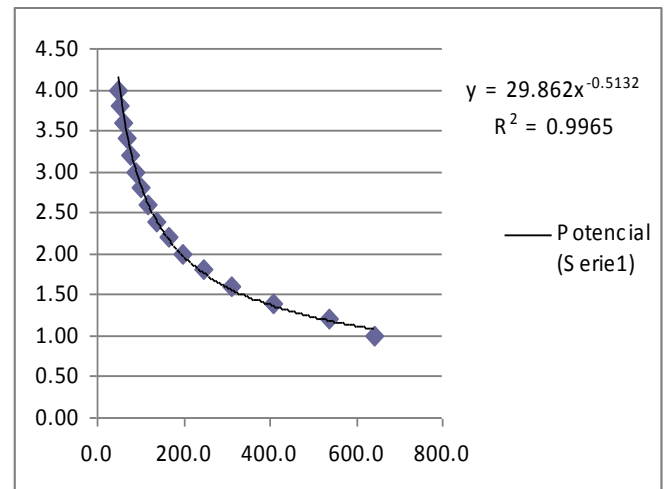
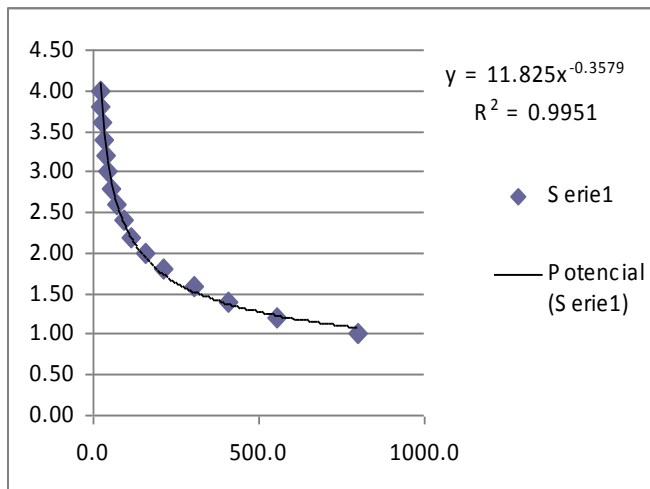


Tabla No. 29. Resultados para el panel SUPERWALL CLEAN 3"

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACIÓN DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf*cm
SUPERWALL CLEAN														
2	0.0762	4.00	56.63	60.63	1056.81	37.70	58.00	1152.51	3	2.85	331562.988	179.00	59349774.9	41058.2
		4.00	59.74	63.74	1070.19	37.70	58.00	1165.89	3	2.85	331562.988	180.57	59870328.79	41534.7
		4.00	45.40	49.40	853.05	37.70	58.00	948.75	3	2.85	331562.988	196.34	65099077.12	33799.3
Promedio		4.00	53.92	57.92	993.35	37.70	58.00	1089.05	3.00	2.85	331562.99	185.30	61439726.94	38797.40
Desviacion estandar		0.00	7.54	7.54	121.69	0.00	0.00	121.69	0.00	0.00	0.00	9.59	3179760.51	4335.04
Coeficiente de Variacion		0.00%	13.99%	13.02%	12.25%	0.00%	0.00%	11.17%	0.00%	0.00%	0.00%	5.18%	5.18%	11.17%

Tabla No. 30. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL CLEAN 3"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	919.0	2237.2	1206.75	919.0
120	638.2	1294.7	1005.62	638.2
140	468.9	815.3	861.96	468.9
160	359.0	546.2	754.22	359.0
180	283.6	383.6	670.42	283.6
200	229.7	279.6	603.37	229.7
220	189.9	210.1	548.52	189.9
240	159.5	161.8	502.81	159.5
260	135.9	127.3	464.13	127.3
280	117.2	101.9	430.98	101.9
300	102.1	82.9	402.25	82.9
320	89.7	68.3	377.11	68.3
340	79.5	56.9	354.93	56.9
360	70.9	48.0	335.21	48.0
380	63.6	40.8	317.57	40.8
400	57.4	35.0	301.69	35.0

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por espuezos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	919.0	5377.8	965.4	919.0
120	638.2	3112.2	804.5	638.2
140	468.9	1959.9	689.6	468.9
160	359.0	1312.9	603.4	359.0
180	283.6	922.1	536.3	283.6
200	229.7	672.2	482.7	229.7
220	189.9	505.1	438.8	189.9
240	159.5	389.0	402.2	159.5
260	135.9	306.0	371.3	135.9
280	117.2	245.0	344.8	117.2
300	102.1	199.2	321.8	102.1
320	89.7	164.1	301.7	89.7
340	79.5	136.8	283.9	79.5
360	70.9	115.3	268.2	70.9
380	63.6	98.0	254.1	63.6
400	57.4	84.0	241.3	57.4

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL CLEAN 3"

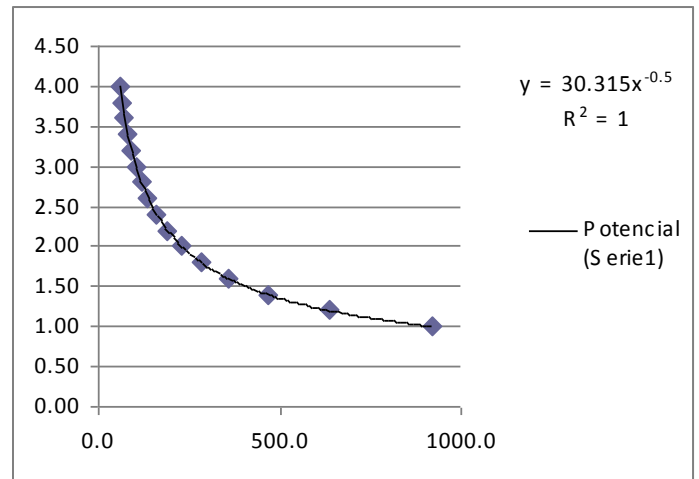
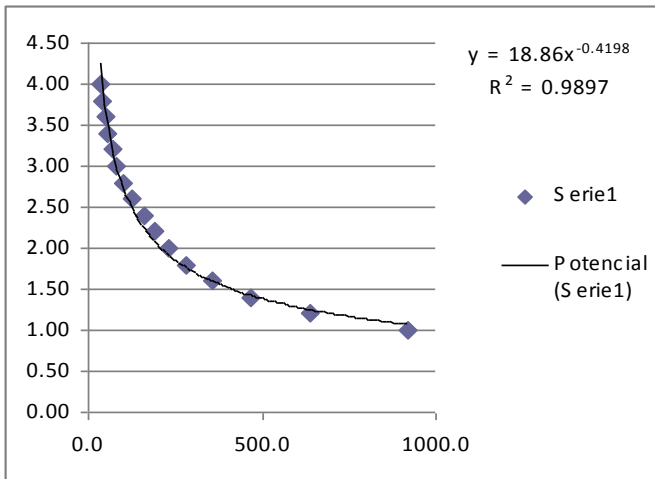


Tabla No. 31. Resultados para el panel SUPERWALL CLEAN 4"

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf.cm
SUPERWALL CLEAN														
3	0.1016	5.00	83.00	88.00	936.00	47.30	58.00	1041.30	4	3.85	817360.514	250.270	204560815.92	50112.6
		5.00	74.00	79.00	944.00	47.30	58.00	1049.30	4	3.85	817360.514	209.830	171506756.72	50497.6
		5.00	75.43	80.43	997.50	47.30	58.00	1102.80	4	3.85	817360.514	124.320	101614259.14	53072.3
Promedio		5.00	77.48	82.48	959.17	47.30	58.00	1064.47	4.00	3.85	817360.51	194.807	159227277.26	51227.46
Desviacion estandar		0.00	4.84	4.84	33.44	0.00	0.00	33.44	0.00	0.00	0.00	64.30	52560323.44	1609.19
Coeficiente de Variacion		0.00%	6.24%	5.86%	3.49%	0.00%	0.00%	3.14%	0.00%	0.00%	0.00%	33.01%	33.01%	3.14%

Tabla No. 32. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL CLEAN 4"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1323.2	4096.0	1609.00	1323.2
120	918.9	2370.4	1340.83	918.9
140	675.1	1492.7	1149.28	675.1
160	516.9	1000.0	1005.62	516.9
180	408.4	702.3	893.89	408.4
200	330.8	512.0	804.50	330.8
220	273.4	384.7	731.36	273.4
240	229.7	296.3	670.42	229.7
260	195.7	233.0	618.85	195.7
280	168.8	186.6	574.64	168.8
300	147.0	151.7	536.33	147.0
320	129.2	125.0	502.81	129.2
340	114.5	104.2	473.23	114.5
360	102.1	87.8	446.94	102.1
380	91.6	74.6	423.42	91.6
400	82.7	64.0	402.25	82.7

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1323.2	9846.2	1287.2	1287.2
120	918.9	5698.0	1072.7	918.9
140	675.1	3588.3	919.4	675.1
160	516.9	2403.9	804.5	516.9
180	408.4	1688.3	715.1	408.4
200	330.8	1230.8	643.6	330.8
220	273.4	924.7	585.1	273.4
240	229.7	712.3	536.3	229.7
260	195.7	560.2	495.1	195.7
280	168.8	448.5	459.7	168.8
300	147.0	364.7	429.1	147.0
320	129.2	300.5	402.2	129.2
340	114.5	250.5	378.6	114.5
360	102.1	211.0	357.6	102.1
380	91.6	179.4	338.7	91.6
400	82.7	153.8	321.8	82.7

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL CLEAN 4"

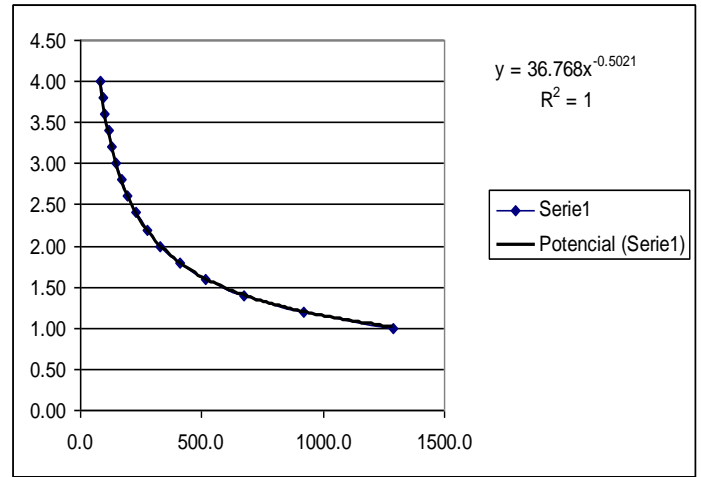
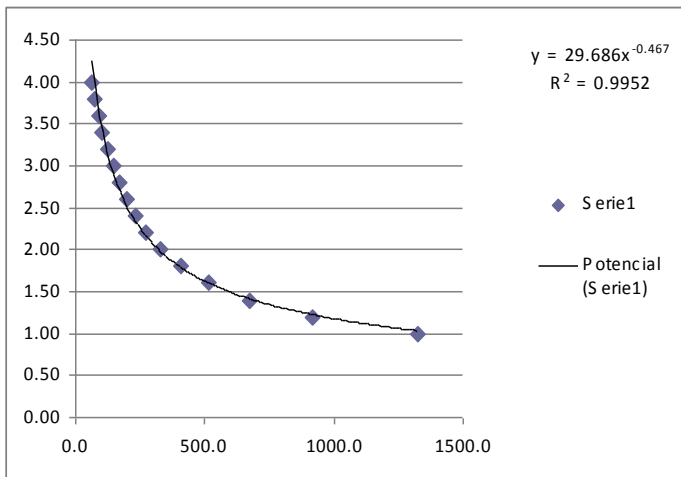


Tabla No. 33. Resultados para el panel SUPERWALL CLEAN 5"

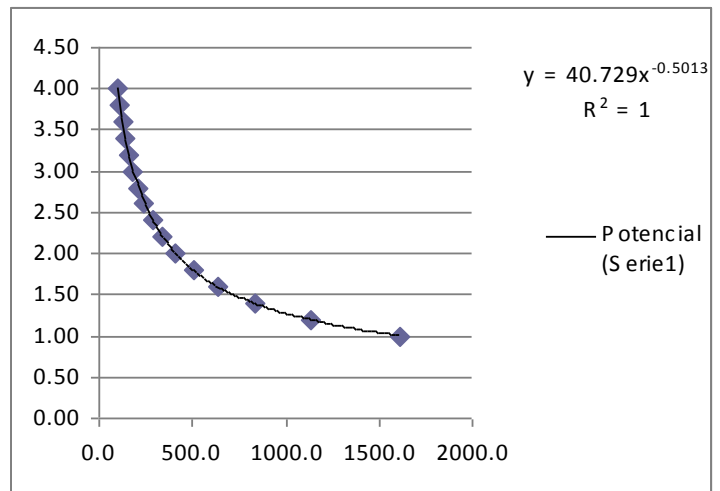
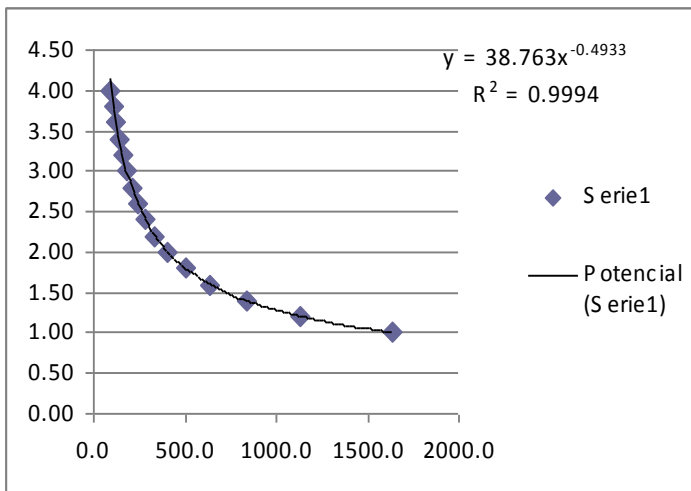
PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1 mm	DEFLEXION 2 mm	DEFLEXION TOTAL mm	CARGA APLICADA kgf	PESO PROPIO kgf	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA kgf	CARGA MAXIMA kgf	LONGITUD TOTAL m	LONGITUD CALIBRADA m	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI kg.cm ²	MOMENTO ULTIMO Mu Kgf.cm
SUPERWALL CLEAN														
4	0.127	4.00	67.90	71.90	1351.31	51.30	58.00	1460.61	4	3.85	817360.514	196.50	160611341.06	70292.06
		4.00	61.40	65.40	1198.50	51.30	58.00	1307.80	4	3.85	817360.514	195.20	159548772.40	62938.03
		4.00	63.58	67.58	1205.92	51.30	58.00	1315.22	4	3.85	817360.514	189.70	155053289.57	63294.80
Promedio		4.00	64.29	68.29	1251.91	51.30	58.00	1361.21	4.00	3.85	817360.51	193.80	158404467.68	65508.30
Desviacion estandar		0.00	3.31	3.31	86.17	0.00	0.00	86.17	0.00	0.00	0.00	3.61	2950433.71	4146.70
Coeficiente de Variacion		0.00%	5.15%	4.85%	6.88%	0.00%	0.00%	6.33%	0.00%	0.00%	0.00%	1.86%	1.86%	6.33%

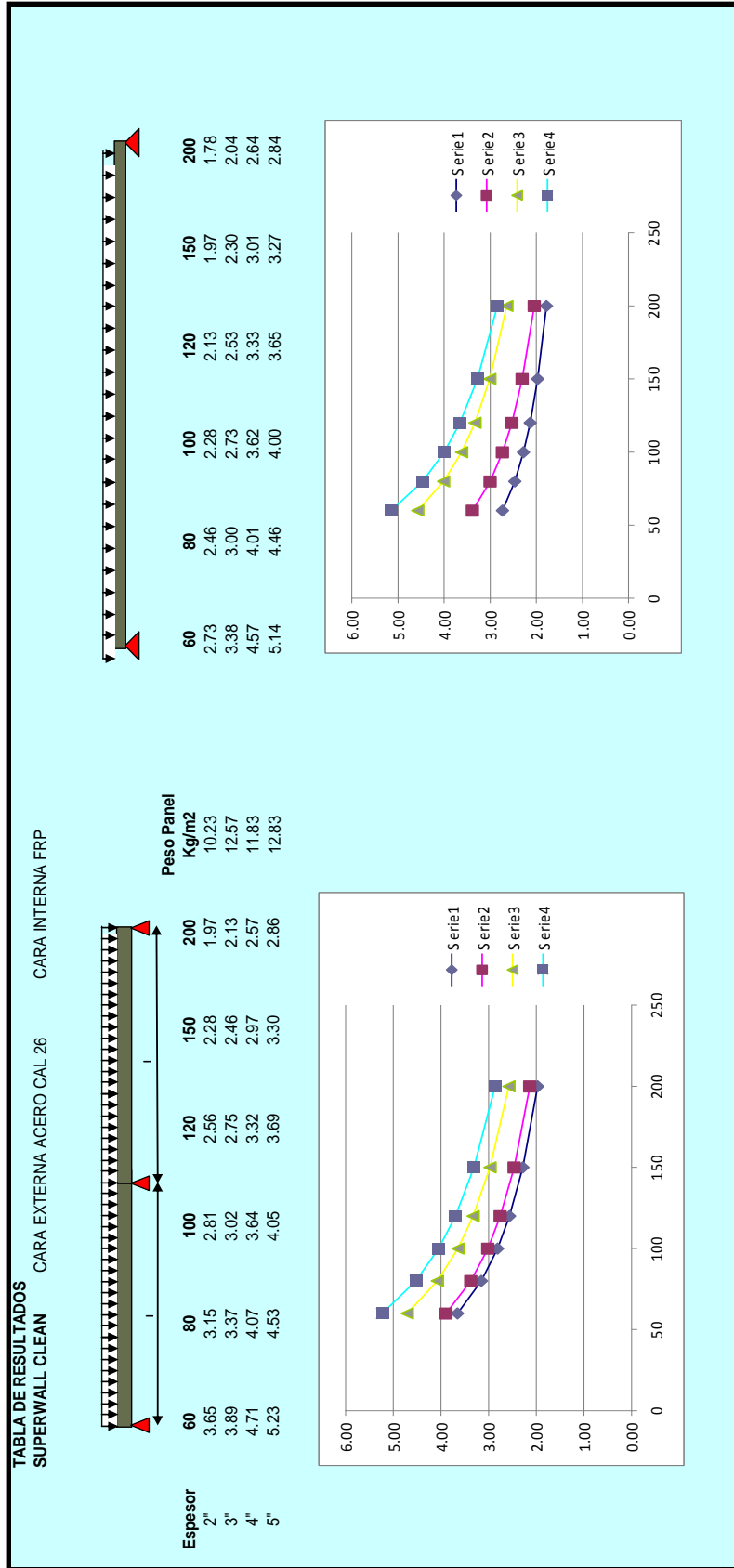
Tabla No. 34. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL CLEAN 5"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1636.3	5969.4	2011.25	1636.3
120	1136.3	3454.5	1676.04	1136.3
140	834.9	2175.5	1436.60	834.9
160	639.2	1457.4	1257.03	639.2
180	505.0	1023.6	1117.36	505.0
200	409.1	746.2	1005.62	409.1
220	338.1	560.6	914.20	338.1
240	284.1	431.8	838.02	284.1
260	242.1	339.6	773.56	242.1
280	208.7	271.9	718.30	208.7
300	181.8	221.1	670.42	181.8
320	159.8	182.2	628.51	159.8
340	141.5	151.9	591.54	141.5
360	126.3	127.9	558.68	126.3
380	113.3	108.8	529.28	108.8
400	102.3	93.3	502.81	93.3

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1636.3	14349.6	1609.0	1609.0
120	1136.3	8304.2	1340.8	1136.3
140	834.9	5229.4	1149.3	834.9
160	639.2	3503.3	1005.6	639.2
180	505.0	2460.5	893.9	505.0
200	409.1	1793.7	804.5	409.1
220	338.1	1347.6	731.4	338.1
240	284.1	1038.0	670.4	284.1
260	242.1	816.4	618.8	242.1
280	208.7	653.7	574.6	208.7
300	181.8	531.5	536.3	181.8
320	159.8	437.9	502.8	159.8
340	141.5	365.1	473.2	141.5
360	126.3	307.6	446.9	126.3
380	113.3	261.5	423.4	113.3
400	102.3	224.2	402.2	102.3

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL CLEAN 5"





Comparativa de resultados para los paneles SUPERWALL CLEAN para distintos espesores

Tabla No. 35. Resultados para el panel SUPERWALL INOX/CAL 26 2"

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1 mm	DEFLEXION 2 mm	DEFLEXION TOTAL mm	CARGA APLICADA kgf	PESO PROPIO kgf	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA kgf	CARGA MAXIMA kgf	LONGITUD TOTAL m	LONGITUD CALIBRADA m	(11 x I ³) / 768	Pendiente (K)	EI kg.cm ²	MOMENTO ULTIMO Mu Kgf.cm
SUPERWALL INOXICAL-26														
16	0.0508	3.00	47.76	50.76	1046.60	32.00	58.00	1136.60	3	2.85	331562.988	221.60	73474358.20	40491.4
		3.00	40.70	43.70	816.20	32.00	58.00	906.20	3	2.85	331562.988	213.20	70689229.10	32283.5
		4.00	50.34	54.34	1021.82	32.00	58.00	1111.82	3	2.85	331562.988	218.00	72280731.45	39608.5
Promedio		3.33	46.27	49.60	961.54	32.00	58.00	1051.54	3.00	2.85	331562.99	217.60	72148106.25	37461.12
Desviacion estandar		0.58	4.99	5.42	126.47	0.00	0.00	126.47	0.00	0.00	0.00	4.21	1397293.14	4505.64
Coefficiente de Variacion		17.32%	10.79%	10.92%	13.15%	0.00%	0.00%	12.03%	0.00%	0.00%	0.00%	1.94%	1.94%	12.03%

Tabla No. 36. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL INOX/CAL 26 2"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	878.8	2716.8	804.50	804.5
120	610.3	1572.2	670.42	610.3
140	448.4	990.1	574.64	448.4
160	343.3	663.3	502.81	343.3
180	271.2	465.8	446.94	271.2
200	219.7	339.6	402.25	219.7
220	181.6	255.1	365.68	181.6
240	152.6	196.5	335.21	152.6
260	130.0	154.6	309.42	130.0
280	112.1	123.8	287.32	112.1
300	97.6	100.6	268.17	97.6
320	85.8	82.9	251.41	82.9
340	76.0	69.1	236.62	69.1
360	67.8	58.2	223.47	58.2
380	60.9	49.5	211.71	49.5
400	54.9	42.5	201.12	42.5

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	878.8	6530.8	643.6	643.6
120	610.3	3779.4	536.3	536.3
140	448.4	2380.0	459.7	448.4
160	343.3	1594.4	402.2	343.3
180	271.2	1119.8	357.6	271.2
200	219.7	816.4	321.8	219.7
220	181.6	613.3	292.5	181.6
240	152.6	472.4	268.2	152.6
260	130.0	371.6	247.5	130.0
280	112.1	297.5	229.9	112.1
300	97.6	241.9	214.5	97.6
320	85.8	199.3	201.1	85.8
340	76.0	166.2	189.3	76.0
360	67.8	140.0	178.8	67.8
380	60.9	119.0	169.4	60.9
400	54.9	102.0	160.9	54.9

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL INOX/CAL 26 2"

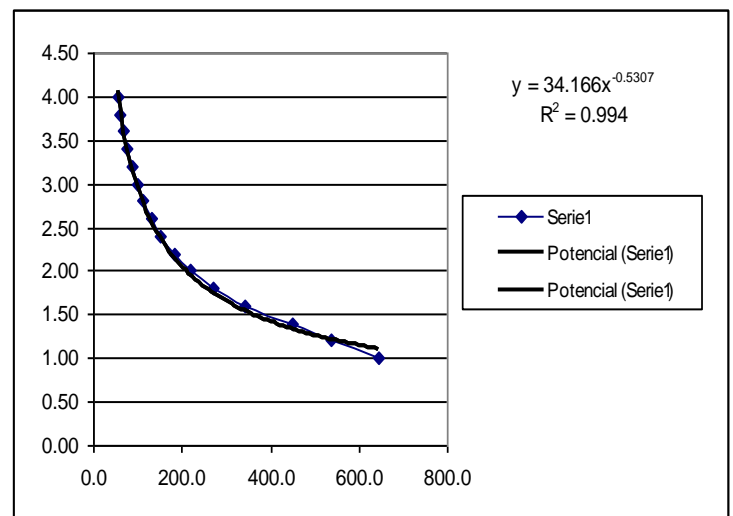
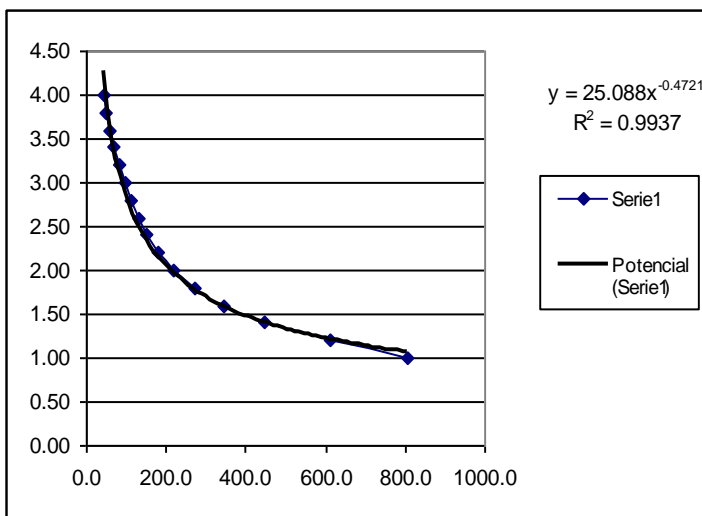


Tabla No. 37. Resultados para el panel SUPERWALL INOX/CAL 26 3"

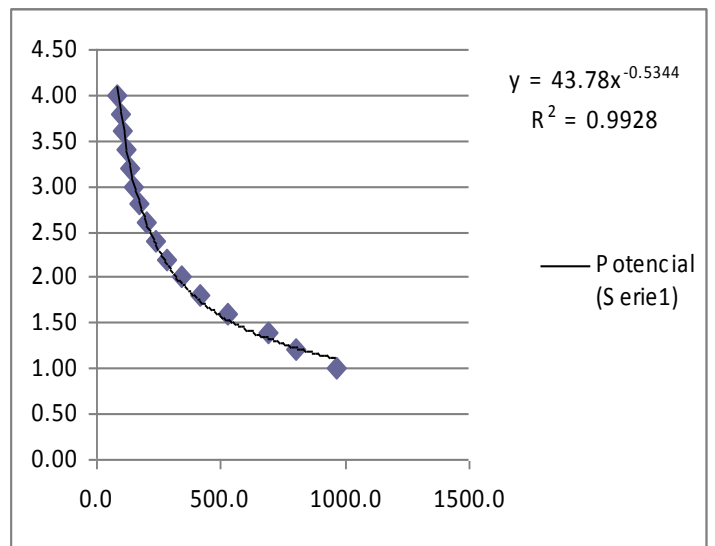
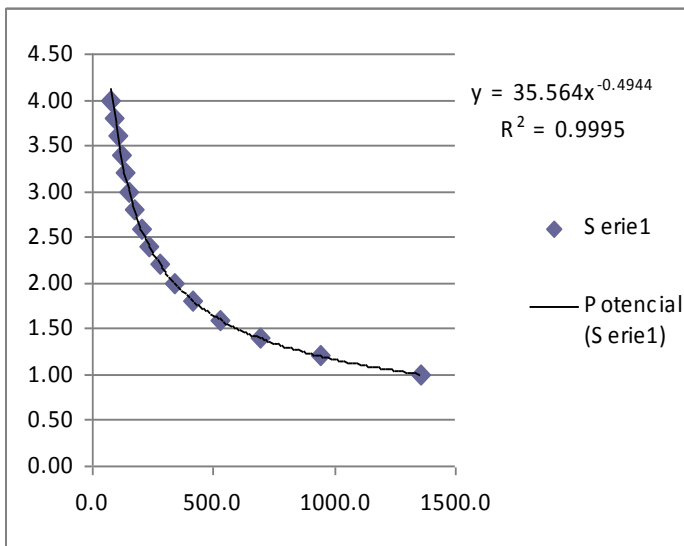
PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x P3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kg*cm
SUPERWALL INOXICAL-26														
8	0.0762	2.00	33.78	35.78	1407.93	33.25	58.00	1499.18	3	2.85	331563	457.20	151590598	53408.4
		2.00	45.67	47.67	1626.05	33.25	58.00	1717.30	3	2.85	331563	395.70	131199474	61178.7
		2.00	33.93	35.93	1376.79	33.25	58.00	1468.04	3	2.85	331563	418.00	138593329	52298.9
Promedio		2.00	37.79	39.79	1470.26	33.25	58.00	1561.51	3.00	2.85	331563	423.63	140461134	55628.65
Desviacion estandar		0.00	6.82	6.82	135.81	0.00	0.00	135.81	0.00	0.00	0.00	31.13	10323081	4838.39
Coeficiente de Variacion		0.00%	18.05%	17.14%	9.24%	0.00%	0.00%	8.70%	0.00%	0.00%	0.00%	7.35%	7.35%	8.70%

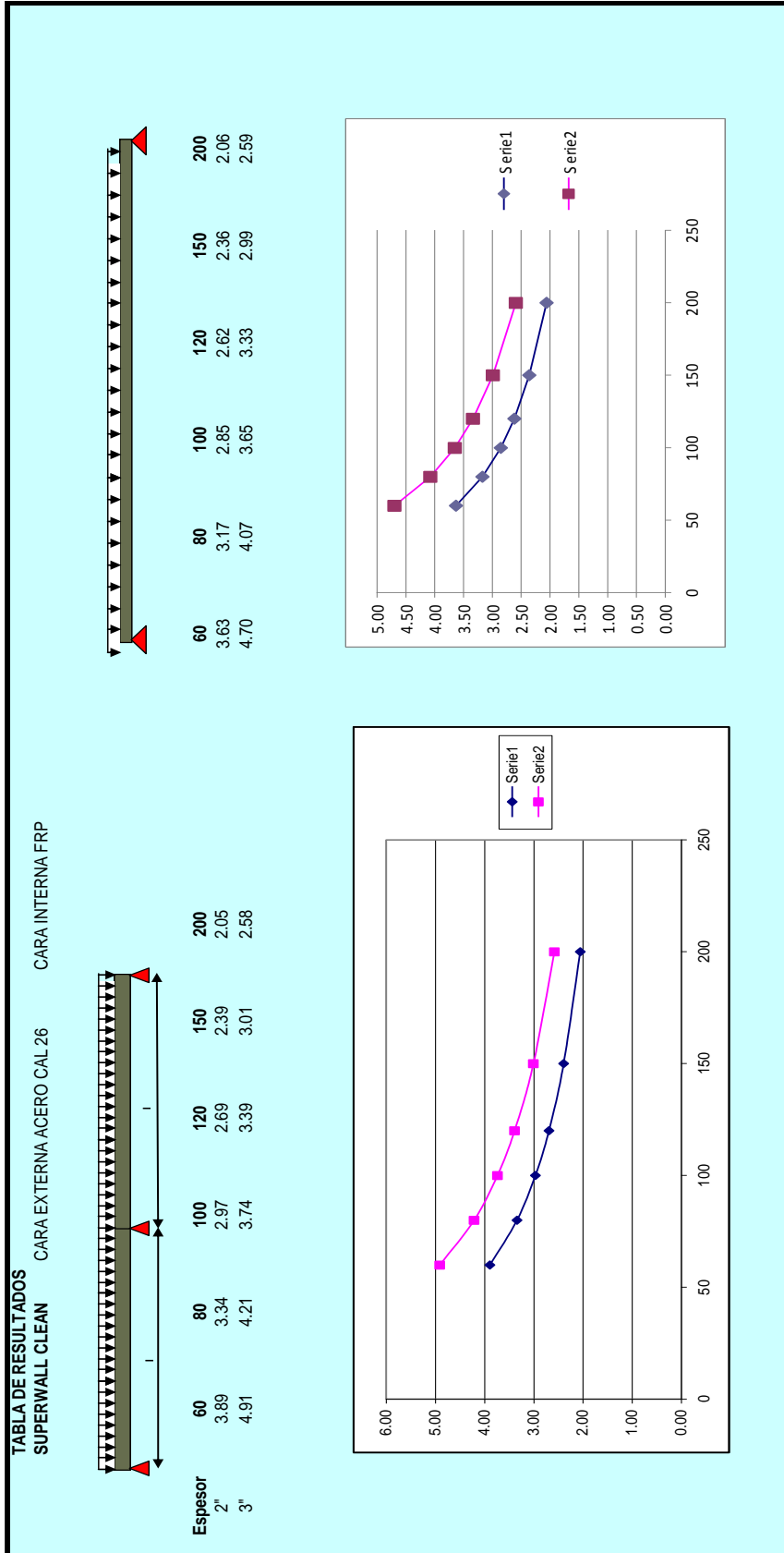
Tabla No. 38. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL INOX/CAL 26 3"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1354.4	4997.3	1206.75	1354.0
120	940.6	2892.0	1005.62	940.6
140	691.0	1821.2	861.96	691.0
160	529.1	1220.0	754.22	529.1
180	418.0	856.9	670.42	418.0
200	338.6	624.7	603.37	338.6
220	279.8	469.3	548.52	279.8
240	235.1	361.5	502.81	235.1
260	200.4	284.3	464.13	200.4
280	172.8	227.6	430.98	172.8
300	150.5	185.1	402.25	150.5
320	132.3	152.5	377.11	132.3
340	117.2	127.1	354.93	117.2
360	104.5	107.1	335.21	104.5
380	93.8	91.1	317.57	91.1
400	84.7	78.1	301.69	78.1

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1354.4	12012.7	965.4	965.4
120	940.6	6951.8	804.5	804.5
140	691.0	4377.8	689.6	689.6
160	529.1	2932.8	603.4	529.1
180	418.0	2059.8	536.3	418.0
200	338.6	1501.6	482.7	338.6
220	279.8	1128.2	438.8	279.8
240	235.1	869.0	402.2	235.1
260	200.4	683.5	371.3	200.4
280	172.8	547.2	344.8	172.8
300	150.5	444.9	321.8	150.5
320	132.3	366.6	301.7	132.3
340	117.2	305.6	283.9	117.2
360	104.5	257.5	268.2	104.5
380	93.8	218.9	254.1	93.8
400	84.7	187.7	241.3	84.7

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL INOX/CAL 26 3"





Comparativa de resultados para los paneles SUPERWALL INOX/CAL 26 para distintos espesores

Tabla No.39. Resultados para el panel SUPERWALL FLAT 1.5”

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACIÓN DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11x I3) / 768	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf.cm
SUPERWALL FLAT														
15	0.0381	4.00	53.12	57.12	797.27	41.50	58.00	896.77	3	2.85	331562.988	162.4	53845829	31947.4
		4.00	34.46	38.46	550.34	41.50	58.00	649.84	3	2.85	331562.988	163.0	54044767	23150.5
		4.00	34.80	38.80	561.89	41.50	58.00	661.39	3	2.85	331562.988	154.8	51325951	23562.1
Promedio		4.00	40.79	44.79	636.50	41.50	58.00	736.00	3.00	2.85	331562.99	160.1	53072182	26220.01
Desviacion estandar		0.00	10.67	10.67	139.35	0.00	0.00	139.35	0.00	0.00	0.00	4.57	1515549	4964.36
Coefficiente de Variacion		0.00%	26.17%	23.83%	21.89%	0.00%	0.00%	18.93%	0.00%	0.00%	0.00%	2.86%	2.86%	18.93%

Tabla No. 40. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL FLAT 1.5”

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	566.8	1979.8	603.37	566.8
120	393.6	1145.7	502.81	393.6
140	289.2	721.5	430.98	289.2
160	221.4	483.3	377.11	221.4
180	174.9	339.5	335.21	174.9
200	141.7	247.5	301.69	141.7
220	117.1	185.9	274.26	117.1
240	98.4	143.2	251.41	98.4
260	83.8	112.6	232.07	83.8
280	72.3	90.2	215.49	72.3
300	63.0	73.3	201.12	63.0
320	55.4	60.4	188.55	55.4
340	49.0	50.4	177.46	49.0
360	43.7	42.4	167.60	42.4
380	39.3	36.1	158.78	36.1
400	35.4	30.9	150.84	30.9

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	566.8	4759.1	482.7	482.7
120	393.6	2754.1	402.2	393.6
140	289.2	1734.4	344.8	289.2
160	221.4	1161.9	301.7	221.4
180	174.9	816.0	268.2	174.9
200	141.7	594.9	241.3	141.7
220	117.1	446.9	219.4	117.1
240	98.4	344.3	201.1	98.4
260	83.8	270.8	185.7	83.8
280	72.3	216.8	172.4	72.3
300	63.0	176.3	160.9	63.0
320	55.4	145.2	150.8	55.4
340	49.0	121.1	142.0	49.0
360	43.7	102.0	134.1	43.7
380	39.3	86.7	127.0	39.3
400	35.4	74.4	120.7	35.4

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL FLAT 1.5”

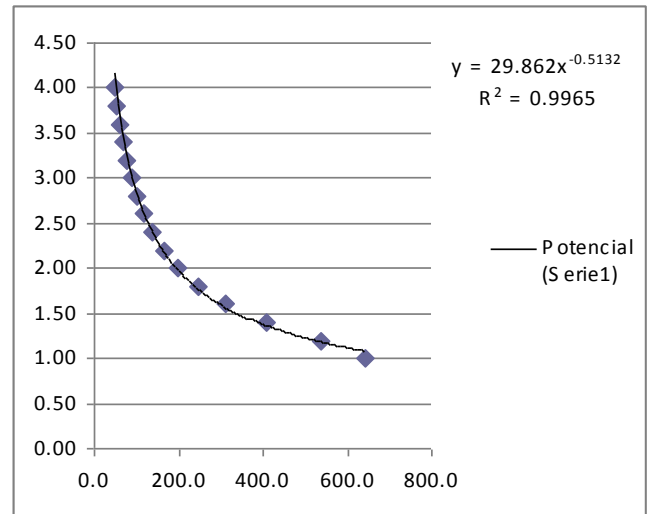
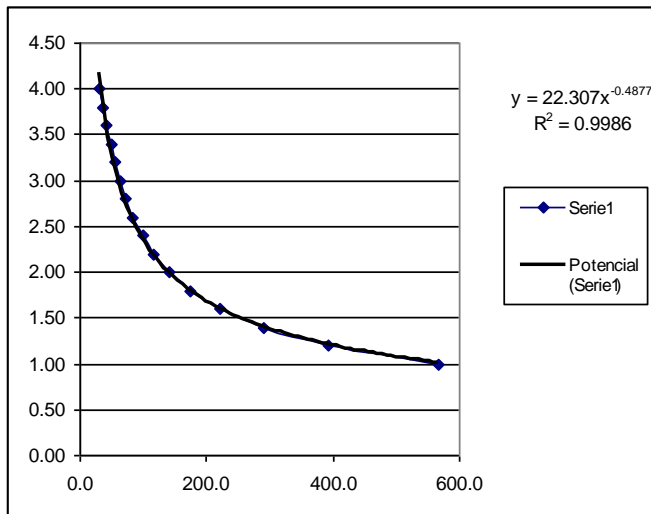


Tabla No. 41. Resultados para el panel SUPERWALL FLAT 2"

PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1 mm	DEFLEXION 2 mm	DEFLEXION TOTAL mm	CARGA APLICADA kgf	PESO PROPIO kgf	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA kgf	CARGA MAXIMA kgf	LONGITUD TOTAL m	LONGITUD CALIBRADA m	(11 x I3) / 768	Pendiente (K)	EI kg.cm2	MOMENTO ULTIMO Mu Kg ² /cm
SUPERWALL FLAT														
18	0.0508	3.00	37.90	40.90	797.78	31.00	58.00	886.78	3	2.85	331562.988	222.60	73805921	31591.5
		3.00	36.09	39.09	869.55	31.00	58.00	958.55	3	2.85	331562.988	239.8	79508805	34148.4
		3.00	36.29	39.29	877.87	31.00	58.00	966.87	3	2.85	331562.988	233.9	77552583	34444.8
Promedio		3.00	36.76	39.76	848.40	31.00	58.00	937.40	3.00	2.85	331562.99	232.10	76955770	33394.90
Desviacion estandar		0.00	0.99	0.99	44.04	0.00	0.00	44.04	0.00	0.00	0.00	8.74	2897906	1568.82
Coeficiente de Variacion		0.00%	2.70%	2.50%	5.19%	0.00%	0.00%	4.70%	0.00%	0.00%	0.00%	3.77%	3.77%	4.70%

Tabla No. 42. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL FLAT 2"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	848.7	2843.8	804.50	804.5
120	589.4	1645.7	670.42	589.4
140	433.0	1036.4	574.64	433.0
160	331.5	694.3	502.81	331.5
180	261.9	487.6	446.94	261.9
200	212.2	355.5	402.25	212.2
220	175.4	267.1	365.68	175.4
240	147.3	205.7	335.21	147.3
260	125.5	161.8	309.42	125.5
280	108.3	129.5	287.32	108.3
300	94.3	105.3	268.17	94.3
320	82.9	86.8	251.41	82.9
340	73.4	72.4	236.62	72.4
360	65.5	61.0	223.47	61.0
380	58.8	51.8	211.71	51.8
400	53.0	44.4	201.12	44.4

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	848.7	6836.1	643.6	643.6
120	589.4	3956.1	536.3	536.3
140	433.0	2491.3	459.7	433.0
160	331.5	1669.0	402.2	331.5
180	261.9	1172.2	357.6	261.9
200	212.2	854.5	321.8	212.2
220	175.4	642.0	292.5	175.4
240	147.3	494.5	268.2	147.3
260	125.5	388.9	247.5	125.5
280	108.3	311.4	229.9	108.3
300	94.3	253.2	214.5	94.3
320	82.9	208.6	201.1	82.9
340	73.4	173.9	189.3	73.4
360	65.5	146.5	178.8	65.5
380	58.8	124.6	169.4	58.8
400	53.0	106.8	160.9	53.0

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL FLAT 2"

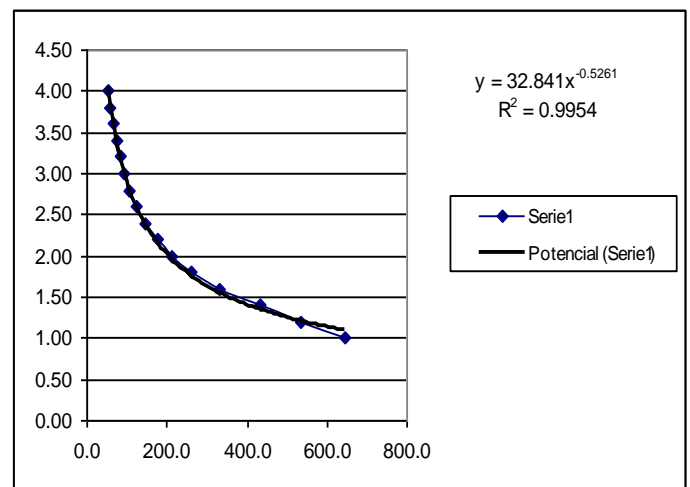
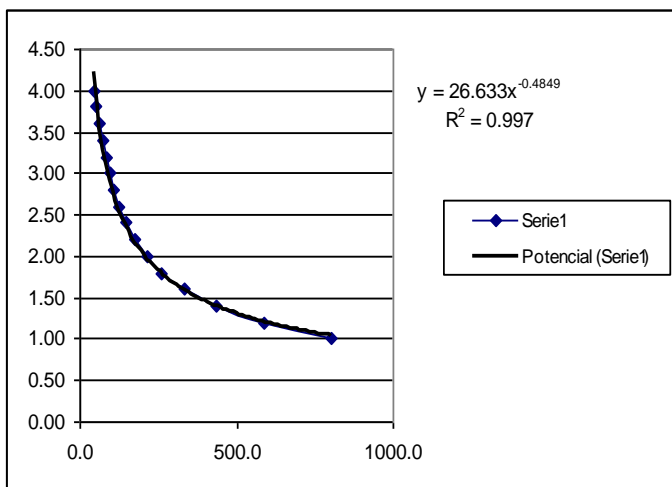


Tabla No. 43. Resultados para el panel SUPERWALL FLAT 2.5"

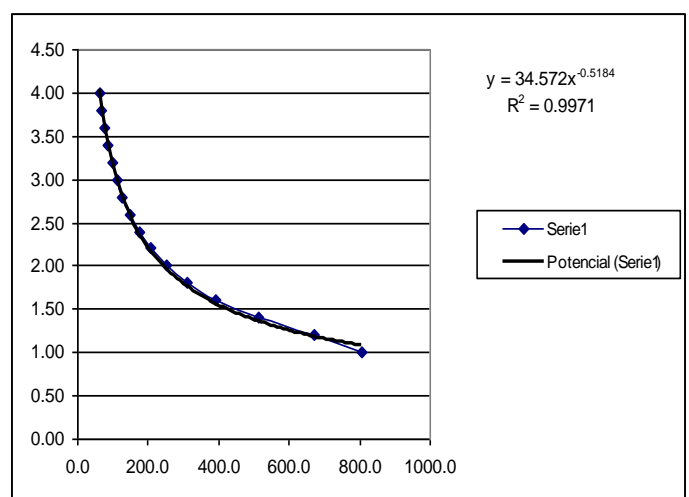
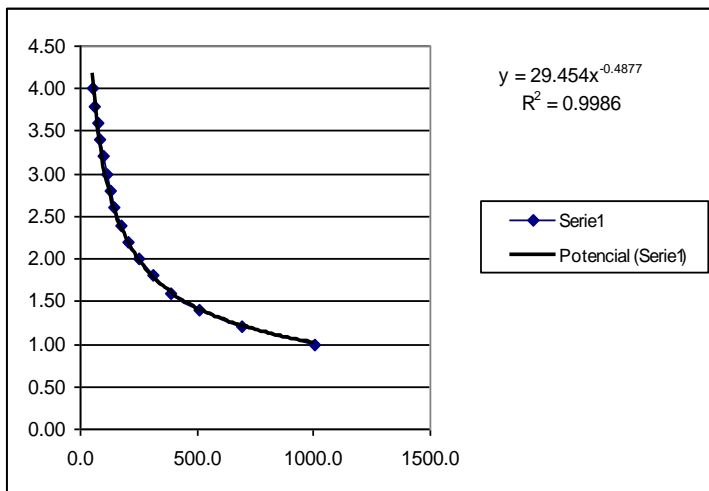
PRODUCTO	Espesor Panel m	DEFLEXION 1	DEFLEXION 2	DEFLEXION TOTAL	CARGA APLICADA	PESO PROPIO	DISPOSITIVOS DE APLICACION DE CARGA	CARGA MAXIMA	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CALIBRADA	(11 x P3) / 788	Pendiente (K)	EI	MOMENTO ULTIMO Mu
		mm	mm	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	m	m			kg.cm2	Kgf.cm
SUPERWALL FLAT														
17	0.0635	2.00	37.06	39.06	1070.08	32.10	58.00	1160.18	3	2.85	331562.988	281.600	93368138	41331.3
		2.00	35.08	37.08	960.73	32.10	58.00	1050.83	3	2.85	331562.988	274.600	91047197	37435.8
		2.00	36.32	38.32	1029.99	32.10	58.00	1120.09	3	2.85	331562.988	279.300	92605543	39903.3
Promedio		2.00	36.15	38.15	1020.27	32.10	58.00	1110.37	3.00	2.85	331562.99	278.500	92340292	39556.79
Desviacion estandar		0.00	1.00	1.00	55.32	0.00	0.00	55.32	0.00	0.00	0.00	3.57	1182988	1970.74
Coeficiente de Variacion		0.00%	2.77%	2.63%	5.42%	0.00%	0.00%	4.98%	0.00%	0.00%	0.00%	1.28%	1.28%	4.98%

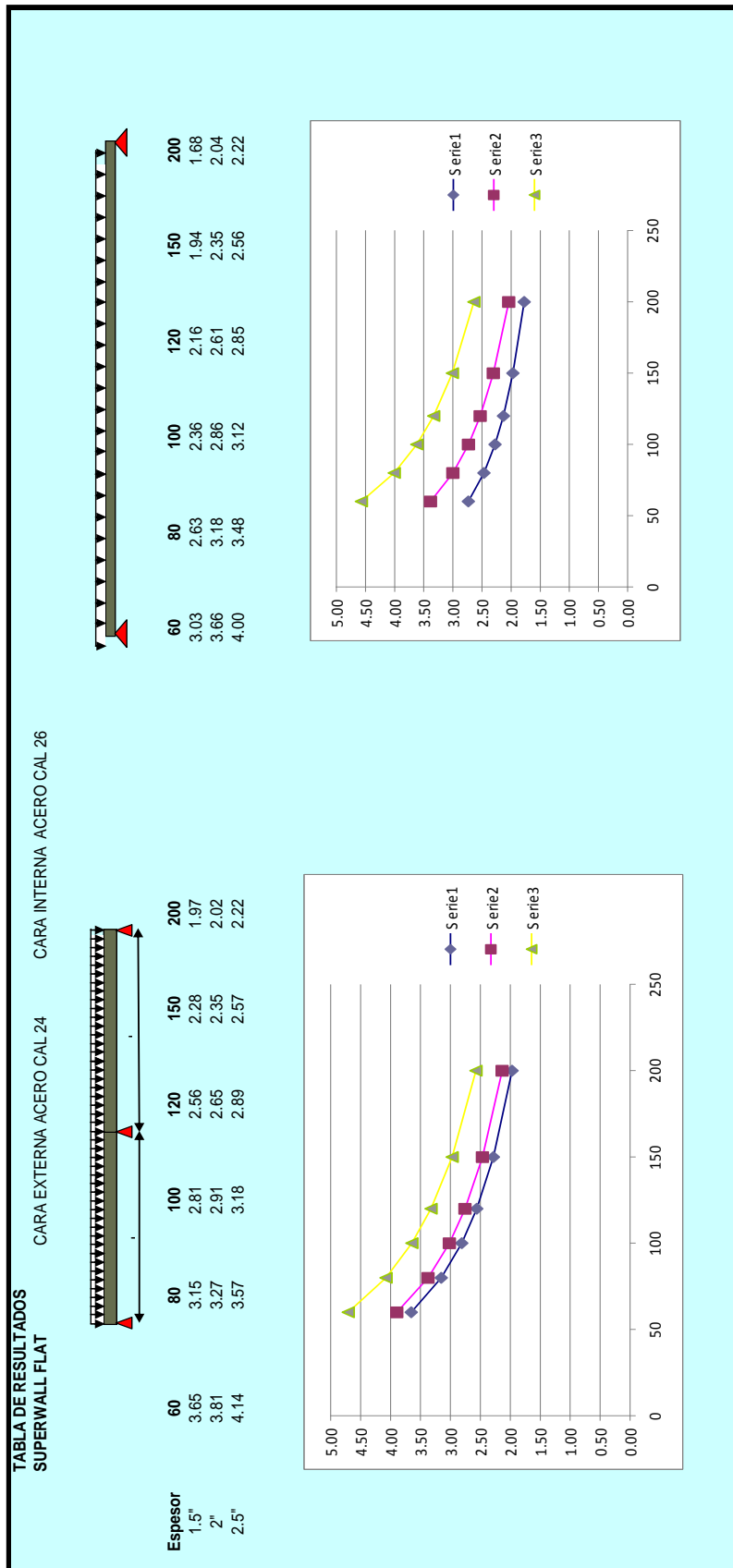
Tabla No. 44. Extrapolación de resultados para el panel SUPERWALL FLAT 2.5"

SIMPLEMENTE APOYADO				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1002.3	3500.4	1005.62	1002.3
120	696.0	2025.7	838.02	696.0
140	511.4	1275.7	718.30	511.4
160	391.5	854.6	628.51	391.5
180	309.4	600.2	558.68	309.4
200	250.6	437.6	502.81	250.6
220	207.1	328.7	457.10	207.1
240	174.0	253.2	419.01	174.0
260	148.3	199.2	386.78	148.3
280	127.8	159.5	359.15	127.8
300	111.4	129.6	335.21	111.4
320	97.9	106.8	314.26	97.9
340	86.7	89.1	295.77	86.7
360	77.3	75.0	279.34	75.0
380	69.4	63.8	264.64	63.8
400	62.6	54.7	251.41	54.7

DOS APOYOS				
Longitud (L en cm)	w1 por esfuerzos (kg/m)	w2 por deformaciones (kg/m)	w3 por esfuerzos cortantes(kg/m)	W (kg/m)
100	1002.3	8414.5	804.5	804.5
120	696.0	4869.5	670.4	670.4
140	511.4	3066.5	574.6	511.4
160	391.5	2054.3	502.8	391.5
180	309.4	1442.8	446.9	309.4
200	250.6	1051.8	402.2	250.6
220	207.1	790.2	365.7	207.1
240	174.0	608.7	335.2	174.0
260	148.3	478.8	309.4	148.3
280	127.8	383.3	287.3	127.8
300	111.4	311.6	268.2	111.4
320	97.9	256.8	251.4	97.9
340	86.7	214.1	236.6	86.7
360	77.3	180.4	223.5	77.3
380	69.4	153.3	211.7	69.4
400	62.6	131.5	201.1	62.6

Gráficas del comportamiento del panel SUPERWALL FLAT 2.5"





Comparativa de resultados para los paneles SUPERWALL FLAT para distintos espesores

IV Ejemplo de aplicación

Una vez realizada la etapa experimental y los trabajos de gabinete, es posible hacer un ejemplo de aplicación que nos permitirá utilizar la información generada de este proyecto, en el diseño de una nave comercial.

Para ello, se realizara una revisión de una serie de paneles colocados en la estructura de acero, calculando los parámetros básicos de diseño señalados en las Normas Técnicas Complementarias para Viento, del GDF y los resultados experimentales obtenidos en el laboratorio.

1. Descripción y ubicación del ejemplo en estudio

Se trata de una estructura que se construyo utilizando paneles con alma de poliuretano expandido utilizados como cubierta vertical en la parte superior de la fachada, sobre un la ubicación de un muro de mampostería de la cadena comercial "Office Depot" que se localiza en lomas de Pedregal, como se muestra en la figura 4-1.



Figura 4-1. Vista del arreglo del panel en fachada del inmueble

De acuerdo al Reglamento de Construcción del D.F. la estructura se considera en el Grupo B: Edificaciones comunes destinadas a viviendas, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el Grupo A.

Con su respuesta ante la acción del viento se puede observar que es una estructura de Tipo 1. La cual comprende las estructuras poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos de viento. Incluye las construcciones cerradas techadas con sistemas de cubierta rígidos; es decir, que sean capaces de resistir las cargas debidas a viento sin que varíe esencialmente su geometría.

Ubicada, Rinconada de Uranio Lote 1 Y 2 Mz. 11 Col. Lomas del Pedregal, 14150 Ciudad de México, Distrito Federal.



Figura 4-2. Ubicación del Office Depot.

2. Revisión de la fachada

La fachada se revisó utilizando los empujes y succiones producidos por el viento, de acuerdo con las NTC, con objeto de seleccionar adecuadamente el panel que sería utilizado en la zona descrita y evaluar la magnitud de las fuerzas que estos paneles transmitirán al sistema estructural, formado por elementos de acero.

En la revisión consideraremos la acción estática del viento.



Figura 4-3. Vista de la fachada del inmueble analizado



Figura 4-4. Modelo de análisis del inmueble

3. Velocidad de Diseño

Los efectos estáticos del viento sobre una estructura o componente de la misma se determinan con base en la velocidad de diseño.

Dicha velocidad de diseño se obtendrá de acuerdo a la siguiente ecuación

$$V_D = FTR * F_\alpha * V_R$$

Donde:

- FTR: Factor correctivo que toma en cuenta las condiciones locales relativas a la topografía y a la rugosidad del terreno en los alrededores del sitio de desplante;
- F_α factor que toma en cuenta la variación de la velocidad con la altura;
- V_R velocidad regional según la zona que le corresponde al sitio en donde se construirá la estructura.

Factor de variación con la altura, F_α

Este factor establece la variación de la velocidad del viento con la altura z . Se obtiene con las expresiones siguientes:

$$F_\alpha := 1 \quad \text{Si} \quad z < 10m$$

Velocidad Regional, V_R

Tabla 3.1 Velocidades regionales, V_R , según la importancia de la construcción y la zonificación eólica, m/s

Periodo de retorno, años	Importancia de la construcción		
	A	B	Temporal
200	50	10	
Zona I: Delegaciones de Alvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, G.A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza	39	36	31
Zona II: Delegaciones de Magdalena Contreras, Cuajimalpa, Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco	35	32	28

De acuerdo a la tabla anterior

$$V_R := 36 \frac{m}{s}$$

El siguiente paso es identificar el tipo de rugosidad en el cual estamos analizando de acuerdo a las características establecidas por la norma

Tabla 3.2 Rugosidad del terreno, α y δ

Tipos de terreno (fig. 3.1)		α	δ , m
R1	Escasas o nulas obstrucciones al flujo de viento, como en campo abierto	0.099	245
R2	Terreno plano u ondulado con pocas obstrucciones	0.128	315
R3	Zona típica urbana y suburbana. El sitio está rodeado predominantemente por construcciones de mediana y baja altura o por áreas arboladas y no se cumplen las condiciones del Tipo R4	0.156	390
R4	Zona de gran densidad de edificios altos. Por lo menos la mitad de las edificaciones que se encuentran en un radio de 500 m alrededor de la estructura en estudio tiene altura superior a 20 m	0.170	455

Factor correctivo por topografía y rugosidad, FTR

Este factor toma en cuenta el efecto topográfico local del sitio en donde se desplante la estructura y a su vez la variación de la rugosidad de los alrededores del sitio

Tipos de topografía (fig. 3.2)	Rugosidad de terrenos en alrededores		
	Terreno tipo R2	Terreno tipo R3	Terreno tipo R4
T4 Terrenos inclinados con pendientes entre 5 y 10 %	1.10	0.97	0.90
T5 Cimas de promontorios, colinas o montañas, terrenos con pendientes mayores de 10 %, cañadas o valles cerrados	1.20	1.06	0.98

De acuerdo a la tabla anterior

$$FTR := 1.1$$

$$V_D := FTR \cdot F_\alpha \cdot V_R$$

Sustituyendo los valores nos queda

$$V_D = 39.6 \frac{m}{s} \quad V_D = 142.56 \frac{km}{hr}$$

4. Determinación de la presión de diseño, pz

La presión que ejerce el flujo del viento sobre una construcción determinada, pz, en Pa (kg/m²), se obtiene tomando en cuenta su forma y está dada de manera general por la expresión

$$P_Z := 0.47 * C_P * V_D^2$$

$$P_Z := 0.048 * C_P * V_D^2 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \right)$$

Donde;

Cp: coeficiente local de presión, que depende de la forma de la estructura;

VD: velocidad de diseño a la altura z

Factores de presión

Se consideran los coeficientes de presión normal a la superficie expuesta de la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Coeficiente Cp para construcciones cerradas

	Cp
Pared de barlovento	0.8
Pared de sotavento ¹	-0.4
Paredes laterales	-0.8
Techos planos	-0.8
Techos inclinados lado de sotavento	-0.7
Techos inclinados lado de barlovento ²	-0.8 < 0.04θ - 1.6 < 1.8
Techos curvos	ver tabla 3.5 y fig. 3.3

Sustituimos en la ecuación

Barlovento Cp := 0.8 $P_Z := \left(0.048 \frac{\text{s}^2}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \cdot C_P \cdot V_D^2$ $P_Z = 60.217 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Sotavento Cp := -0.4 $P_Z := \left(0.048 \frac{\text{s}^2}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \cdot C_P \cdot V_D^2$ $P_Z = -30.109 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

5. Comparativa del Análisis marcado por la Norma TC y el estudio en el panel Superwall Clean 3”

Para poder llevar a cabo el análisis se tomaron las medidas en campo, para poder determinar la distancia que existe entre cada uno de los apoyos (montenes), y así poder comparar la fuerza ejercida por el viento contra los datos arrojados por los estudios realizados en el laboratorio de materiales de la FI.

De acuerdo a la norma, la presión que se ejercería sobre los elementos son:

Barlovento $P_{ZB} := 60.22 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Sotavento $P_{ZS} := -30.1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

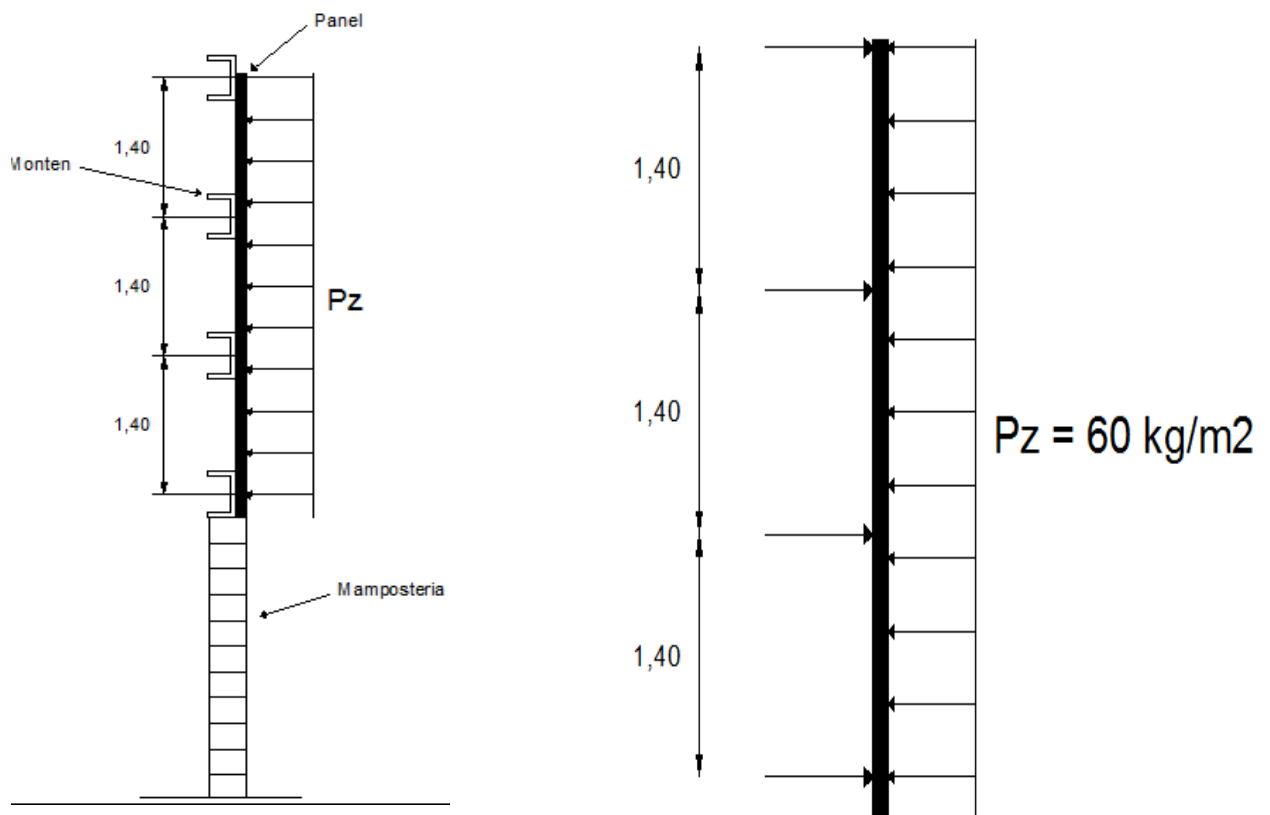


Figura 4-5. Diagramas de paneles y montenes

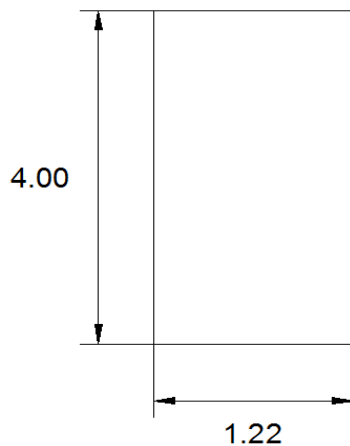


Figura 4-6. Imagen del arreglo que hay en paneles y montenes

De acuerdo al estudio realizado y basado en las tablas obtenidas por la extrapolación de resultados, cuando la distancia entre apoyos es de 1.40 m, la resistencia del panel es de:

$$P_{ZR} := 94.18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Ahora bien, para poder realizar la comparativa entre las presiones actuantes y las de resistencia es necesario que en la fuerza actuante se le aplique el área tributaria correspondiente. Es decir:



$$P_{ZRA} := 94.18 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad P_{ZR} := \frac{P_{ZRA}}{1.22\text{m}}$$

$$P_{ZR} = F_S \cdot P_Z \text{ solve, } F_S \rightarrow 1.28191167903479591$$

$$F_S := 1.282$$

6. Trasmisión de fuerzas a la estructura metálica.

Para poder llevar el cálculo de las fuerzas actuantes en cada una de las columnas que conforman a la estructura metálica es necesario conocer el área tributaria correspondiente a cada uno de los montenes. Este cálculo se lleva a cabo con la ayuda del esquema representado en la figura 4-7.

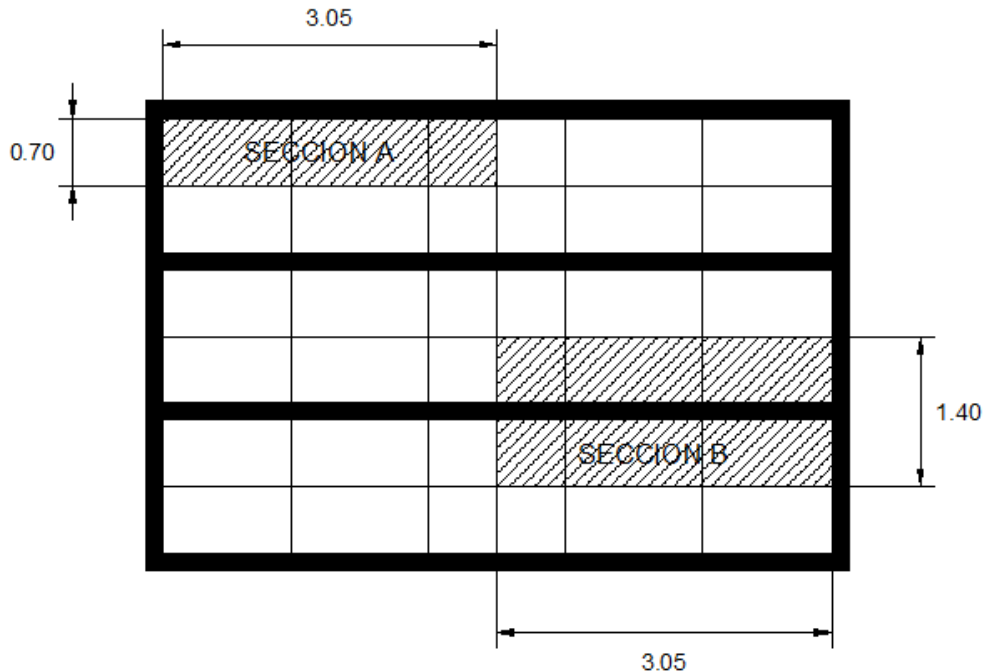


Figura 4-7. Esquema del arreglo existente en paneles y montenes, así como la distribución de áreas tributarias hacia la estructura de acero

Cálculos de fuerzas actuantes.

$$\text{Seccion A.} \quad P_a = 60 \text{ kg/m} (0.70\text{m} * 3.05\text{m}) = 128 \text{ kg}$$

$$\text{Seccion B.} \quad P_b = 60 \text{ kg/m} (1.40\text{m} * 3.05\text{m}) = 256 \text{ kg}$$

Simetría.

$$\text{Seccion A.} \quad P_a = 2 * 60 \text{ kg/m} (0.70\text{m} * 3.05\text{m}) = 256 \text{ kg}$$

$$\text{Seccion B.} \quad P_b = 2 * 60 \text{ kg/m} (0.70\text{m} * 3.05\text{m}) = 512 \text{ kg}$$

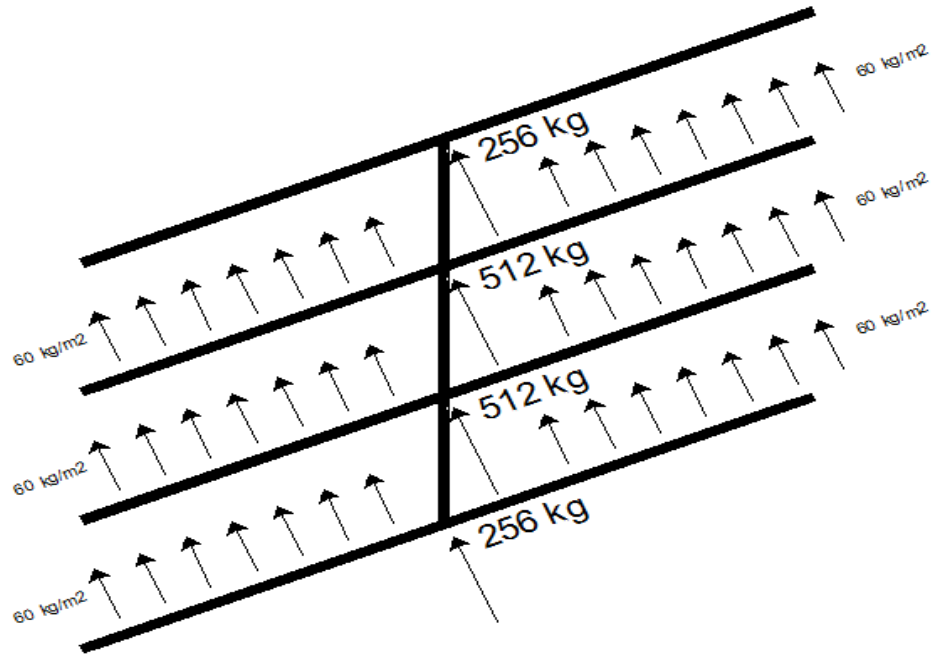


Figura 4-8. Esquema de cargas actuantes en columnas de estructura metálica.

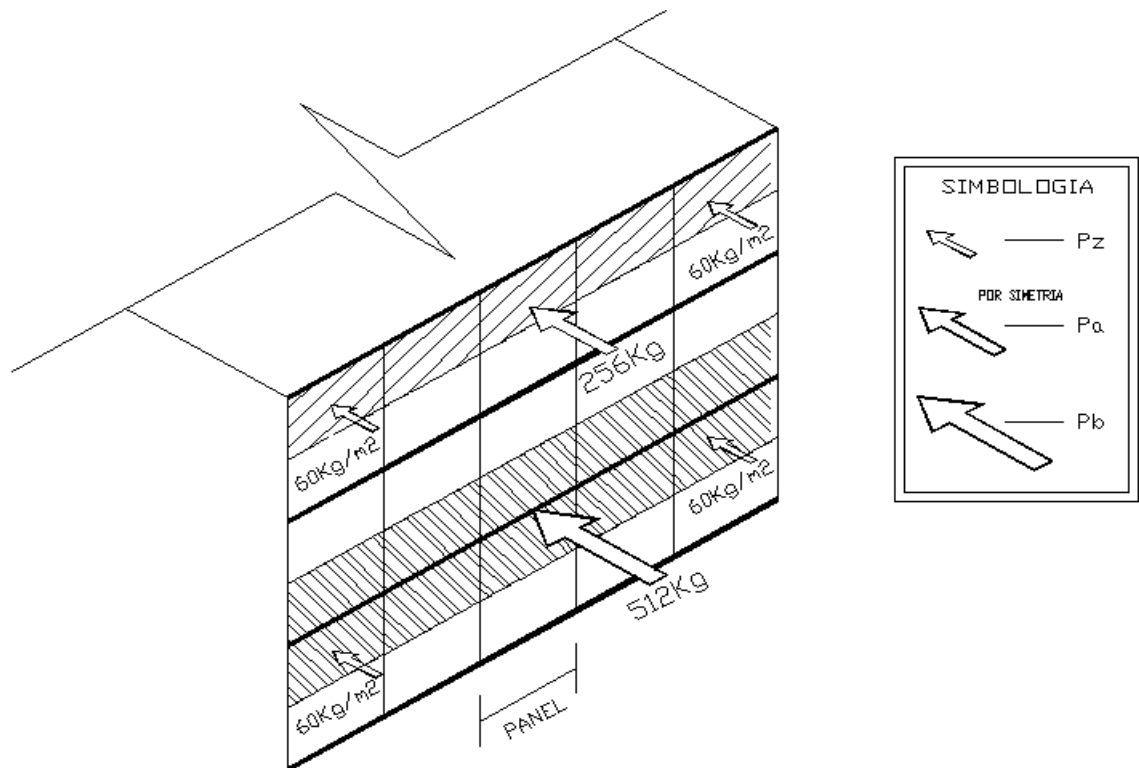


Figura 4-9 Isométrico de cargas actuantes en columnas de estructura metálica.

V CONCLUSIONES

- La ingeniería civil como prácticamente todas las disciplinas, se apoya en estudios experimentales y permite generar investigación en diferentes campos. La realización de este trabajo nos permitió apreciar la importancia que ésta tiene en cualquier disciplina.
- El presente estudio permitió cumplir con los objetivos planteados como fue el análisis de diferentes tipos de paneles para el estudio de su comportamiento y también la revisión de una estructura existente conformada por este material.
- Apoyados en las normas es posible establecer procesos específicos para los procedimientos a seguir, permitiéndonos aplicar un método experimental siguiendo un proceso estandarizado, en nuestro caso con el uso de la norma ASTM E 72 05, para paneles.
- El uso de sensores de fuerza y desplazamiento conectados a un sistema de adquisición de datos durante un proceso experimental es de gran ayuda ya que la vigilancia de estos deja de ser una tarea principal, permitiéndonos observar o cuidar otros aspectos de la prueba, ya que el sistema de adquisición de datos captura de manera automática y con una alta frecuencia la información que posteriormente se analiza en gabinete.
- Las deflexiones que se presentan en la tabla de resultados son las máximas asociadas a su capacidad máxima de carga; por ser el comportamiento de los paneles razonablemente lineal, es posible que a partir de estos resultados, se establezcan factores de seguridad que permitan presentar cargas permisibles máximas con su deflexión correspondiente de manera proporcional.
- El análisis de resultados realizado nos permitió encontrar que en la carga-desplazamiento para diferentes distancias entre apoyos, existe una relación inversa entre carga y claro.

- El uso de paneles con alma de poliuretano es una alternativa para la construcción de estructuras ligeras, de buen comportamiento y adecuada resistencia; representa una opción confiable desde el punto de vista estructural y la parte constructiva se ve beneficiada por una reducción importante en el tiempo de edificación.

BIBLIOGRAFÍA

- American Society for Testing Materials (ASTM-E-72-05)
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal
- Normas Técnicas Complementarias para diseño por viento