

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTA DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“COMPORTAMIENTO DE ALFÉIZARES DE DRYWALL  
REFORZADOS SOMETIDO A CARGAS PERPENDICULARES A  
SU PLANO”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LINEA DE INVESTIGACIÓN: CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES**

**AUTOR (S): Br. RAFAEL LATORRE, CECI YECELIN**

**Br. VALVERDE GOMEZ, PEDRO GRABIEL**

**ASESOR: Ing. GALICIA GUARNIZ WILLIAM CONRAD**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2020**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTA DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“COMPORTAMIENTO DE ALFÉIZARES DE DRYWALL  
REFORZADOS SOMETIDO A CARGAS PERPENDICULARES A  
SU PLANO”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LINEA DE INVESTIGACIÓN: CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES**

**AUTOR (S): Br. RAFAEL LA TORRE, CECI YECELIN**

**Br. VALVERDE GOMEZ, PEDRO GRABIEL**

**ASESOR: Ing. GALICIA GUARNIZ WILLIAM CONRAD**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2020**

## ***DEDICATORIA***

*A mi madre, Georgina por su apoyo incondicional y ser mi motivación para seguir adelante. Gracias Mamá;*

*A mis hermanos, Alicia, Rosber y Lenin muchos de mis logros se los debo a ustedes.*

*Alejandro, gracias por darme ese impulso para continuar.*

*Ceci Rafael*

## **DEDICATORIA**

### **A MI MADRE QUERIDA, ELISEA GOMEZ**

*Gracias por el gran esfuerzo y amor de madre que me tienes, siempre estaré agradecido por darme todo tu apoyo, pese a los problemas que se ha pasado a lo largo de los años. Este gran paso de mi vida es por ti, gracias por quererme tanto, **TE QUIERO MUCHO MAMÁ.***

### **A MIS AMIGOS**

*Juan Diego Asmat D. y Juan Moscoso C. gracias por estar siempre ahí en las buenas y las malas, en las risas y en las lágrimas, en los grandes momentos y experiencias vividas. Gracias por brindarme su amistad, y quiero que sepan que estoy contento por ello. **¡QUE NUESTRA HERMANDAD CRESCA CADA DÍA!***

### **A MIS HERMANOS Y SOBRINOS**

*Sonia Valverde y Liliana Valverde por haberme apoyado y cuidado en todo momento desde pequeño y enseñarme el buen camino en esta vida y Jorge Valverde gracias por las motivaciones brindadas para seguir adelante y por ello se la valiosa persona que eres. **GRACIAS FAMILIA POR TODO.***

**Pedro G. Valverde**

## **AGRADECIMIENTO**

La elaboración de este trabajo de tesis se lo debemos en gran medida a nuestro amigo, asesor y mentor el Ing. William Conrad Galicia Guarniz, quién nos brindó su apoyo, experiencia, enseñanzas, paciencia, motivación y su invaluable tiempo.

Agradecemos también a nuestras familias por su cariño y por darnos la fuerza necesaria en todo momento, para poder alcanzar nuestras metas trazadas. También a los amigos de siempre quienes nos acompañan sin importar las circunstancias.

.....

### **Presidente**

Ing. Cancino Rodas Cesar Leónidas

.....

### **Secretario**

Ing. Urteaga García Juan Manuel

.....

### **Vocal**

Ing. Vertiz Malabrigo Manuel Alberto

.....

### **Asesor**

Ing. Galicia Guarniz William Conrad

## RESUMEN

En la actualidad se observa viviendas en el Perú con construcciones informales en sus azoteas con la ejecución de parapetos y alfeizares ya sea de material noble o Drywall. La metodología de construcción en viviendas a nivel mundial es diversa, siendo algunos de ellos contaminantes para el medio ambiente, construcciones a largos plazos y a veces riesgosas en su tiempo de ejecución. En la construcción de parapetos y alfeizares en azoteas se ejecutan muros exteriores con el sistema Drywall con el criterio de aligerar la sobrecarga que se le da a la vivienda dado también que nos brinda una rápida y fácil ejecución en obra, consecuentemente esto nos conlleva a su investigación.

Por ello se requiere obtener información de su comportamiento estructural ante una carga perpendicular a su plano y ver los riesgos del mal uso que los maestros de obra le pueden dar a este tipo de material por falta de conocimiento del Manual Técnico SuperBoard, ya que se nos informó y observo que no siguen los requerimientos constructivos que nos brinda el manual técnico. Para nuestro estudio se ejecutaron 12 prototipos de alféizares de Drywall: 4 prototipos con placa de Drywall de 8mm, 4 prototipos con placa de Drywall de 12mm y 4 según recomendaciones de los tesisistas con ayuda y criterio de nuestro asesor. Los prototipos fueron sometidos a una carga perpendicular a su plano con un ensayo monotónico, lo que nos lleva a concluir y obtener la información de su comportamiento.

Nuestros resultados obtenidos en laboratorio nos muestran el comportamiento de nuestros muros ante cargas perpendiculares a su plano de nuestros alféizares de Drywall según la RNE E.070 se calcula nuestros esfuerzos admisibles en tracción por flexión ( $\delta t$ ), donde para muros no portantes (alféizares y parapetos) este será mayor igual a  $1.50 \text{ Kg/cm}^2$ , teniendo muros con placas de 8mm con el criterio del maestro de obra se obtuvo  $0.72 \text{ Kg/cm}^2$ , para muros con placas de 12 mm se obtuvo  $1.73 \text{ Kg/cm}^2$  y para nuestra propuesta de diseño con placas de 8mm + refuerzo se obtuvo  $1.82 \text{ Kg/cm}^2$ .

Concluyendo que se debe cumplir las especificaciones indicadas en el manual técnico SuperBoard ya que nuestros prototipos #1 no cumplen con lo requerido en la RNE E.070, lo cual se podrá observar con más detalle en los cálculos de gabinete.

## ABSTRACT

Currently, houses in Peru are observed with informal constructions on their roofs with the execution of parapets and sills, whether of noble material or Drywall. The methodology of construction in homes worldwide is diverse, some of them being polluting for the environment, long-term construction and sometimes risky in its execution time. In the construction of parapets and sills on roofs, external walls are executed with the Drywall system with the criterion of lightening the overload that is given to the house since it also gives us a quick and easy execution on site, consequently this leads to its investigation.

For this reason, it is required to obtain information on its structural behavior in the face of a load perpendicular to its plane and to see the risks of misuse that construction masters can give to this type of material due to lack of knowledge of the SuperBoard Technical Manual, since we are informed and I observe that they do not follow the constructive requirements that the technical manual provides us. For our study, 12 prototypes of Drywall sills were executed: 4 prototypes with 8mm Drywall plate, 4 prototypes with 12mm Drywall plate and 4 according to the thesis recommendations with the help and judgment of our advisor. The prototypes were subjected to a load perpendicular to their plane with a monotonic test, which leads us to conclude and obtain information on their behavior.

Our results obtained in the laboratory show us the behavior of our walls before loads perpendicular to their plane of our Drywall windowsills according to RNE E.070, our admissible stresses in flexural traction ( $d_t$ ) are calculated, where for non-bearing walls (sills and parapets) this will not be greater than  $1.50 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ , having walls with 8mm plates with the criterion of the master builder  $0.72 \text{ Kg} / \text{cm}^2$  was obtained, for walls with 12mm plates  $1.73 \text{ Kg} / \text{cm}^2$  was obtained and for our proposal of design with 8mm plates + reinforcement,  $1.82 \text{ Kg} / \text{cm}^2$  was obtained.

Concluding that the specifications indicated in the SuperBoard technical manual must be met since our # 1 prototypes do not meet the requirements of RNE E.070, which can be observed in more detail in the cabinet calculations.

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado:

Tenemos la oportunidad y la dicha de presentar nuestro tema de tesis que con el respectivo esfuerzo y dedicación hemos logrado desarrollar y demostrar que los avances en la industria de la construcción son cada vez más beneficiosos para la vida humana y de tal manera poder comprobar mediante ensayos su comportamiento ante cargas.

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el reglamento de grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Facultad de Ingeniería, ponemos a vuestra disposición el presente Trabajo de Investigación titulado: **“COMPORTAMIENTO DE ALFÉIZARES DE DRYWALL REFORZADOS SOMETIDOS A CARGAS PERPENDICULARES A SU PLANO”**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Consideramos señores miembros del jurado que con vuestras sugerencias y recomendaciones este trabajo pueda contribuir a la difusión de la investigación de nuestra universidad y quede a disposición de las personas interesadas sobre el tema descrito.

Los Autores,

Br. Rafael La Torre Ceci Yecelin

Br. Valverde Gomez Pedro Grabiél

# INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	4
DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTO .....	6
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
PRESENTACIÓN.....	9
INDICE DE FIGURAS .....	12
INDICE DE ANEXOS .....	14
INDICE DE TABLAS .....	16
INDICE DE GRÁFICOS.....	17
CAPITULO 1    INTRODUCCIÓN .....	18
1.1.    Problema de Investigación .....	18
1.2.    Formulación del Problema .....	19
1.3.    Objetivos Generales .....	19
1.4.    Objetivos Específicos.....	19
1.5.    Justificación de la Investigación .....	19
1.5.1.    Importancia de la Investigación .....	19
1.5.2.    Viabilidad de la Investigación .....	20
CAPITULO 2    MARCO TEORICO.....	21
2.1.    Antecedentes de la Investigación .....	21
2.2.    Fundamentación Teórica de la Investigación.....	21
2.3.    Bases Teóricas .....	21
2.3.1.    DRYWALL .....	21
2.3.2.    Sistema constructivo no convencional DRYWALL:.....	22
2.3.3.    COMPOSICIÓN DE UN MURO DE DRYWALL.....	22
2.3.4.    PLACA DE FIBROCEMENTO.....	23
2.3.4.1.    Placa de Fibrocemento. - .....	23
2.3.5.    ESTRUCTURA METÁLICA O PERFILES DE ACERO GALVANIZADO.....	24
2.3.6.    SUJETADORES O TORNILLOS DE FIJACIÓN .....	26
2.3.7.    PARAPETOS Y ALFÉIZARES.....	26
2.3.7.1.    DISEÑO POR CARGA PERPENDICULAR AL PLANO DE MURO .....	27
A.    Muros no Portantes .....	27
B.    Carga Sísmica.....	27
2.4.    Definiciones Conceptuales .....	29

2.5.	Hipótesis.....	29
2.6.	Variable Dependiente e Independiente .....	29
2.6.1.	Variable Independiente.....	29
2.6.2.	Variable Dependiente .....	29
2.7.	Operacionalización de las Variables.....	30
CAPITULO 3	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.1.	Tipo de la Investigación, Enfoque y Alcance o Nivel .....	31
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	31
3.1.2.	Enfoque .....	31
3.1.3.	Alcance o nivel.....	31
3.2.	Población y Unidad de Análisis.....	31
3.2.1.	Población.....	31
3.2.2.	Unidad de Análisis .....	32
3.3.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	32
3.3.1.	Técnicas de recolección de datos.....	32
3.3.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	32
3.4.	Técnicas para el procesamiento y análisis de la Información .....	32
3.4.1.	Técnicas para el procesamiento de la información.....	32
3.4.2.	Técnicas para el análisis de la información .....	33
CAPITULO 4	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	33
4.1.	DESARROLLO DEL TEMA DE INVESTIGACION .....	34
4.2.	PROCESO DE ELABORACIÓN DE PROTOTÍPOS PARA ENSAYO.....	36
4.2.1.	Elaboración de la Base de Concreto.....	36
4.2.2.	Desencofrado de Vigas.....	39
4.2.3.	Pórtico de Ensayo Monotónico .....	40
4.2.4.	Prototipo de Placa de Drywall 8 mm.....	44
4.2.4.1.	Carga Sísmica.....	50
4.2.5.	Prototipo de Placa de Drywall 12 mm.....	53
4.2.5.1.	Carga Sísmica: .....	60
4.2.6.	Prototipo N°3 de Placa de Drywall 8 mm + Refuerzo.....	63
4.2.6.1.	Carga Sísmica: .....	67
4.3.	Determinación de Resultados: .....	71
4.3.1.	Cálculo de Momento de Falla:.....	78
4.3.2.	Esfuerzo admisible en tracción por flexión: .....	80
4.3.3.	Derivas:.....	82
4.3.4.	Control de Desplazamientos: .....	84
4.3.5.	Fuerza Máxima Aplicada en Cada Perno: .....	87

CAPITULO 5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	89
	CONCLUSIONES .....	89
	RECOMENDACIONES .....	94
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	95
CAPITULO 6	ANEXOS .....	96
6.1.	Casos de Viviendas o Edificaciones que Usan Alfeizares de Drywall en Zonas Exteriores con altura. ....	96
6.2.	Afiches de Prototipos de Drywall .....	99
6.3.	Datos de Ensayos de Laboratorio en Pórtico Monotónico .....	105

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Vivienda de Drywall.....	21
Fuente: Informe de Drywall .....	21
Figura N°2: Composición de un muro de Drywall. ....	22
Fuente: Informe de Drywall .....	22
Figura N°3: Parantes.....	25
Fuente: Informe de Drywall .....	25
Figura N°4: Rieles. ....	25
Fuente: Informe de Drywall .....	25
Figura N°5: Tornillos de Fijación.....	26
Fuente: Informe de Drywall .....	26
Figura N°6: Coeficiente de momentos y Dimensión Critica. ....	28
Fuente: RNE E.070 – 2006. ....	28
Figura N°7: Caso real de aplicación de carga perpendicular.....	34
Figura N°8: Fuerza de volteo ante carga perpendicular.....	35
Figura N°9: Metrado de Concreto para Viga .....	36
Figura N°10: Metrado de Acero para Vigas.....	36
Figura N°11: Encofrado de viga .....	37
Figura N°12: Armado de Acero.....	37
Figura N°13: Encofrado con armadura de acero.....	38
Figura N°14: Llenado de Concreto. ....	38
Figura N°15: Apisonamiento de Concreto.....	38
Fuente: Elaboración propia .....	38
Figura N°16: Reglado de Concreto. ....	38
Figura N°17: Vigas $f'c$ 210 Kg/cm <sup>2</sup> encofradas. ....	38



Figura N°57: Prototipo 2 – separación de 14cm. ....	59
Imagen N°58: Plano de Detalles para prototipo #3 (Placa de 8mm + Refuerzo). ....	63
Figura N°59: Prototipo 3 – Detalles.....	64
Figura N°60: Colocación de Perno de expansión. ....	65
Figura N°61: Prototipo N°3 – Placa 8mm.....	65
Figura N°62: Prototipo 3 – separación de 15cm, lado A. ....	66
Figura N°64: Prototipo 3 – Base de Muro de Drywall. ....	67
Figura N° 66: Determinando al Deriva en placa 12mm.....	82
Figura N° 67: Control de Desplazamiento en Alféizares de Drywall. ....	87

## INDICE DE ANEXOS

Imagen Anexo 1. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall. Esta edificación la encontramos en el centro de Trujillo. Tienda llamada “Centro Comercial Mercaderes” .....	96
Imagen Anexo 2. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall como muro perimetral. Esta vivienda está ubicada en la parte posterior de la Universidad Cesar Vallejo. .	96
Imagen Anexo 3. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall como muro perimetral. Esta edificación está ubicada en la Av. Los Ángeles.....	97
Imagen Anexo 4. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall. Esta edificación está ubicada en la calle Las Hortensias. Local llamado “El Trasgu” .....	97
Imagen Anexo 5. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall. Esta edificación está ubicada en la calle Los Laureles. Local llamado “Andrea Spa” . ....	98
Imagen Anexo 6. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall. Estas viviendas están ubicadas en la Av. Huamán. ....	98
Imagen Anexo 7. En el último piso del colegio Innova Schools podemos observar el uso de alfeizar Drywall como parapeto. Este colegio está ubicado en la Urb. San Isidro. ....	99
Imagen Anexo 8. Afiche de Prototipo N°1 – “A” .....	99
Imagen Anexo 9. Afiche de Prototipo N°1 – “B” .....	100
Imagen Anexo 10. Afiche de Prototipo N°1 – “C” .....	100
Imagen Anexo 11. Afiche de Prototipo N°1 – “D” .....	101
Imagen Anexo 12. Afiche de Prototipo N°2 – “A” .....	101
Imagen Anexo 13. Afiche de Prototipo N°2 – “B” .....	102

Imagen Anexo 14. Afiche de Prototipo N°2 – “C” .....	102
Imagen Anexo 15. Afiche de Prototipo N°2 – “D” .....	103
Imagen Anexo 16. Afiche de Prototipo N°3 – “A” .....	103
Imagen Anexo 17. Afiche de Prototipo N°3 – “B” .....	104
Imagen Anexo 18. Afiche de Prototipo N°3 – “C” .....	104
Imagen Anexo 19. Afiche de Prototipo N°3 – “D” .....	105
Imagen Anexo 20. Datos de Ensayo “1A” .....	105
Imagen Anexo 21. Datos de Ensayo “1B” .....	106
Imagen Anexo 22. Datos de Ensayo “1C” .....	107
Imagen Anexo 23. Datos de Ensayo “1D” .....	108
Imagen Anexo 24. Prototipos 8 mm. ....	109
Imagen Anexo 25. Estructura de los primeros prototipos. ....	109
Imagen Anexo 26. Desprendimiento de clavo de 1” .....	109
Imagen Anexo 27. Desprendimiento de tornillos autoavellanantes.....	110
Imagen Anexo 28. Levantamiento de riel. ....	110
Imagen Anexo 29. Desprendimiento de tornillos autoavellanantes 2.....	110
Imagen Anexo 30. Deformación zona central interna de riel. ....	111
Imagen Anexo 31. Desprendimiento total de tornillo autoavellanante. ....	111
Imagen Anexo 32. Deformación zona esquinada interna de riel.....	111
Imagen Anexo 33. Datos de Ensayo “2A” .....	112
Imagen Anexo 34. Datos de Ensayo “2B” .....	113
Imagen Anexo 35. Datos de Ensayo “2C” .....	114
Imagen Anexo 36. Datos de Ensayo “2D” .....	115
Imagen Anexo 37. Prototipos 12 mm. ....	116
Imagen Anexo 38. Estructura de Prototipo de 12 mm. ....	116
Imagen Anexo 39. Desprendimiento de tornillo autoavellanante en placa 12 mm.....	117
Imagen Anexo 40. Vista total de desprendimiento de anclaje en la base.....	117
Imagen Anexo 41. Vista de desprendimiento de anclaje en la base.....	118
Imagen Anexo 42. Vista interior de prototipo de 12 mm después de su falla.....	118

Imagen Anexo 43. Datos de Ensayo "3A" .	119
Imagen Anexo 44. Datos de Ensayo "3B" .	120
Imagen Anexo 45. Datos de Ensayo "3C" .	121
Imagen Anexo 46. Datos de Ensayo "3D" .	122
Imagen Anexo 47. Estructura de Prototipo de 8 mm + refuerzo.	123
Imagen Anexo 48. Vista total del desprendimiento de anclaje en la base del prototipo de 8mm + refuerzo.	123
Imagen Anexo 49. Vista del desprendimiento de anclaje en la base del prototipo de 8mm + refuerzo.	124
Imagen Anexo 50. Perno de anclaje.	124
Imagen Anexo 51. Impacto del perno de anclaje en la base.	125

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla N°1 – Fuente: Informe de Drywall	23
Tabla N°2 – Fuente: Informe de Drywall	24
Tabla N°3: Matriz de Operacionalización	30
Tablas N° 4: Momentos de Falla	78
Tablas N° 5: Resistencias de los prototipos	79
Tablas N° 9: Resultados de Derivas	83
Tablas N° 10: Control de desplazamientos 1	84
Tablas N° 11: Control de desplazamientos 2	85
Tablas N° 12: Control de desplazamientos 3	86
Tablas N° 13: Fuerza máxima aplicada en cada perno	88

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Fuerza vs Desplazamiento en Prototipos de 8 mm. ....	72
Gráfico N°2: Fuerza vs Desplazamiento en Prototipos de 12 mm. ....	73
Gráfico N°3 Fuerza vs Desplazamiento en Prototipos de 8 mm + Refuerzo. ....	74
Gráfico N°4: Esfuerzo vs Desplazamiento en Prototipos de 8 mm. ....	75
Gráfico N°5: Esfuerzo vs Desplazamiento en Prototipos de 12 mm. ....	76
Gráfico N°6: Esfuerzo vs Desplazamiento en Prototipos de 8 mm + Refuerzo. ....	77
Gráfico N°7: Resistencia Promedio de Muros Alféizares de Drywall. ....	80
Gráfico N°8: Derivas de Muros Alféizares de Drywall ....	83
Gráfico N°9: Desplazamientos Cálculo vs Ensayo en Prototipo 8mm. ....	84
Gráfico N°10: Desplazamientos Cálculo vs Ensayo en Prototipo 12mm. ....	85
Gráfico N°11: Desplazamientos Cálculo vs Ensayo en Prototipo 8mm + Refuerzo. ....	86
Gráfico N°12: Fuerza Máxima Aplicada en cada Perno. ....	88

### 1.1. Problema de Investigación

El Drywall es un sistema constructivo en seco no convencional, el cual viene aumentando su demanda en diferentes proyectos de construcción de la región, sin embargo, al no haber estudios que certifiquen la resistencia de este material ante una fuerza de volteo, ha generado algunas dudas sobre su uso en caso de encontrarse en fachadas. Lo que nos lleva a la pregunta ¿Tiene este material la resistencia adecuada ante cargas perpendiculares a su plano?, ya que la seguridad del cliente y/o usuario es lo primordial que debe tener una estructura.

Existen técnicos y profesionales capacitados por las empresas que suministran en el mercado estos productos para la supervisión e instalación del sistema, pero desconocen el comportamiento de los materiales a diferentes cargas. Desde el año 2013 la empresa Eternit empezó a difundir la aplicación de Drywall en maestros de obra con la aprobación del Ministerio de Vivienda y Sencico como un sistema no convencional. Considerando que no se conoce el comportamiento que puedan tener estos alfeizares ante una fuerza, se llega a la conclusión de que es necesaria su investigación, siendo esta inédita.

Para los ensayos de investigación de alfeizares con este sistema se propondrá algunas alternativas de constructibilidad, ejecutando alfeizares reforzados según el manual técnico, experiencias en obra y propuesta de tesis. Con los resultados que se obtendrán en la investigación de este material aportaremos en la industria de este sistema brindando la confiabilidad de su uso.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuál es el comportamiento de alféizares de Drywall sometido a cargas perpendiculares a su plano?

## **1.3. Objetivos Generales**

Comprobar mediante ensayos el comportamiento de los Alfeizares de Drywall (SUPERBOARD ST 12 mm) ante una fuerza perpendicular a su plano.

## **1.4. Objetivos Específicos**

- Construcción de prototipos (Alfeizares de Drywall) para realizar ensayos adecuados para la investigación.
- Realizar las pruebas de carga para observar el comportamiento de los prototipos de Alféizar de Drywall a cargas perpendiculares a su plano.
- Evaluar la resistencia a volteo y modo de falla en la zona de la base del muro, frente al ensayo de carga perpendicular a su plano.
- Realizar las comparaciones de los resultados obtenidos en los prototipos reforzados vs la norma RNE E.070 de albañilería.
- Determinar si el sistema Constructivo propuesto por el manual técnico SuperBoard es factible.
- Recomendar un sistema de reforzamiento para que los alfeizares de Drywall resista esta acción perpendicular.

## **1.5. Justificación de la Investigación**

### **1.5.1. Importancia de la Investigación**

- El Sistema DRYWALL ha revolucionado nuestros sistemas constructivos convencionales, por ser más económico que una construcción tradicional basada en ladrillo y cemento. Nuestro estudio será evaluar el comportamiento de Alféizares de Drywall ante cargas perpendiculares a su plano y comprobar

la factibilidad de su uso. Este tipo de Alféizares deberá resistir al igual que una tabiquería común para ser usado dentro de la albañilería, el cual resultará ser un beneficio en la industria de la construcción.

- La importancia de su uso ha sido beneficiosa en los últimos años para la ingeniería aplicada en la construcción, este tipo de sistema ha empezado a tener acogida en el sector vivienda, “lo cual significa que el mercado crecerá a mediano plazo, sus componentes han logrado optimizar tiempo en obra, obtener un mejor rendimiento constructivo y la disminución de costos con este sistema de construcción.
- Con esta nueva propuesta de investigación pretendemos generar un aporte en la ingeniería aplicada en la construcción y las ventajas del uso de este sistema.
- Nuestro aporte de investigación para la sociedad es dar la confiabilidad, calidad y seguridad del uso de este material, garantizando el cuidado del medio ambiente y cumpliendo las características de un muro de tabiquería.

### **1.5.2. Viabilidad de la Investigación**

- La investigación que se desea realizar será factible por tres razones las cuales se enumeran a continuación:
  1. Se cuenta con los recursos humanos, financieros y materiales necesarios para realizar la investigación, ya que tenemos la motivación de contribuir al uso de nuevos materiales en la construcción y que estos no generen un impacto negativo en la construcción.
  2. La investigación es factible, ya que el Drywall se caracteriza por su facilidad de ejecución, modificación y demolición en campo. Como tesisistas nos sentimos beneficiados, el costo de eliminación de material de campo es baja o reutilizable.
  3. Finalmente se puede realizar los ensayos de manera óptima, con los materiales adecuados para su investigación dando uso al Manual Técnico SuperBoard y Reglamento Nacional de Edificaciones.

## CAPITULO 2 MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

- No se encontró información ya que nuestro tema, es innovador y se procederá a evaluar por primera vez.

### 2.2. Fundamentación Teórica de la Investigación

- Covesa (2018) expone que “Eternit ahora busca mayor eficiencia y productividad en sus instalaciones. Por ello, aumentará en 15% su inversión de capital orientada a las plantas respecto a lo desembolsado el año previo, aunque aún hay desconocimiento sobre el sistema de construcción en seco en Perú”.
- Shutterstock (2018) hace mención que “El Drywall es un sistema de construcción en seco que se hizo conocido hace unos 25 años en el Perú. El término significa “pared seca” ya que no requiere de agua, arena o cemento como en los sistemas tradicionales. Comúnmente se emplea para hacer ampliaciones o divisiones, pero también sirve para construir una casa entera”.

### 2.3. Bases Teóricas

#### 2.3.1. DRYWALL

Eternit nos da a conocer su sistema constructivo en seco, que consiste en una estructura de perfiles de acero galvanizado (parantes y rieles), sobre los cuales se colocan paneles de yeso o fibrocemento por ambas caras. Sirve para la construcción de todo tipo de proyectos de vivienda, sobre todo para realizar divisiones de ambientes, tabiques, acabados, cielorrasos y cerramientos.



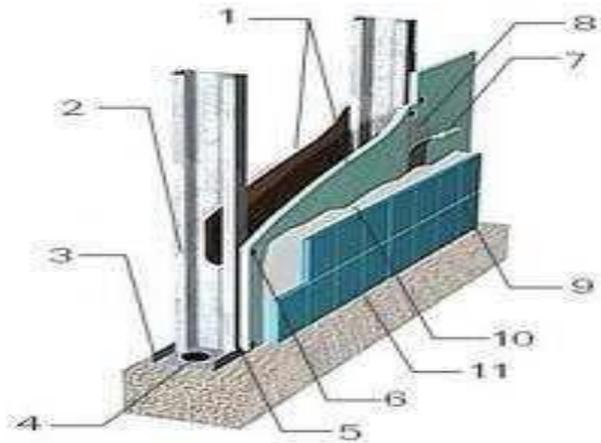
*Figura N°1: Vivienda de Drywall.*

*Fuente: Informe de Drywall*

### 2.3.2. Sistema constructivo no convencional DRYWALL:

El Drywall es un sistema constructivo moderno, basado en una estructura de acero galvanizado, revestido con planchas de roca de yeso sumamente dúctil ideal para edificaciones antisísmicas.

### 2.3.3. COMPOSICIÓN DE UN MURO DE DRYWALL.



*Figura N°2: Composición de un muro de Drywall.*

*Fuente: Informe de Drywall*

- 1) Placa de roca de yeso o fibrocemento, según sea el caso.
- 2) Parantes metálicos o perfiles de acero galvanizado, las instalaciones eléctricas, sanitarias, teléfono, etc. pasan por los agujeros que presenta el parante.
- 3) Riel metálico o perfiles de acero galvanizado.
- 4) Fijación al piso.
- 5) Tornillo de fijación entre metales.
- 6) Tornillo de fijación entre placa y metal.
- 7) Cinta para juntas.
- 8) Masillado de la junta.
- 9) Cerámico o Mayólicas.
- 10) Pegamento para cerámico.
- 11) Sellado entre el piso y el muro.

### 2.3.4. PLACA DE FIBROCEMENTO

El uso de estas placas nos sirve para recubrir la estructura metálica por ambas caras o por una sola, dependiendo del diseño del proyecto.

#### 2.3.4.1. Placa de Fibrocemento. -

Las placas están compuestas por una mezcla homogénea de cemento, sílice cristalina y fibras de celulosa, dimensionalmente estable, este material es inalterable usada en zonas exteriores o en interiores donde se requiere resistencia a fuertes impactos o resistencia a la humedad; en el mercado, existen dos presentaciones:

- Placas de Fibrocemento Standard.
- Placas de Fibrocemento Biseladas (para un mejor acabado en los encuentros de placas), sus medidas de ambos son iguales y estandarizados, siendo lo siguiente:

Ancho (mt)	Largo (mt)	Espesor (mm)	Aplicaciones
1.22 ó (4')	2.44 y 3.00	4,6,8,10,12,14,15, 17 y 20	Paredes Externas (fachadas), tabiques o paredes internas resistentes a impactos, humedad y fuego

*Tabla N°1 – Placas de Fibrocemento.*

*Fuente: Informe de Drywall*

Uso recomendado:

Espesor (mm)	Formato (mm)	Peso (Kg/un)	Usos Recomendados/ Descripción
4	605x605	2.03	Cielo rasos suspendidos o clavados
4	1214x605	4.34	Cielo rasos suspendidos o clavados
4	1220x1220	8.79	Cielos rasos clavados
6	2440x1220	24.72	Cielos rasos con junta invisible, voladizos, revestimientos inferiores.
8	2440x1220	31.96	Tabiques inferiores, Tabiques con enchapes cerámicos, ductos de servicio, aleros, forros de estructuras metálicas, cielos rasos atornillados, casetas sanitarias.
10	2440x1220	40.83	Tabiques exteriores, cerramientos exteriores
11	2440x1220	47.51	Fachadas, bases para techos, muros.
12	2440x1220	49.20	Tabiques exteriores y en altura, cerramientos en exteriores y en altura, encofrado perdido o base de losas de concreto liviano, bases de coberturas livianas.
14	2440x1220	59.75	Fachadas, bases para techos entrepisos, estanterías, muros.
15	2440x1220	61.5	Tabiques de alto impacto.
17	2440x1220	71.98	Entrepisos, estanterías.
20	2440x1220	84.83	Entrepisos, estanterías.

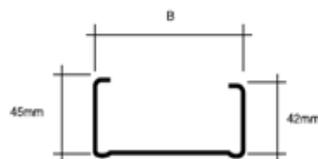
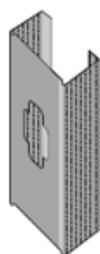
*Tabla N°2 – Usos recomendados de placas de fibrocemento.*

*Fuente: Informe de Drywall*

### 2.3.5. ESTRUCTURA METÁLICA O PERFILES DE ACERO GALVANIZADO

La estructura metálica está conformada por rieles y parantes, el espesor y dimensiones dependerá del diseño estructural que se efectuó, estos son sujetados con tornillos entre si y fijados al piso, pared o techo.

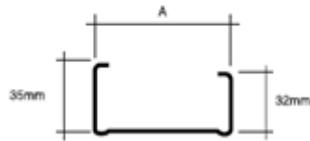
**Parante:** Se dispone verticalmente en el armazón y perpendicular a los rieles, tiene diversas dimensiones dependiendo en su aplicación. Presenta unas perforaciones en el alma para el paso de tuberías.



### PERFILES FIBROCEMENTO

#### PARAL

DIMENSION (B)	CALIBRE	LONGITUD metros	PESO kg/m
89 mm	24	2,44 Y 3,05	0,88



## PERFILES PANEL YESO

### PARAL O VIGUETA

DIMENSION (A)	CALIBRE	LONGITUD metros	PESO kg/m
89 mm	26	2.44 Y 3.05	0.58
59 mm	26	2.44 Y 3.05	0.47
39 mm	26	2.44 Y 3.05	0.43

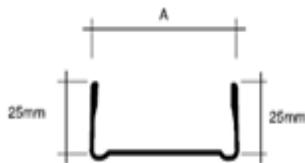
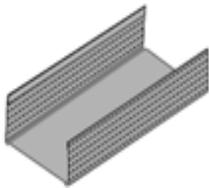
*Figura N°3: Parantes.*

*Fuente: Informe de Drywall*

**Rieles:** Es una lámina de acero galvanizado de diversas dimensiones que varían respecto a su aplicación, normalmente va fijado en techos y pisos. Su ancho es variante respecto al espesor de muro.

## PERFILES PANEL YESO

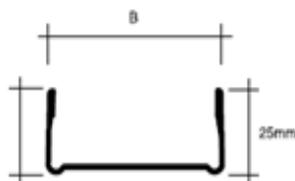
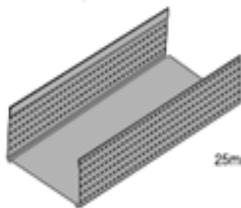
### CANAL



DIMENSION (A)	CALIBRE	LONGITUD metros	PESO kg/m
90 mm	26	2.44 Y 3.05	0.49
60 mm	26	2.44 Y 3.05	0.38
40 mm	26	2.44 Y 3.05	0.35

## PERFILES FIBROCEMENTO

### CANAL

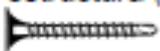


DIMENSION (B)	CALIBRE	LONGITUD metros	PESO kg/m
90 mm	24	2.44 Y 3.05	0.67

*Figura N°4: Rieles.*

*Fuente: Informe de Drywall*

### 2.3.6. SUJETADORES O TORNILLOS DE FIJACIÓN

Aplicación	Nombres
Fijador de estructura metálica. Entre Parantes, Rieles, Omega, arriostres, etc.	Tornillo Wafer 
	Tornillos Pan 
Fijador para Placas con Perfiles de Acero	Tornillo de fijación de placa a estructura (punta fina) 
	Tornillo de fijación de placa a estructura (punta broca) 
Fijador de estructura metálica en muros, columnas, vigas, techos o pisos	Fulminante: diferente número de calibre y colores dependen de los fabricantes. Uso según diseño. 
	Clavos para pistolas de fijación, existe una variedad en cuanto a dimensión y calidad. Uso según diseño. 

*Figura N°5: Tornillos de Fijación.*

*Fuente: Informe de Drywall*

### 2.3.7. PARAPETOS Y ALFÉIZARES

Estos elementos trabajan a una carga perpendicular a su plano, se sabe que el alfeizar debe tener una altura mínima de 0.90 m y los parapetos deberán tener mínimo 1.10 m en techos y azoteas para la protección de los ocupantes de la edificación según nos dice el reglamento nacional de edificaciones (A.010). El colapso de estos elementos no reforzados es muy peligroso tanto para las personas que transitan por el lugar como para la familia en su hogar.

### 2.3.7.1. DISEÑO POR CARGA PERPENDICULAR AL PLANO DE MURO

Evaluaremos los principales fundamentos e hipótesis del RNE E.070, que nos brinda toda la información sobre diseño estructural ante cargas perpendiculares a plano de muro de albañilería portante y no portante.

#### A. Muros no Portantes

Para el caso de parapetos y alfeizares se denominan muros no portantes por su poca masa y su alta resistencia al corte en su plano. Queda a criterio del ingeniero estructural emplear los criterios de elasticidad o de rotura para su diseño ya que estos elementos no trabajan ante acciones sísmicas coplanares.

Según la RNE E.070 nos dice que los muros y tabiques (no portantes) serán diseñados para resistir una fuerza sísmica asociada a su peso, de acuerdo a lo indicado en la E.030 Diseño Sismo Resistente.

#### B. Carga Sísmica

La carga sísmica perpendicular a su plano de muro para efectos de diseño elástico fue dividida por un factor de 1.25 según la RNE E.070 quedando la expresión:

$$w = 0.8ZUC_1\gamma t \quad (w \text{ en unidades de fuerza por unidad de área, Kg/m}^2)$$

Donde:

**Z:** Factor de zona sísmica, según RNE E.030

**U:** Factor de uso, según RNE E.030

**C<sub>1</sub>:** Coeficiente sísmico que depende de la ubicación y función del muro:

Cercos:  $C_1 = 1.50$

Parapetos y tabiques externos:  $C_1 = 3$

Muros portantes y tabiques internos:  $C_1 = 2$

**$\gamma$ :** Peso volumétrico del muro de Drywall

**t:** espesor de muro.

Una vez calculado “w”, se procede con el cálculo del momento flector ( $M_s = \text{kg}\cdot\text{m}/\text{ml}$ ), este será calculado con la siguiente formula:

$$M_s = m \cdot w \cdot a^2$$

Donde:

m = coeficiente de momento, indicado en la tabla 12.

a = dimensión critica del paño de albañilería, ver en tabla 12.

TABLA 12 VALORES DEL COEFICIENTE DE MOMENTOS «m» y DIMENSION CRITICA «a»								
CASO 1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS								
a = Menor dimensión								
b/a =	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	$\infty$
m =	0,0479	0,0627	0,0755	0,0862	0,0948	0,1017	0,118	0,125
CASO 2. MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS								
a = Longitud del borde libre								
b/a =	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0
m =	0,060	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,133
CASO 3. MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES								
a = Altura del muro								
m = 0,125								
CASO 4. MURO EN VOLADIZO								
a = Altura del muro								
m = 0,5								

*Figura N°6: Coeficiente de momentos y Dimensión Crítica.*

*Fuente: RNE E.070 – 2006.*

Luego se verificará el esfuerzo admisible en tracción por flexión ( $f'_t$ ) de albañilería, se verá respecto a:

- $f'_t = 0.15 \text{ MPa}$  ( $1.50 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ) para albañilería simple.
- $f'_t = 0.30 \text{ MPa}$  ( $3.00 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ) para albañilería armada rellena de grout.

## 2.4. Definiciones Conceptuales

**Colapso:** Derrumbe súbito de muros o techos. Puede ser un derrumbe total o parcial.

**Muro No Portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que solo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los alféizares.

**Espesor efectivo:** Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruña u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre longitud del muro.

**Tabique:** Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.

**Fisura o Grieta Estructural:** Rajadura que se presenta en los muros producidas por cargas mayores a las que puede resistir el material.

## 2.5. Hipótesis

La tabiquería de Drywall llegará a superar un 20% al esfuerzo admisible en tracción por flexión ( $\delta t$ ) bajo carga perpendicular establecida en la RNE E070.

## 2.6. Variable Dependiente e Independiente

### 2.6.1. Variable Independiente

- Prototipos de muros de Drywall.
- Aplicación de la fuerza monotónica perpendicular a plano de muro.

### 2.6.2. Variable Dependiente

- Degradación del alfeizar de Drywall ante cargas perpendiculares a su plano.
- Desplazamiento del alfeizar de Drywall.
- Resistencia a carga perpendicular a plano de muro.

## 2.7. Operacionalización de las Variables

*Tabla N°3: Matriz de Operacionalización*

<b>Tipo de Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidades de Medida</b>	<b>Instrumentos</b>
Variable Dependiente	Degradación del alfeizar de Drywall ante cargas perpendiculares a su plano.	Grietas	Milímetros (mm)	Wincha o Fisurómetro.
	Desplazamiento del alfeizar de Drywall.	Deformación permisible del material.	Milímetros (mm)	Sensor de desplazamiento o wincha.
	Resistencia a carga perpendicular a plano de muro	Momento de volteo	Kgf.m	Balanza.
Variable Independiente	Prototipo de Drywall	Materiales	Unidad	Wincha Pistola de fijación Cúter
	Aplicación de la fuerza monotónica	Fuerza Aplicada	Kgf	Equipo de pórtico de carga monotónica.

*Fuente: Elaboración propia*

## CAPITULO 3 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Tipo de la Investigación, Enfoque y Alcance o Nivel

#### 3.1.1. Tipo de Investigación

Debido a que los resultados serán obtenidos en el laboratorio se considera un sistema de investigación experimental por el motivo que no se conoce su comportamiento ante cargas perpendiculares a su plano de nuestro alfeizar de Drywall.

#### 3.1.2. Enfoque

El enfoque que se tiene en nuestra investigación es determinar la resistencia del desprendimiento de su base y el agrietamiento que se obtiene a cada distancia de su desplazamiento en los ensayos para cada prototipo.

#### 3.1.3. Alcance o nivel

Los resultados obtenidos en esta investigación y sus conclusiones solo serán usados para el sistema Drywall en tabiquería móvil en altura para zonas exteriores, por lo que solo se investigó el comportamiento de este tipo de material.

### 3.2. Población y Unidad de Análisis

#### 3.2.1. Población

La población será el total de prototipos de alfeizares de Drywall que se elaborarán para su ensayo, los cuales serán nombradas a continuación:

Prototipo de alfeizar de Drywall con placa de 8mm:	4 prototipos
Prototipo de alfeizar de Drywall con placa de 12mm:	4 prototipos
Prototipo de alfeizar de Drywall recomendado por tesistas:	4 prototipos

### **3.2.2. Unidad de Análisis**

Las características mecánicas de los tabiques de Drywall que se obtendrá en los ensayos (resistencia al volteo y resistencia de la tracción de los pernos).

### **3.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

#### **3.3.1. Técnicas de recolección de datos**

Para la recolección de datos en nuestro proyecto se empleará las siguientes técnicas:

- Se empleó la observación de su comportamiento en cada ensayo, recolectando los datos requeridos para su evaluación.

#### **3.3.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos que se usaran para la recolección de los datos están relacionados con las técnicas, siendo las siguientes:

- Mediante ecuaciones para encontrar el comportamiento de cada prototipo ensayado.
- Teniendo en cuenta que no hay investigaciones sobre el comportamiento de este material ante cargas perpendiculares a su plano, se evaluó los resultados obtenidos en el ensayo monotónico.
- Los ensayos realizados se evaluaron en un pórtico de cargas implementado con sensores de presión y desplazamiento para obtener resultados más exactos.

### **3.4. Técnicas para el procesamiento y análisis de la Información**

#### **3.4.1. Técnicas para el procesamiento de la información**

El proceso de información se obtendrá de la siguiente manera:

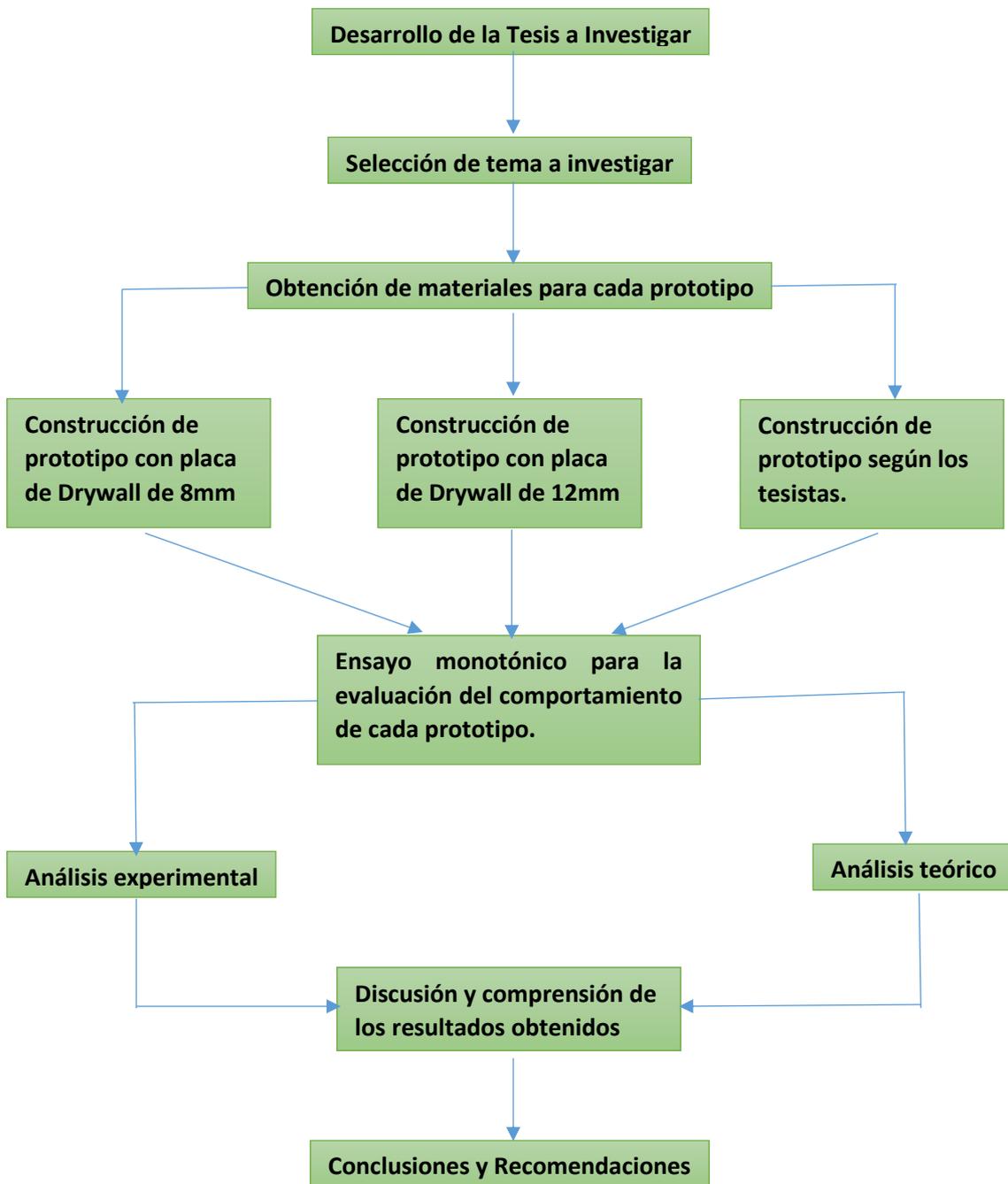
- Hojas de cálculo.
- Cuadros estadísticos.
- Uso de programa si es necesario.
- Norma E070-2006
- Manual Técnico SuperBoard

### 3.4.2. Técnicas para el análisis de la información

El análisis de la información nos permitirá comprender mejor la información obtenida en los ensayos. Se aplicarán las siguientes técnicas:

- ✓ Análisis del contenido.
- ✓ Estadística descriptiva.
- ✓ Evaluación de los ensayos experimentales de cada prototipo.

## CAPITULO 4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS



*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.1. DESARROLLO DEL TEMA DE INVESTIGACION

La presente investigación se realizó con el apoyo de nuestro asesor ya que este tipo de material tiene una incógnita en su comportamiento mecánico estructural. Por otro lado, el sistema Drywall es muy usado en el Perú ya que es un material que no afecta mucho al medio ambiente y es rápido de construir.

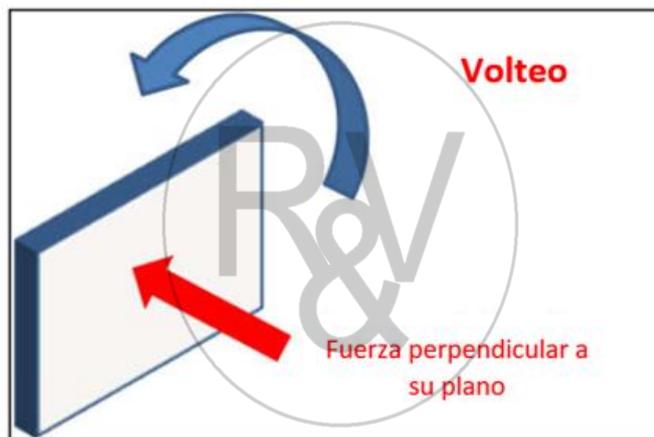
En nuestra búsqueda de información no se encontró temas de investigación sobre este material ante cargas perpendiculares a su plano, al no haber antecedentes de investigación realizados optamos en proponer ideas para poder ejecutar nuestra investigación. La empresa Glorisa y nuestros jurados mostraron mucho interés ante esta propuesta de investigación en este tipo de material, ello nos da a ver su importancia para el sector construcción.

El peligro que representa para las personas el posible volteo de estos elementos alfeizares ante una fuerza perpendicular a su plano ubicados, mayormente, en azoteas (zona de altura con aprox. 8m). Actualmente no se conoce el comportamiento que puedan tener estos alféizares ante fuerzas perpendiculares a su plano, se llega a la conclusión de que es necesario investigar si estos elementos, tal como se construyen actualmente, tendrán un buen comportamiento ante una fuerza.



*Figura N°7: Caso real de aplicación de carga perpendicular.  
Fuente: Elaboración propia*

Tras consultas a ingenieros y maestros de obra se nos ha informado el mal uso de este material por falta de conocimiento y criterio, los alféizares pueden sufrir volcamiento en un evento de fuerzas perpendiculares a su plano (se comportan como elementos en voladizo) en caso que no estén debidamente arriostrados o reforzados.



**Figura N°8: Fuerza de volteo ante carga perpendicular.**  
*Fuente: Elaboración propia*

Teniendo en cuenta que la mano de obra calificada en el uso y construcción de este tipo de muretes o alféizares es escasa en el Perú, y que las empresas aplican criterios diferentes de construcción, se considera que es necesario realizar una evaluación de este sistema a fin de poder validar los métodos constructivos recomendables para su uso adecuado.

El objetivo principal de esta investigación es comprobar mediante nuestros ensayos el comportamiento de los alféizares hechos con placa Superboard ST 12mm. Para este efecto se usaron 12 prototipos, cada 4 de ellos con metodologías de construcción diferentes de acuerdo a como se construyen en obra y de acuerdo a la ficha técnica del fabricante, en este caso ETERNIT, dependiendo de los resultados obtenidos, otro de nuestros objetivos será proponer algún componente de reforzamiento para los alféizares existentes. Nuestro pórtico de ensayo monotónico ante cargas perpendiculares a su plano de muro nos brinda con exactitud la data de nuestros resultados y la garantía de su factibilidad.

Los métodos usados en campo fueron los siguientes:

Prototipo M1: Se realizó con el método constructivo que realiza un maestro de obra que se rige de acuerdo a sus criterios de experiencia y sus prácticas constructivas(autoconstrucción).

Prototipo M2: Se realizó de acuerdo a los métodos constructivos que rige a las especificaciones técnicas del fabricante ETERNIT.

Prototipo M3: Representa un nuevo método constructivo realizado por nosotros, evaluando y aplicando refuerzos necesarios para su evaluación.



Se comenzó con la elaboración de nuestras bases de concreto  $F'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup>, para ello el maestro de obra uso clavos de madera de 2", madera para el encofrado de nuestras vigas en dos de sus caras con 1.20m de longitud cada uno y en su base con 3.60 m de longitud para ganar tiempo de su ejecución como se puede observar en la *Figura N°11*. Luego del encofrado se procede a armar el acero y el estribado, teniendo estribos de 0.12x0.12 m y su doblé de gancho 0.10 m en cada lado con el uso de una trampa y un tubo que son herramientas para el doblaje de la varilla de acero de 3/8" y la varilla de acero de 1/2" con una longitud de 1.12 m y su doblé de ganchos de 0.15 m en cada lado. Para finalizar nuestras vigas se hace la dosificación de concreto calculada en el metrado realizado en la *Figura N°9 – 10* y dar comienzo al vaciado de concreto, todo lo realizado se elaboró con un plano y la supervisión de los tesistas.



***Figura N°11: Encofrado de viga***  
***Fuente: Elaboración Propia***



***Figura N°12: Armado de Acero***  
***Fuente: Elaboración propia***



**Figura N°13: Encofrado con armadura de acero.**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°14: Llenado de Concreto.**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°15: Apisonamiento de Concreto.**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°16: Reglado de Concreto.**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°17: Vigas  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> encofradas.**  
*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.2. Desencofrado de Vigas

Se desencofro nuestras vigas obteniendo buenos resultados como se observa en la *Figura N°19*. Se curó la viga durante una semana con el objetivo de tener un buen contenido de humedad en nuestro concreto y así obtener un material de alta resistencia y de buena calidad.



*Figura N°18: Desencofrado de Vigas*  
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura N°19: Bases de Vigas 0.20x0.20x1.20m.*  
*Fuente: Elaboración propia*

### 4.2.3. Pórtico de Ensayo Monotónico

Este pórtico está implementado para poder hacer nuestros ensayos de manera eficaz y con resultados exactos para su estudio ante cargas perpendiculares a su plano, el pórtico cuenta con una gata hidráulica tipo botella que es impulsada mediante una manguera hidráulica con el manejo manual de una gata de mano hidráulica (**Hydraulische Handpumpe**) o gato carroceros para generar una presión en una balanza que será adosada en el muro alfeizar de Drywall. Para observar el desplazamiento se usó una wincha de mano desde un determinado punto que será evaluado cada 1 cm, también se observa el desprendimiento del muro tomando la medida con una regla metálica (mm) en cada lado y con un transportador para observar el ángulo.

Este pórtico ha sufrido los cambios necesarios para ensayar de manera que nos dé resultados a carga perpendicular, añadiéndole:

- Manguera Hidráulica.
- 2 conectores + Prensado.
- Perfil de acero H de 1/4".
- Perfil de acero U de 1 3/4" x 3".
- Platina de 1/2" x 2".

Teniendo como resultado un nuevo pórtico de ensayo:



*Figura N°20: Pórtico implementado para cargas perpendiculares.  
Fuente: Elaboración propia*

El pórtico de ensayo cuenta con:

Una wincha que nos ayudará obtener los desplazamientos a cada 1 cm para así poder observar lo que sucede a cada distancia ejecutada y ver sus tipos de falla.



*Figura N°21: Wincha Stanley (5m).  
Fuente: Elaboración propia*



Se fabricó un sujetador para nuestra wincha con los retazos de parantes, este nos ayudará a que los datos sean exactos según valla desplazándose nuestros prototipos.

*Figura N°22: Sujetador de Wincha.  
Fuente: Elaboración propia*

La gata carrocera hidráulica nos ayuda a dar la presión necesaria mediante un bombeo manual hacia la gata hidráulica tipo botella, para el funcionamiento de las gatas hidráulicas se usó hidrolina.



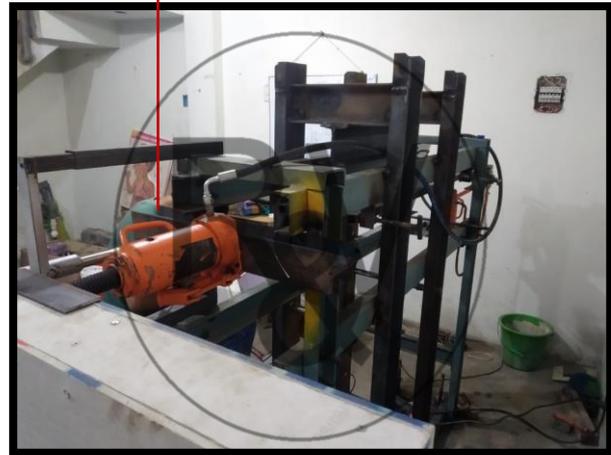
**Figura N°23: Gata carrocera.**

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°24: Hidrolina.**

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°25: Gata y manguera Hidráulica.**

*Fuente: Elaboración propia*

La gata hidráulica ejecuta una presión con la ayuda de una gata carrocera, esta está conectada a una la manguera hidráulica para luego aplicar la fuerza que interacciona en el muro dando una carga perpendicular a su plano de muro.



**Figura N°26: Balanza de 130 Kg.**  
*Fuente: Elaboración propia*

Mediante la balanza se podrá observar la presión que se ejerce en Kilogramos fuerza (kg.f).

Se usó un transportador para observar el ángulo obtenido mediante el desplazamiento de nuestros muros o prototipos.



**Figura N°27: Transportador de madera**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°28: Regla Metálica.**  
*Fuente: Elaboración propia*

El uso de la regla metálica nos ayuda a obtener información sobre el levantamiento del muro en milímetros (mm) ante su falla a volteo.

#### 4.2.4. Prototipo de Placa de Drywall 8 mm

Dada la información que se nos otorgó del mal uso de este sistema en construcción de muros exteriores en altura se tomó la decisión de hacer ensayos con placas SuperBoard ST de 8mm con el criterio del maestro de obra a cargo y poder dar conclusiones sobre las reacciones que tenga el prototipo ante cargas perpendiculares a su plano. Para la ejecución de nuestro prototipo se usó parantes de 89 mm y rieles de 90 mm pesados, fulminantes verdes, clavos para fulminante de 1", tornillo wafer 8x13mm punta fina y autovellanante 6x25mm punta broca.

El prototipo realizado tendrá las siguientes medidas: 1.00x1.00x0.11 m medidas requeridas según la RNE A020. El 6 de Octubre del 2019 el maestro de obra a cargo ejecuto el prototipo respetando su criterio y conocimiento. Al momento de finalizar la construcción del prototipo se pudo dar unas observaciones.



**Figura N°29: Parantes y Rieles Pesados.**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°30: Placa de Drywall 8mm.**  
*Fuente: Elaboración propia*

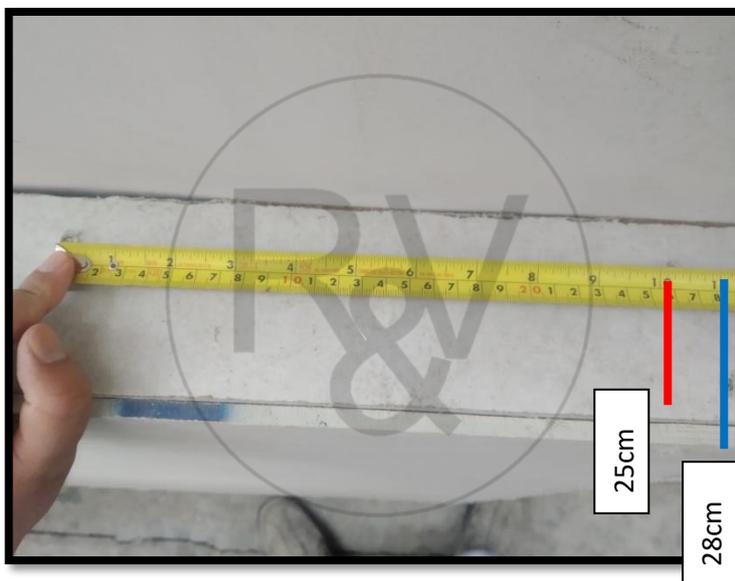


**Figura N°31: Armado de Parantes y Rieles.**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°32: Prototipo 1 – Placa de 8mm.**  
**Fuente: Elaboración propia**

Culminado el prototipo 1 – Placa de 8mm, se pudo observar:



**Figura N°33: Clavos no alineados.**  
**Fuente: Elaboración propia**

En la imagen se puede observar que se pone los clavos a una distancia de 25cm y por otro lado el clavo inferior se encuentra a 28cm no respetando las medidas, alineamiento y calidad en obra por falta de supervisión del ingeniero.



**Figura N°34: Separación de 30cm de clavos.**  
*Fuente: Elaboración propia*

En este lado de muro se puso clavos a cada 30 a 35 cm no respetando el criterio anterior.



**Figura N°35: Clavos no alineados a cara de muro.**  
*Fuente: Elaboración propia*



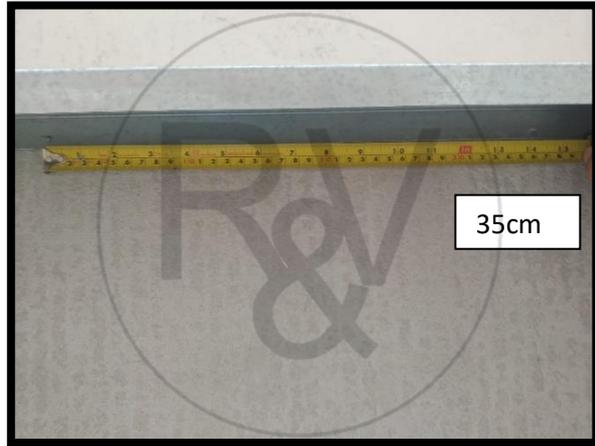
**Figura N°36: Exceso de clavos.**  
*Fuente: Elaboración propia*

Se detectó un exceso de clavos en ambos lados de esta parte del muro.



*Figura N°37: 25cm en parantes.  
Fuente: Elaboración propia*

Para parantes el maestro de obra considero 25cm y en rieles 35 cm.



*Figura N°38: 35cm en rieles.  
Fuente: Elaboración propia*

- Separación de pernos en la base:



*Figura N°39: Prototipo 1 – separación de 27cm.  
Fuente: Elaboración propia*



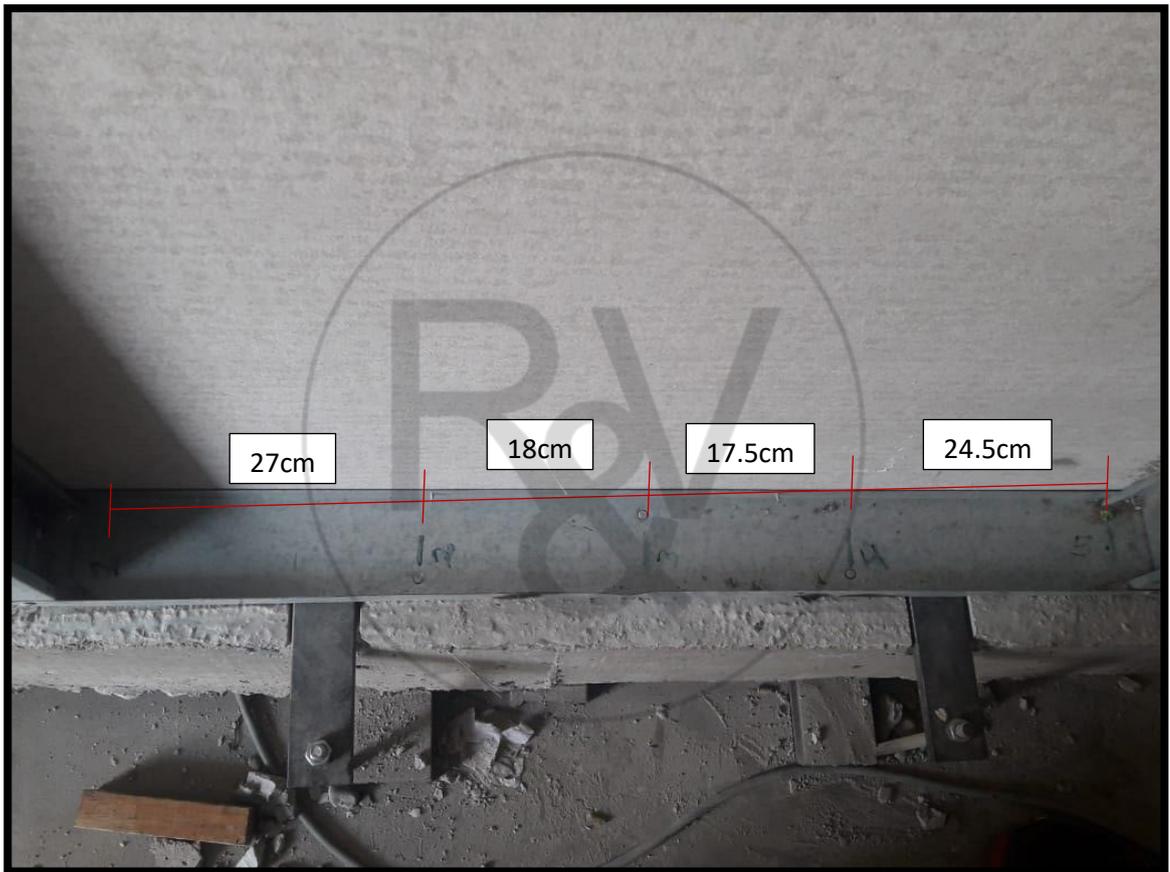
*Figura N°40: Prototipo 1 – separación de 18cm.  
Fuente: Elaboración propia*



*Figura N°41: Prototipo 1 – separación de 17.5cm.  
Fuente: Elaboración propia*



*Figura N°42: Prototipo 1 – separación de 24.5cm.  
Fuente: Elaboración propia*



*Figura N°43: Prototipo 1 – separación de pernos de 1".  
Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.4.1. Carga Sísmica

- Peso volumétrico de muro de Drywall – Prototipo de 8mm



*Placa de 8mm Drywall de 1.00x1.00m*



La placa de 8mm (1.00x1.00m) pesa 11.455 Kg



La placa lateral de 8mm Drywall pesa 0.975 Kg



Riel pesado de 90 pesa 0.905 Kg



Parante pesado de 89 pesa 1.110 Kg

**Peso vol. de muro Drywall 8mm:  $(2 \times 11.455) + (3 \times 0.975) + (2 \times 0.905) + (2 \times 1.110) = 28.865 \text{ Kg/m}^3$**

### Prototipo N°1 (8mm según conocimientos de maestro de obra)

. Para Prototipo N°1 (8mm) se tienen los siguientes datos según la RNE E070:

- **C1** = 3       $\longrightarrow$  Parapetos y Tabiques
- **Z** = 0.45       $\longrightarrow$  Zona 4
- **U** = 1       $\longrightarrow$  Viviendas
- $\gamma$  = 262.409 Kg/m<sup>3</sup>
- **t** = 0.106 m

Entonces para calcular la carga “w”

$$w = 0.8ZUC_1\gamma t$$

$$w = 0.8 \times 0.45 \times 1 \times 3 \times 262.409 \times 0.106$$

$$w = 30.041 \text{ Kg/m}^2$$

. Cálculo de Momento Flector Sísmico (Ms):

Donde:

$$m = 0.5$$

$$w = 30.041 \text{ Kg/m}^2$$

$$a = 1.00m \quad \longrightarrow \quad \text{Altura de Muro}$$

$$Ms = mwa^2$$

$$Ms = 0.5 \times 30.041 \times (1)^2$$

$$Ms = 15.021 \text{ Kg.m/ml}$$

#### 4.2.5. Prototipo de Placa de Drywall 12 mm

Para la construcción de alfeizares o parapetos de Drywall en muros exteriores en altura según el manual técnico se hará uso de placas Superboard ST de 12mm para nuestra investigación, se recolectará los datos necesarios para poder dar conclusiones sobre las reacciones que tenga el prototipo ante cargas perpendiculares a su plano. Para la ejecución de nuestro prototipo se usó parantes de 89 mm y rieles de 90 mm pesados, fulminantes verdes, clavos para fulminante de 1", tornillo wafer 8x13mm punta fina y autovellanante 6x25mm punta broca. El prototipo realizado tendrá las siguientes medidas: 1.00x1.00x0.12 m medidas requeridas según la RNE A020. El maestro de obra a cargo ejecutó el prototipo respetando los parámetros otorgados del manual técnico. Al momento de finalizar la construcción del prototipo se pudo dar unas observaciones:

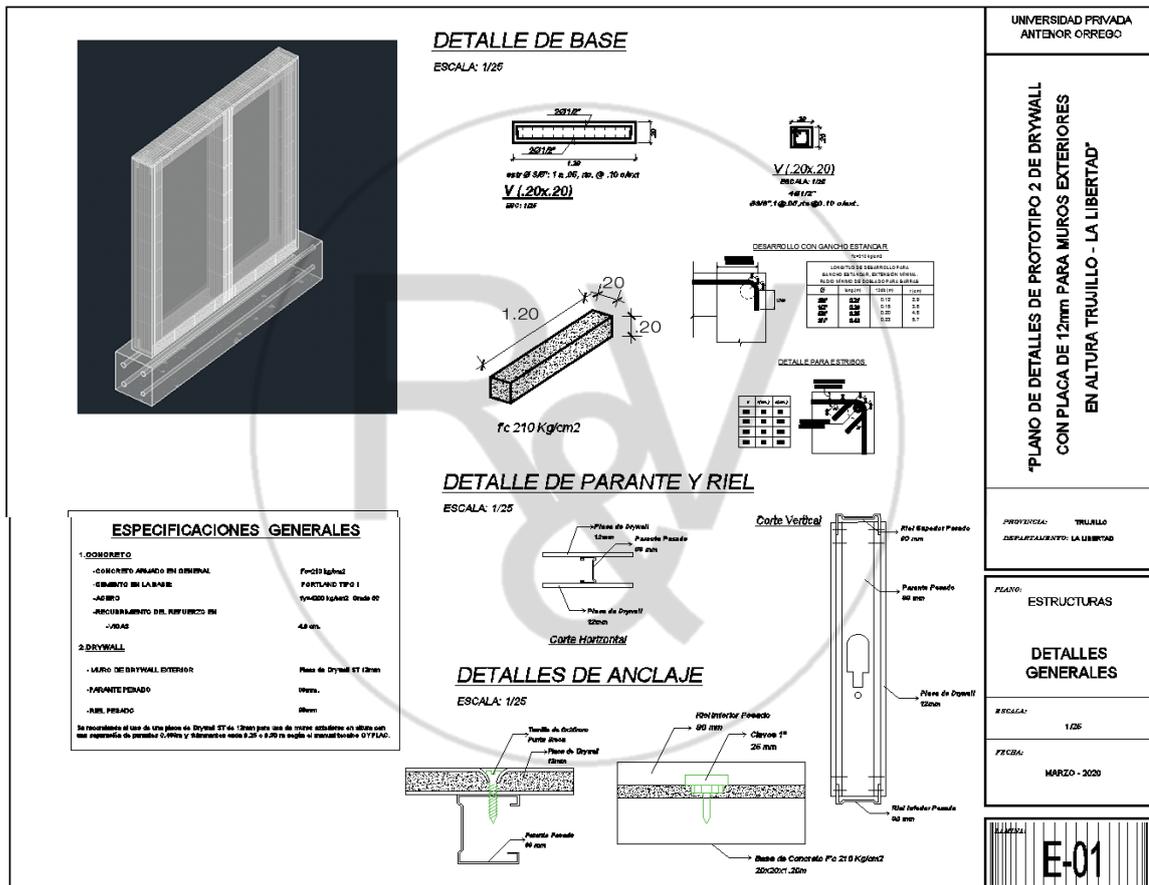


Imagen N° 44: Plano de Detalles para prototipo #2 (placa de 12 mm).  
Fuente: Elaboración propia

Se realizó un plano para nuestro prototipo 2 siguiendo los parámetros del Manual Técnico SuperBoard para una buena obtención de resultados y calidad de construcción.



**Figura N°45: Rieles y Parantes 12mm.**  
*Fuente: Elaboración propia*

Siguiendo el Manual Técnico nos da a conocer que nuestro prototipo N°2 – Alfeizar de Drywall debe tener parantes cada 0.406 o 0.61m. Para nuestro prototipo se puso parantes cada 0.50m.

Se construyó nuestro prototipo de Drywall 2 con parantes pesados de 90 mm y rieles pesados de 89mm.



**Figura N°46: Separación de 50cm de parante.**  
*Fuente: Elaboración propia*

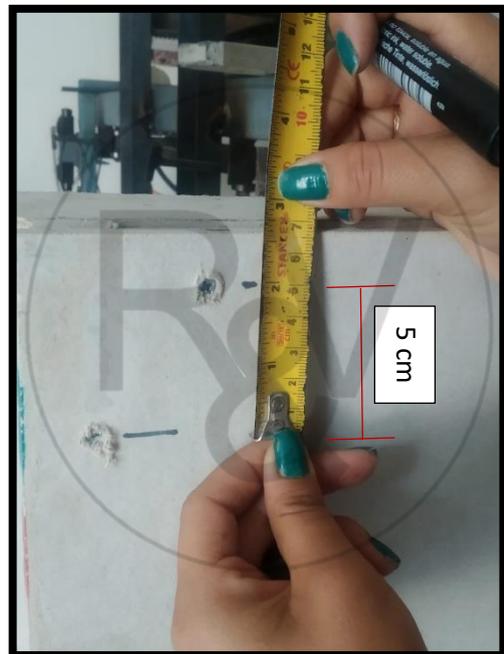


Ensamble de placas de 12mm – Prototipo 2.

**Figura N°47: Construcción de Prototipo 2 – 12 mm.**  
*Fuente: Elaboración propia*

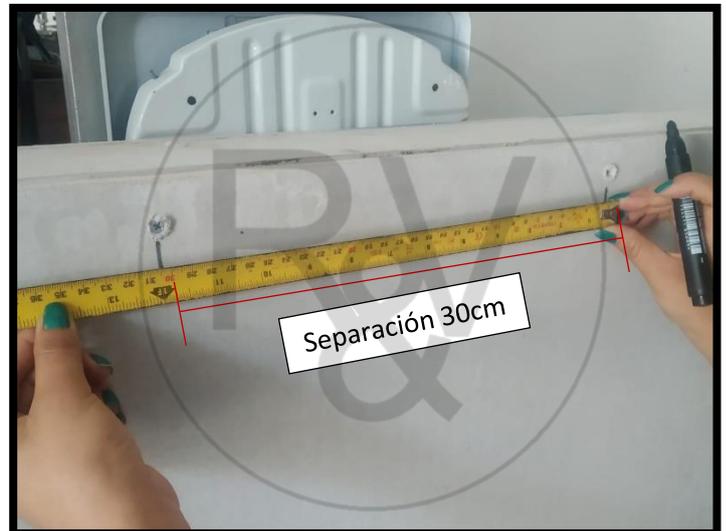


**Figura N°48: Separación vertical 30cm.**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°49: Separación de 5cm.**  
*Fuente: Elaboración propia*

El manual técnico SuperBoard nos recomienda poner tornillos punta broca cada 30cm.



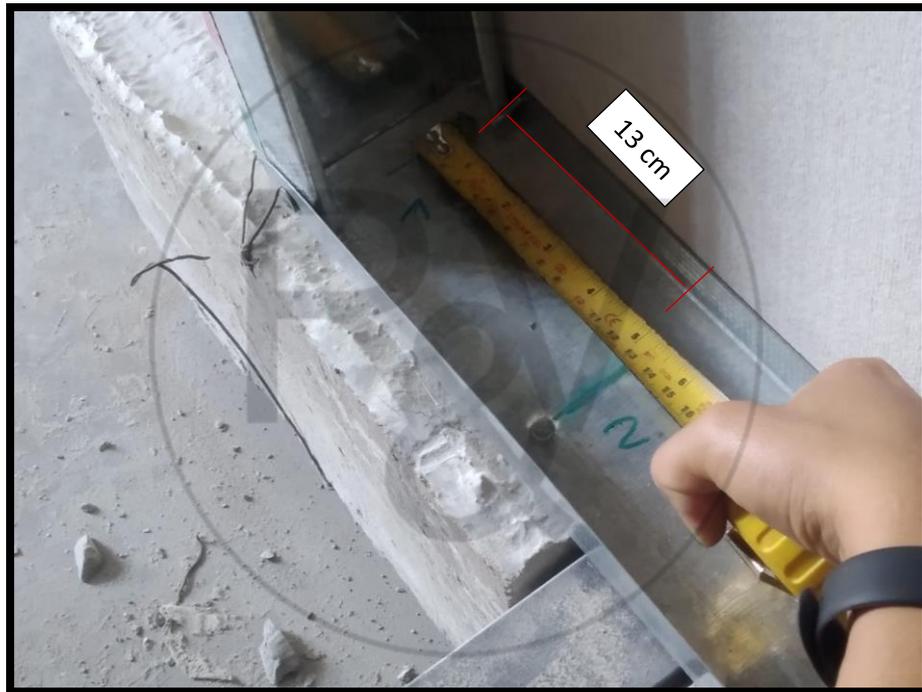
**Figura N°50: Separación horizontal 30cm.**  
*Fuente: Elaboración propia*



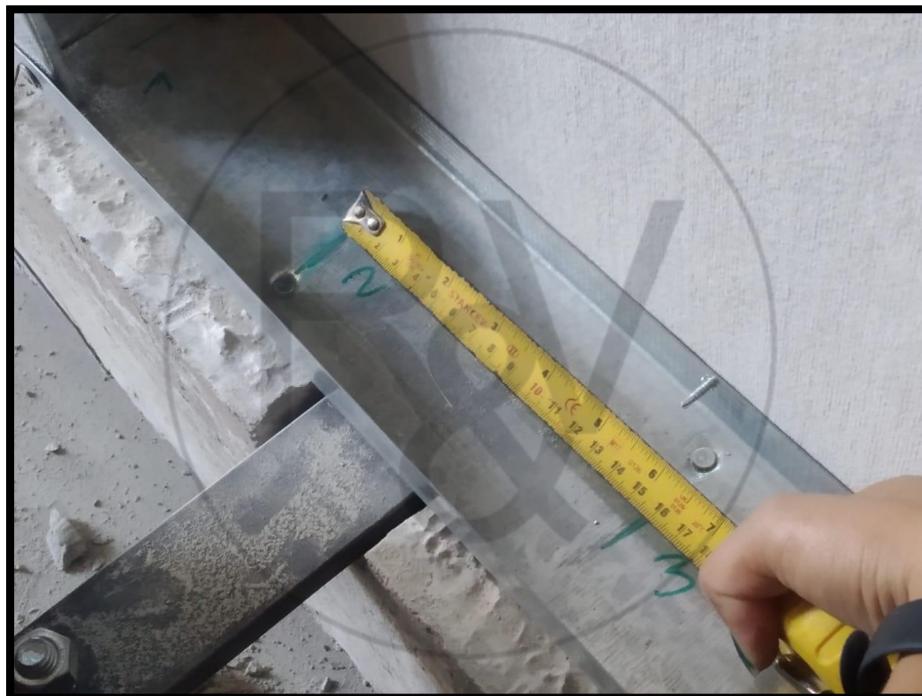
**Figura N°51: Prototipo 2 – 12 mm.**  
*Fuente: Elaboración propia*

Los tornillos son colocados 5cm en los extremos para evitar roturas o daños.

- Separación de pernos en la base del prototipo 2 – 12mm:



*Figura N°52: Prototipo 2 – separación de 13cm.  
Fuente: Elaboración propia*



*Figura N°53: Prototipo 2 – separación de 16cm.  
Fuente: Elaboración propia*



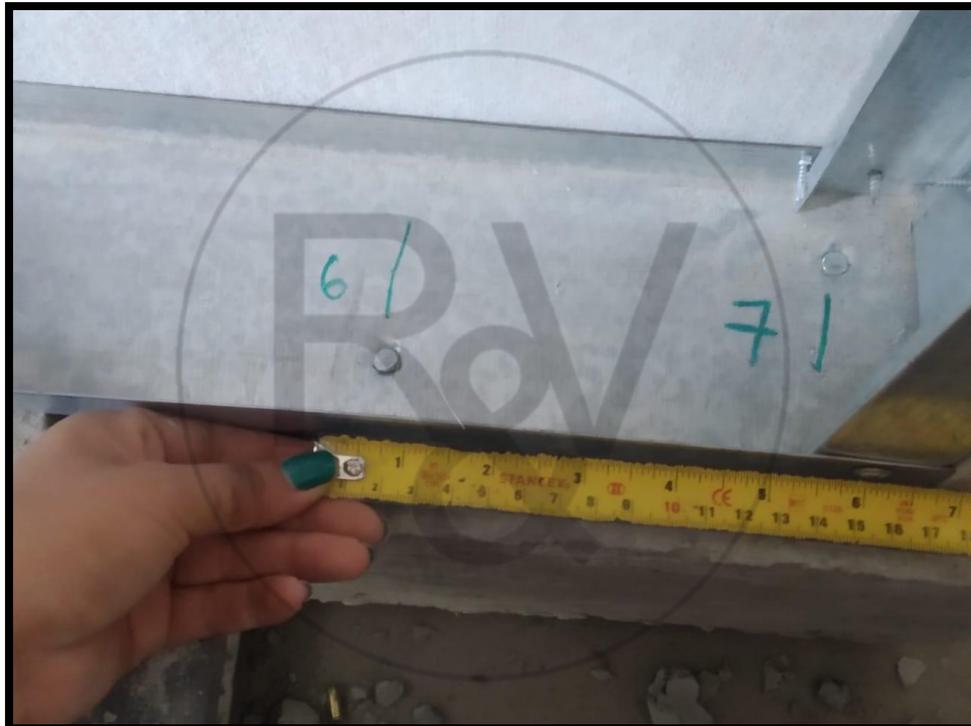
*Figura N°54: Prototipo 2 – separación de 18cm.  
Fuente: Elaboración propia*



*Figura N°55: Prototipo 2 – separación de 17cm.  
Fuente: Elaboración propia*



*Figura N°56: Prototipo 2 – separación de 17cm.  
Fuente: Elaboración propia*



*Figura N°57: Prototipo 2 – separación de 14cm.  
Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.5.1. Carga Sísmica:

- Peso volumétrico de muro de Drywall – Prototipo de 12mm



*Placa de 12mm Drywall de 1.00x1.00m*



La placa de 12mm (1.00x1.00m) pesa 13.975 Kg



La placa lateral de 12mm Drywall pesa 1.210 Kg



Riel pesado de 90 pesa 0.905 Kg



Parante pesado de 89 pesa 1.110 Kg

**Peso vol. de muro Drywall 8mm:  $(2 \times 13.975) + (3 \times 1.210) + (2 \times 0.905) + (3 \times 1.110) = 36.720 \text{ Kg/m}^3$**

### Prototipo N°2 (12 mm según Manual Técnico SuperBoard)

. Para Prototipo N°2 se tienen los siguientes datos según la RNE E070:

- **C1** = 3       $\longrightarrow$  Parapetos y Tabiques
- **Z** = 0.45       $\longrightarrow$  Zona 4
- **U** = 1       $\longrightarrow$  Viviendas
- **$\gamma$**  = 306 Kg/m<sup>3</sup>
- **t** = 0.114 m

Entonces para calcular la carga “w”

$$w = 0.8ZUC_1\gamma t$$

$$w = 0.8 \times 0.45 \times 1 \times 3 \times 306 \times 0.114$$

$$w = 37.675 \text{ Kg/m}^2$$

. Cálculo de Momento Flector Sísmico (Ms):

Donde:

$$m = 0.5$$

$$w = 37.675 \text{ Kg/m}^2$$

$$a = 1.00\text{m} \quad \longrightarrow \quad \text{Altura de Muro}$$

$$Ms = mwa^2$$

$$Ms = 0.5 \times 37.675 \times (1)^2$$

$$Ms = 18.838 \text{ Kg.m/ml}$$

#### 4.2.6. Prototipo N°3 de Placa de Drywall 8 mm + Refuerzo.

Para la construcción de este diseño de alfeizares o parapetos de Drywall en muros exteriores en altura se hará uso de placas Superboard ST de 8mm para luego recolectar los datos necesarios para poder dar conclusiones sobre nuestro diseño ante las reacciones que tenga el prototipo a cargas perpendiculares a su plano. Para la ejecución de nuestro prototipo se usó parantes de 89 mm y rieles de 90 mm pesados, fulminantes verdes, clavos para fulminante de 1", tornillo wafer 8x13mm punta fina, autovellanante 6x25mm punta broca y tornillos expansores de 1/4".

El prototipo realizado tendrá las siguientes medidas: 1.00x1.00x0.11 m medidas requeridas según la RNE A020. El maestro de obra a cargo ejecuto el prototipo respetando los parámetros otorgados del manual técnico y de los testistas (según plano).

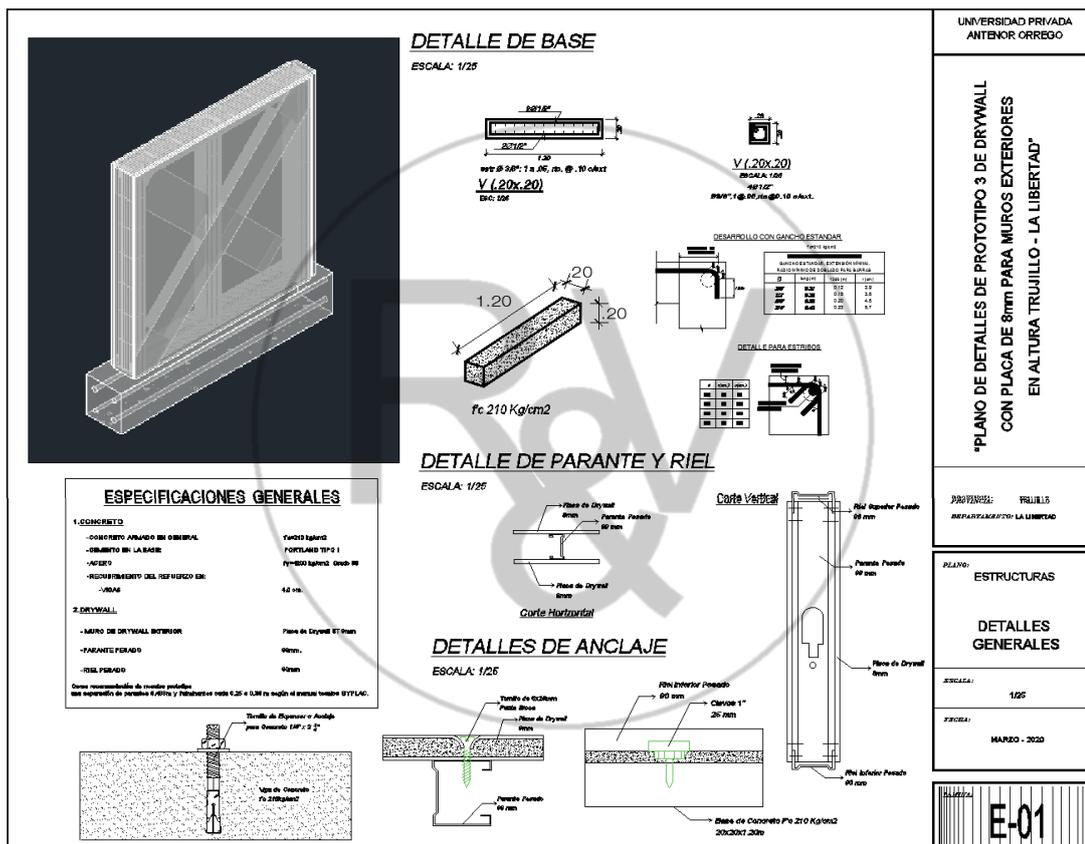
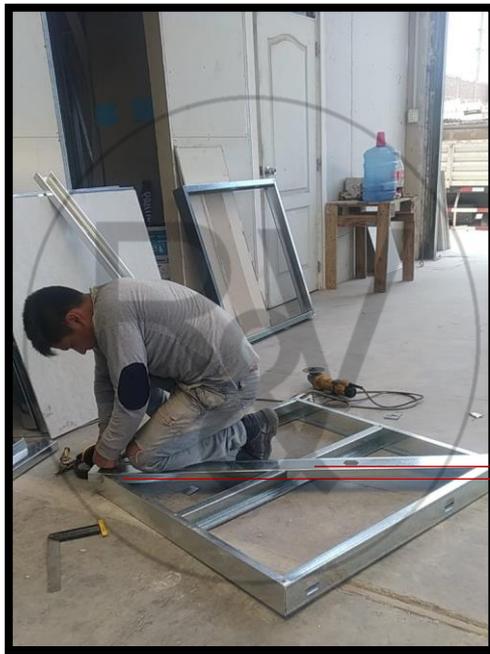


Imagen N°58: Plano de Detalles para prototipo #3 (Placa de 8mm + Refuerzo).

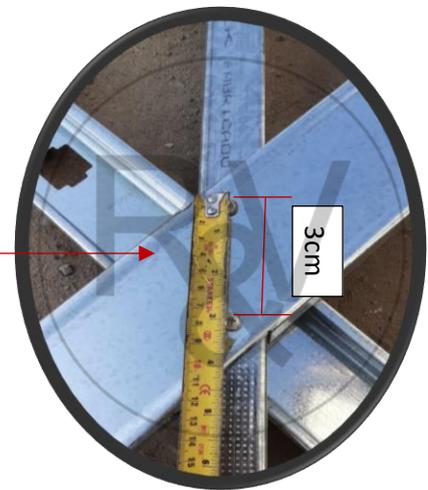
Fuente: Elaboración propia

Se realizó un plano para nuestro prototipo N°3 siguiendo los parámetros del Manual Técnico SuperBoard y algunas sugerencias otorgadas por nosotros con el objetivo de generar algo similar a nuestro prototipo N°2, generando un menor costo de construcción, la similitud de resultados obtenidos en el prototipo N°2 y la calidad de construcción.

Al momento de finalizar la construcción del prototipo se pudo dar unas observaciones:



**Figura N°59: Prototipo 3 – Detalles.**  
*Fuente: Elaboración propia*



Se construyó nuestro prototipo N°3 con parantes en diagonales con el criterio de reforzarlo y rigidizar la zona de impacto.

Otra de nuestras propuestas es el uso de pernos expansores o anclaje de 1/4" en la base para poder observar que resultados nuevos nos brinda este material en nuestro prototipo N°3.



**Figura N°60: Colocación de Perno de expansión.**  
*Fuente: Elaboración propia*

Se puede observar la elaboración de nuestro prototipo N°3 internamente con todo lo indicado para su ensayo.



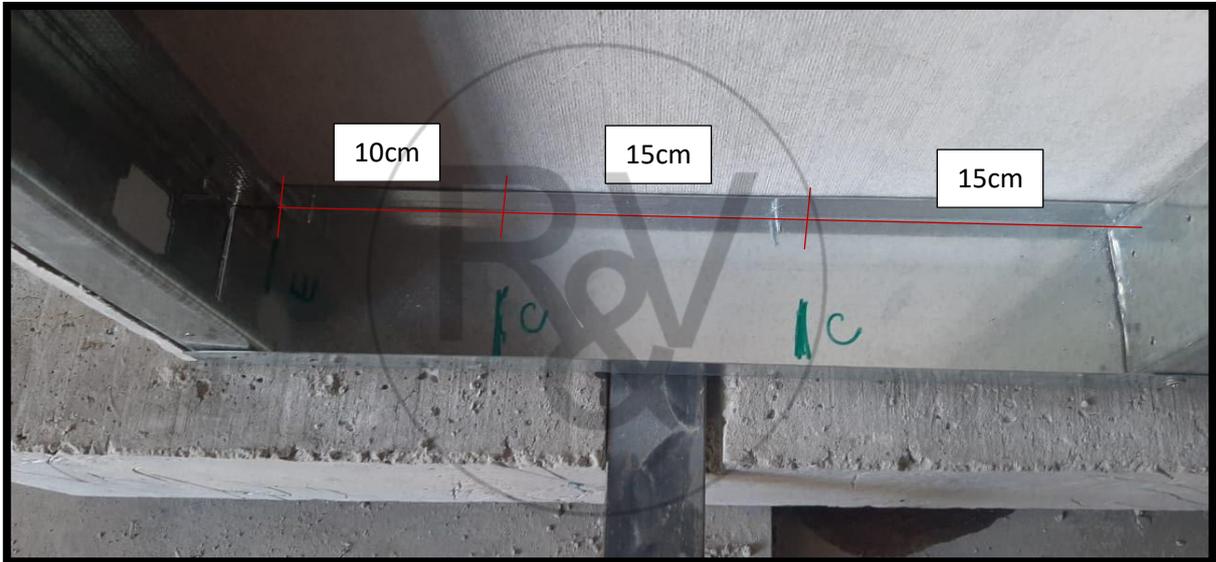
**Figura N°61: Prototipo N°3 – Placa 8mm.**  
*Fuente: Elaboración propia*

- Separación de pernos en la base del prototipo 3 – 8mm:

En la siguiente figura se detalla dos tipos de anclajes:

E = Pernos expansores o de anclaje de 1/4".

C = Clavos para fulminante de 1"



*Figura N°62: Prototipo 3 – separación de 15cm, lado A.  
Fuente: Elaboración propia*



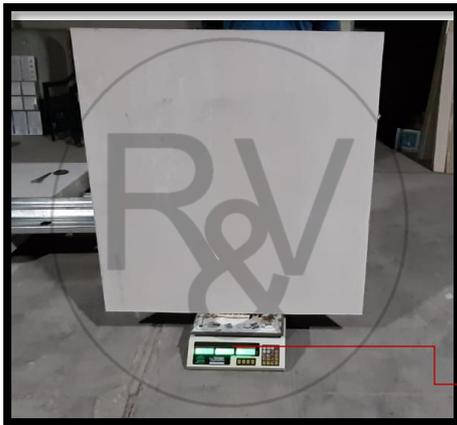
*Figura N°63: Prototipo 3 – separación de 15cm, lado B.  
Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°64: Prototipo 3 – Base de Muro de Drywall.**  
*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.6.1. Carga Sísmica:

- Peso volumétrico de muro de Drywall – Prototipo N°3 de 8mm



**Placa de 8mm Drywall de 1.00x1.00m**



La placa de 8mm (1.00x1.00m) pesa 11.455 Kg



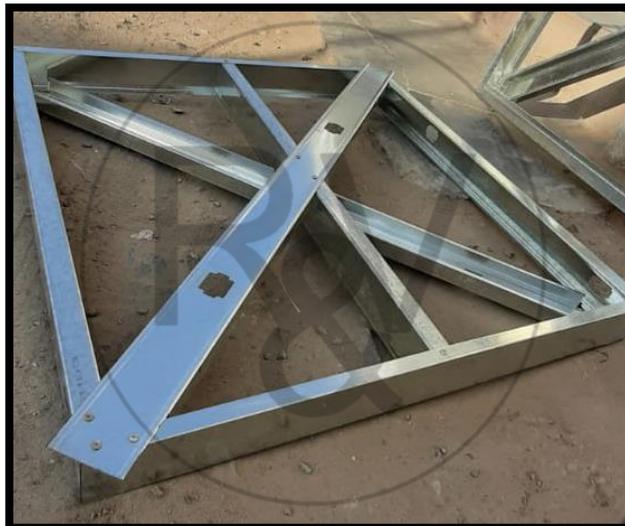
La placa lateral de 8mm Drywall pesa 0.975 Kg



Riel pesado de 90 pesa 0.905 Kg



Parante pesado de 89 pesa 1.110 Kg



Parante en Diagonal de 89 pesa 1.300 Kg

**Peso vol. de muro Drywall 8mm, diseño de tesistas:**  $(2 \times 11.455) + (3 \times 0.975) + (2 \times 0.905) + (3 \times 1.110) + (2 \times 1.300) = 33.575 \text{ Kg/m}^3$

### Prototipo N°3 (8mm diseño otorgado por tesistas)

. Para Prototipo N°3 se tienen los siguientes datos según la RNE E070:

- **C1** = 3       $\longrightarrow$  Parapetos y Tabiques
- **Z** = 0.45       $\longrightarrow$  Zona 4
- **U** = 1       $\longrightarrow$  Viviendas
- **$\gamma$**  = 305.227 Kg/m<sup>3</sup>
- **t** = 0.106 m

Entonces para calcular la carga “w”

$$w = 0.8ZUC_1\gamma t$$

$$w = 0.8 \times 0.45 \times 1 \times 3 \times 305.227 \times 0.106$$

$$w = 34.942 \text{ Kg/m}^2$$

. Cálculo de Momento Flector Sísmico (Ms):

Donde:

$$m = 0.5$$

$$w = 34.942 \text{ Kg/m}^2$$

$$a = 1.00\text{m} \quad \longrightarrow \quad \text{Altura de Muro}$$

$$Ms = mwa^2$$

$$Ms = 0.5 \times 34.942 \times (1)^2$$

$$Ms = 17.471 \text{ Kg.m/ml}$$

. Momento de Falla de los Prototipos de Drywall ante una carga perpendicular a su plano.

Donde:

*F<sub>p</sub>* = Fuerza Perpendicular a Plano de Muro

*h* = Altura de Muro

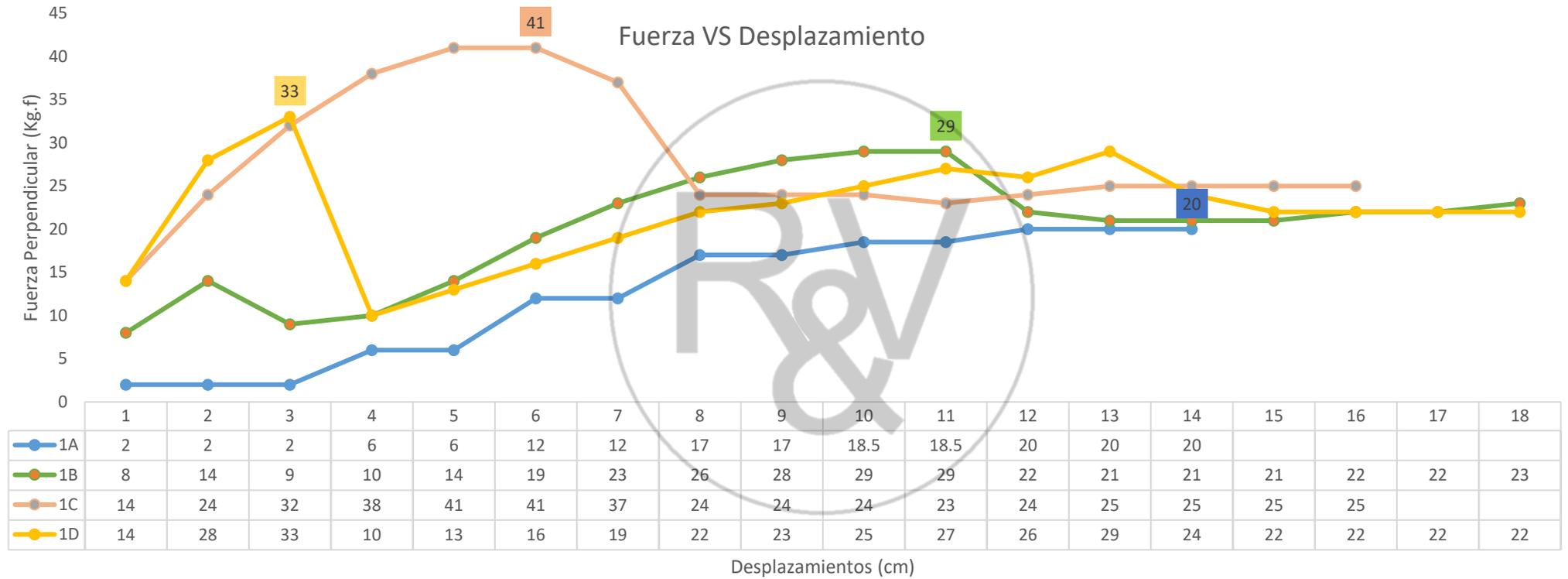
*L* = Longitud de Muro

$$\text{Momento de Falla} = \frac{F_p \times \frac{h}{2}}{L}$$

#### 4.3. Determinación de Resultados:

Con los resultados obtenidos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.070 de Albañilería se procederá a la comparación con los datos obtenidos en nuestros ensayos de carga perpendicular a su plano para cada muro o prototipo, tomando los datos al momento de la falla de nuestros prototipos.

A continuación, veremos los cálculos que nos ayudaran a demostrar la confiabilidad de resultados obtenidos mediante nuestros ensayos y cálculos emitidos por la E.070 como la resistencia de nuestro material, su ductilidad y sus esfuerzos admisibles en tracción por flexión.

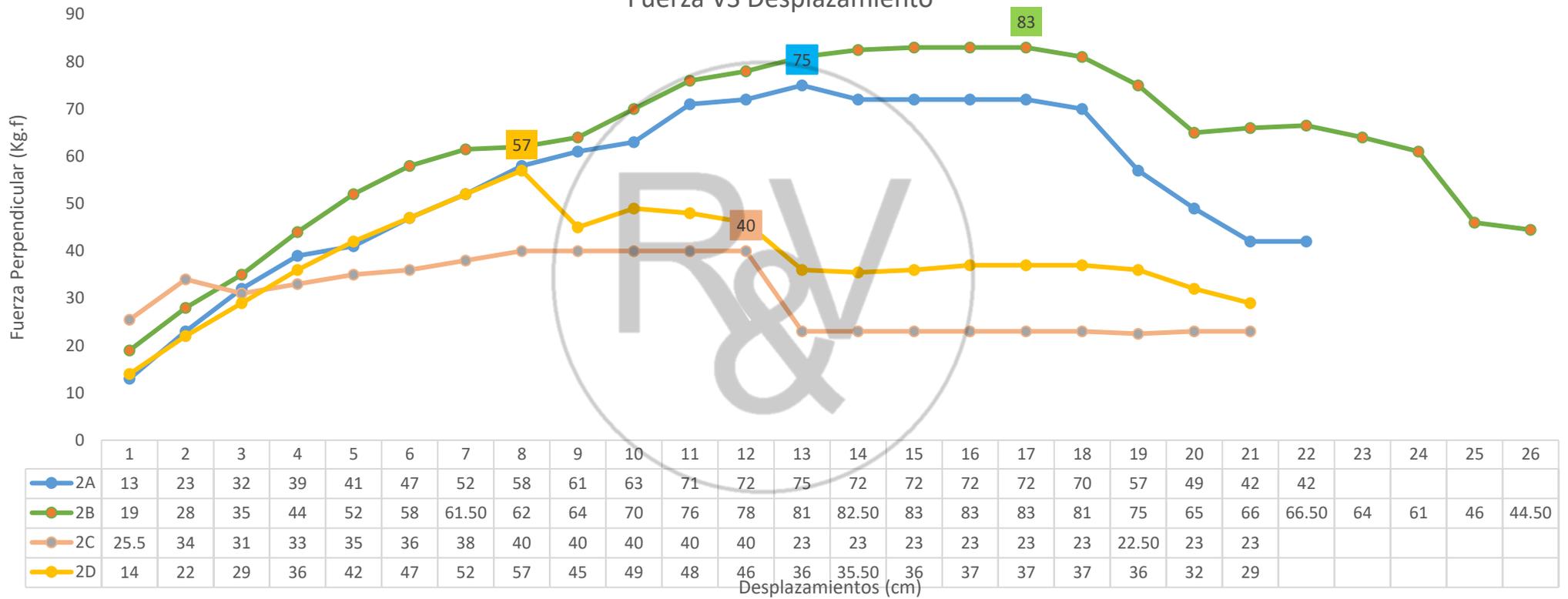


Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)			
		1A	1B	1C	1D
5cm = 0	0	0	0	0	0
1	1	2	8	14	14
2	2	2	14	24	28
3	3	2	9	32	33
4	4	6	10	38	10
5	5	6	14	41	13
6	6	12	19	41	16
7	7	12	23	37	19
8	8	17	26	24	22
9	9	17	28	24	23
10	10	18.5	29	24	25
11	11	18.5	29	23	27
12	12	20	22	24	26
13	13	20	21	25	29
14	14	20	21	25	24
15	15		21	25	22
16	16		22	25	22
17	17		22		22
18	18		23		22

**Gráfico N°1: Fuerza vs Desplazamiento en Prototipos de 8 mm.**

*Fuente: Elaboración propia*

Fuerza VS Desplazamiento

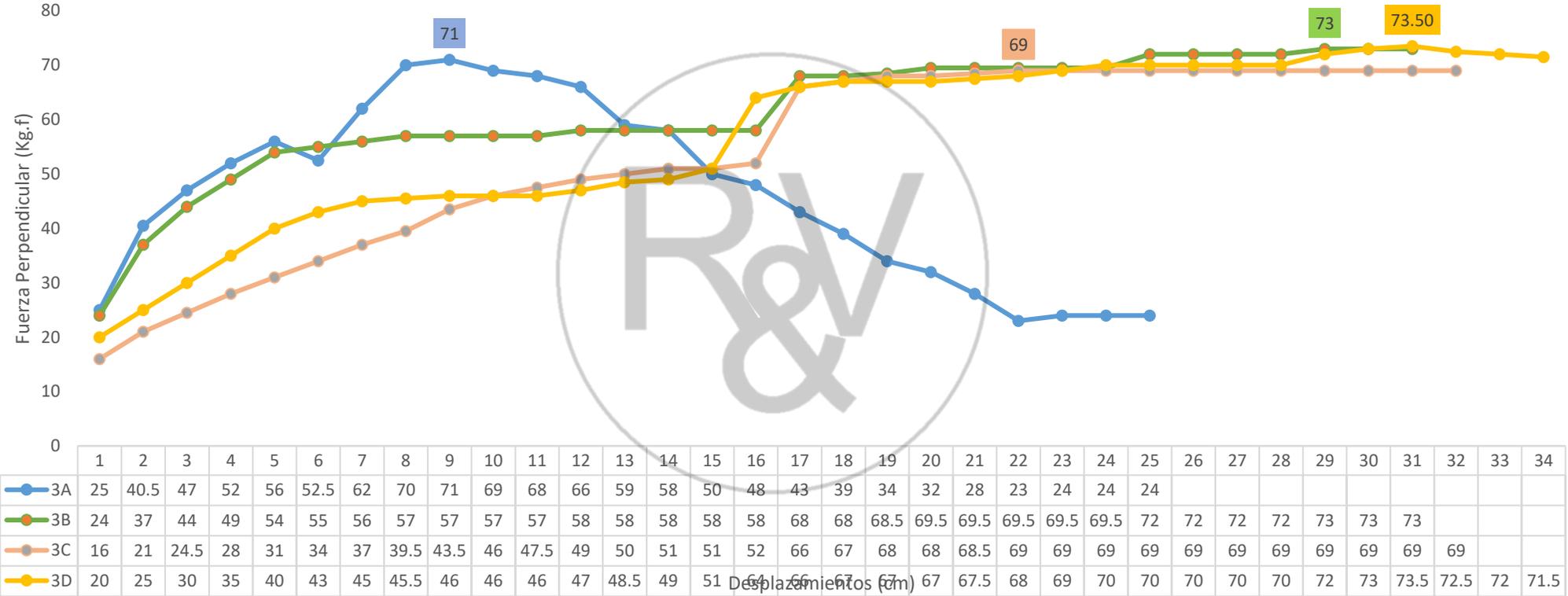


Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)			
		2A	2B	2C	2D
1	1	13	19	25.5	14
2	2	23	28	34	22
3	3	32	35	31	29
4	4	39	44	33	36
5	5	41	52	35	42
6	6	47	58	36	47
7	7	52	61.50	38	52
8	8	58	62	40	57
9	9	61	64	40	45
10	10	63	70	40	49
11	11	71	76	40	48
12	12	72	78	40	46
13	13	75	81	23	36
14	14	72	82.50	23	35.50
15	15	72	83	23	36
16	16	72	83	23	37
17	17	72	83	23	37
18	18	70	81	23	37
19	19	57	75	22.50	36
20	20	49	65	23	32
21	21	42	66	23	29
22	22	42	66.50		
23	23		64		
24	24		61		
25	25		61		
26	26		44.50		

Gráfico N°2: Fuerza vs Desplazamiento en Prototipos de 12 mm.

Fuente: Elaboración propia

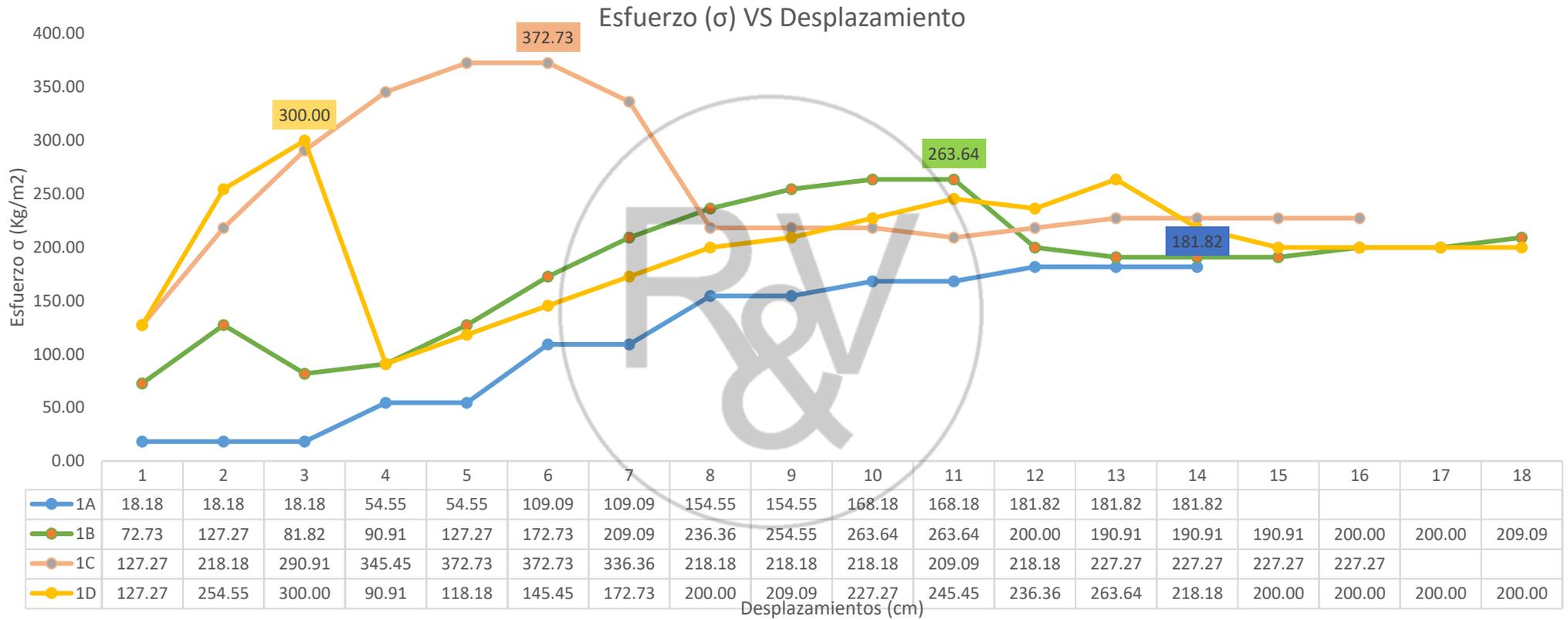
### Fuerza VS Desplazamiento



Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.)			
		3A	3B	3C	3D
5cm - 0	0	0	0	0	0
1	1	25	24	16	20
2	2	40.5	37	21	26
3	3	47	44	24.5	30
4	4	52	49	28	35
5	5	56	54	31	40
6	6	52.5	56	34	43
7	7	62	56	37	45
8	8	70	57	39.5	45.5
9	9	71	57	43.5	46
10	10	69	57	46	46
11	11	68	57	47.5	46
12	12	66	58	49	47
13	13	59	58	50	48.5
14	14	58	58	51	49
15	15	50	58	51	51
16	16	48	58	52	64
17	17	43	68	66	66
18	18	39	68	67	67
19	19	34	68.5	68	67
20	20	32	69.5	68	67
21	21	28	69.5	69.5	67.5
22	22	23	69.5	69	68
23	23	24	69.5	69	69
24	24	24	69.5	69	70
25	25	24	72	69	70
26	26		72	69	70
27	27		72	69	70
28	28		72	69	70
29	29		73	69	72
30	30		73	69	73
31	31		73	69	73.5
32	32			69	72.5
33	33				72
34	34				71.5

Gráfico N°3 Fuerza vs Desplazamiento en Prototipos de 8 mm + Refuerzo.

Fuente: Elaboración propia



Item	Desplazamiento (cm)	Esfuerzo (Kg/m2)			
		1A	1B	1C	1D
5cm = 0	0	0	0	0	0
1	1	18.18	72.73	127.27	127.27
2	2	18.18	127.27	218.18	254.55
3	3	18.18	81.82	290.91	300.00
4	4	54.55	90.91	345.45	90.91
5	5	54.55	127.27	372.73	118.18
6	6	109.09	172.73	372.73	145.45
7	7	109.09	209.09	336.36	172.73
8	8	154.55	236.36	218.18	200.00
9	9	154.55	254.55	218.18	209.09
10	10	168.18	263.64	218.18	227.27
11	11	168.18	263.64	209.09	245.45
12	12	181.82	200.00	218.18	236.36
13	13	181.82	190.91	227.27	263.64
14	14	181.82	190.91	227.27	218.18
15	15		190.91	227.27	200.00
16	16		200.00	227.27	200.00
17	17		200.00		200.00
18	18		209.09		200.00

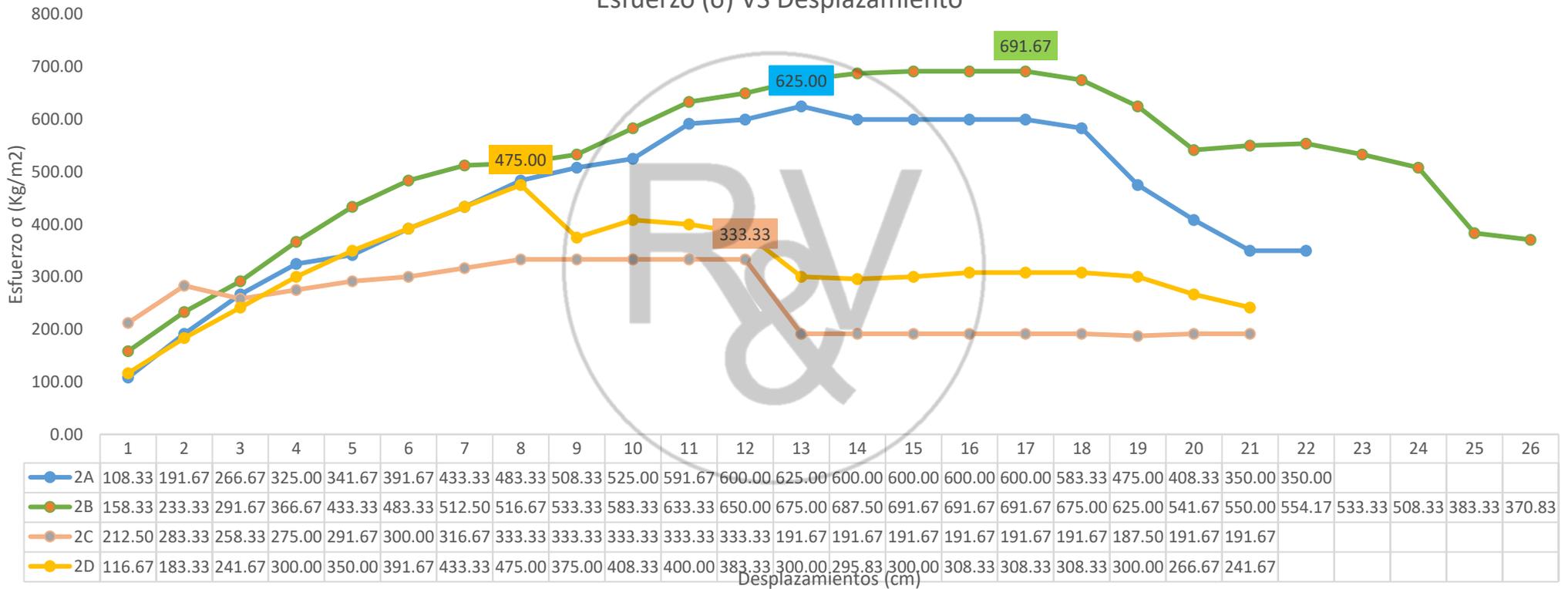
**Gráfico N°4: Esfuerzo vs Desplazamiento en Prototipos de 8 mm.**

*Fuente: Elaboración propia*

Para el calculo de esfuerzos en nuestros prototipos se tiene la siguiente formula:

$$\sigma = \frac{F}{L \times t}$$

Esfuerzo (σ) VS Desplazamiento



Item	Desplazamiento (cm)	Esfuerzo (Kg/m²)			
		2A	2B	2C	2D
5cm = 0	0	0	0	0	0
1	1	108.33	158.33	212.50	116.67
2	2	191.67	233.33	283.33	183.33
3	3	266.67	291.67	258.33	241.67
4	4	325.00	366.67	275.00	300.00
5	5	341.67	433.33	291.67	350.00
6	6	391.67	483.33	300.00	391.67
7	7	433.33	512.50	316.67	433.33
8	8	483.33	516.67	333.33	475.00
9	9	508.33	533.33	333.33	375.00
10	10	525.00	583.33	333.33	408.33
11	11	591.67	633.33	333.33	400.00
12	12	600.00	650.00	333.33	383.33
13	13	625.00	675.00	191.67	300.00
14	14	600.00	687.50	191.67	295.83
15	15	600.00	691.67	191.67	300.00
16	16	600.00	691.67	191.67	308.33
17	17	600.00	691.67	191.67	308.33
18	18	583.33	675.00	191.67	308.33
19	19	475.00	625.00	187.50	300.00
20	20	408.33	541.67	191.67	266.67
21	21	350.00	550.00	191.67	241.67
22	22	350.00	554.17		
23	23		533.33		
24	24		508.33		
25	25		383.33		
26	26		370.83		

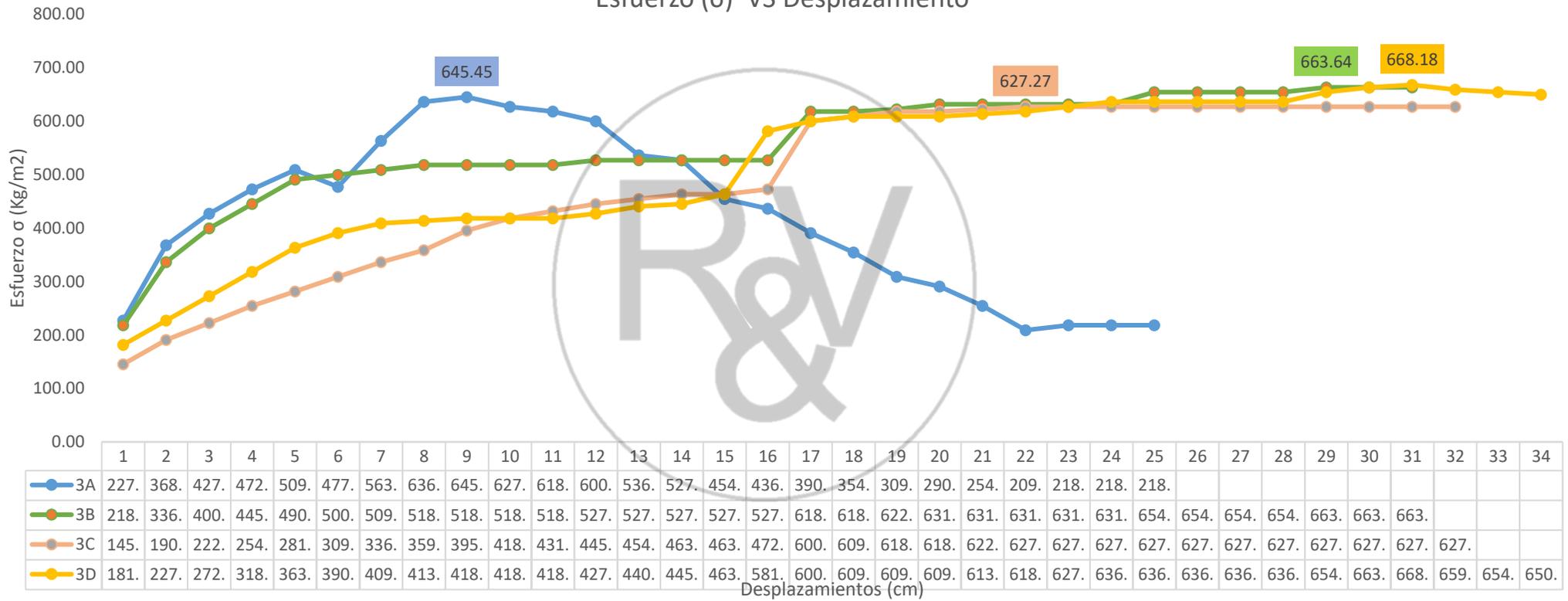
Gráfico N°5: Esfuerzo vs Desplazamiento en Prototipos de 12 mm.

Fuente: Elaboración propia

Para el calculo de esfuerzos en nuestros prototipos se tiene la siguiente formula:

$$\sigma = \frac{F}{L \times t}$$

### Esfuerzo (σ) VS Desplazamiento



Item	Desplazamiento (cm)	Esfuerzo (Kg/m²)			
		3A	3B	3C	3D
1	1	227.27	218.18	145.45	181.82
2	2	368.18	336.36	190.91	227.27
3	3	427.27	400.00	222.73	272.73
4	4	472.73	445.45	254.55	318.18
5	5	509.09	490.91	281.82	363.64
6	6	477.27	500.00	309.09	390.91
7	7	563.64	509.09	336.36	409.09
8	8	636.36	518.18	359.09	413.64
9	9	645.45	518.18	395.45	418.18
10	10	627.27	518.18	418.18	418.18
11	11	618.18	518.18	431.82	418.18
12	12	600.00	527.27	445.45	427.27
13	13	536.36	527.27	454.55	440.91
14	14	527.27	527.27	463.64	445.45
15	15	454.55	527.27	463.64	463.64
16	16	436.36	527.27	472.73	581.82
17	17	390.91	618.18	600.00	600.00
18	18	354.55	618.18	609.09	609.09
19	19	309.09	622.73	618.18	609.09
20	20	290.91	631.82	618.18	609.09
21	21	254.55	631.82	622.73	613.64
22	22	209.09	631.82	627.27	618.18
23	23	218.18	631.82	627.27	627.27
24	24	218.18	631.82	627.27	636.36
25	25	218.18	654.55	627.27	636.36
26	26		654.55	627.27	636.36
27	27		654.55	627.27	636.36
28	28		654.55	627.27	636.36
29	29		663.64	627.27	654.55
30	30		663.64	627.27	663.64
31	31		663.64	627.27	668.18
32	32			627.27	659.09
33	33				654.55
34	34				650.00

Gráfico N°6: Esfuerzo vs Desplazamiento en Prototipos de 8 mm + Refuerzo.

Fuente: Elaboración propia

Para el calculo de esfuerzos en nuestros prototipos se tiene la siguiente formula:

$$\sigma = \frac{F}{L \times t}$$

#### 4.3.1. Cálculo de Momento de Falla:

$$w = 30.041 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ms = 15.021 \text{ Kg.m/ml}$$

Prototipo de Drywall 8mm	Ángulo	Fuerza Perpendicular	Momento de Falla	Verificación
	Desde 90°	Desde 0 Kg		
1A	98°	20.00	10.00	No Cumple
1B	98°	29.00	14.50	No Cumple
1C	95°	41.00	20.50	Cumple
1D	98°	29.00	14.50	No Cumple

$$w = 37.675 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ms = 18.838 \text{ Kg.m/ml}$$

Prototipo de Drywall 12mm	Ángulo	Fuerza Perpendicular	Momento de Falla	Verificación
	Desde 90°	Desde 0 Kg		
2A	98°	75.00	37.50	Cumple
2B	100.50°	83.00	41.50	Cumple
2C	98.50°	40.00	20.00	Cumple
2D	96°	49.00	24.50	Cumple

$$w = 34.942 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ms = 17.471 \text{ Kg.m/ml}$$

Prototipo de Drywall 8mm + Refuerzo	Ángulo	Fuerza Perpendicular	Momento de Falla	Verificación
	Desde 90°	Desde 0 Kg		
3A	96°	71.00	35.50	Cumple
3B	109°	73.00	36.50	Cumple
3C	109°	69.00	34.50	Cumple
3D	109°	73.50	36.75	Cumple

*Tablas N° 4: Momentos de Falla.*

*Fuente: Elaboración propia*

Con los resultados obtenidos calculamos la resistencia para cada prototipo de alféizar de Drywall. Nuestro factor C = 3 (Alféizares y Parapetos).

Prototipo de Drywall 8mm	Resistencia= M.Falla/Ms. Diseño	
1A	10.00	0.67
1B	14.50	0.97
1C	20.50	1.36
1D	14.50	0.97

Prototipo de Drywall 12mm	Resistencia= M.Falla/Ms. Diseño	
2A	37.50	1.99
2B	41.50	2.20
2C	20.00	1.06
2D	24.50	1.30

Prototipo de Drywall 8mm + Refuerzo	Resistencia= M.Falla/Ms. Diseño	
3A	35.50	2.03
3B	36.50	2.09
3C	34.50	1.97
3D	36.75	2.10

**Tablas N° 5: Resistencias de los prototipos.**  
*Fuente: Elaboración propia*

Para analizar nuestros resultados obtenidos en nuestros ensayos graficaremos las resistencias obtenidas para cada prototipo de alféizar de Drywall.



**Gráfico N°7: Resistencia Promedio de Muros Alféizares de Drywall.**  
*Fuente: Elaboración propia*

La principal diferencia que se debe observar en nuestra grafica es que nuestros prototipos 2 y 3 tienen casi la misma resistencia, ya que nuestros prototipos 2 (placa de 12mm) están estipulados mediante el manual técnico cumpliendo sus especificaciones técnicas de uso en obra y nuestros prototipos 3 (placa de 8mm + reforzamiento) cumplen con la misma resistencia dándonos la satisfacción de su diseño y uso en obra. Por otra parte, se ve la baja resistencia que tiene nuestros prototipos 1 (placa de 8mm) por ende se aconseja seguir con lo indicado en el manual técnico y no hacer construcciones sin ningún tipo de criterio profesional.

#### 4.3.2. Esfuerzo admisible en tracción por flexión:

$$\delta_t = \frac{MC}{I} = \frac{M(\frac{t}{2})}{\frac{L x t^3}{12}} = \frac{6ML}{L x t^2} = \frac{6M}{t^2}$$

**Donde:**

C = 0.5 del espesor de muro.

M = Momento de Falla.

I = Inercia.

Una vez obtenidos nuestros resultados, los esfuerzos a tracción ( $\delta_t$ ) para cada tipo de muro se tendrá el siguiente criterio según la RNE E.070 que nos indica, que el esfuerzo admisible en tracción por flexión para muros no portantes no será mayor que 1.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Esfuerzo Admisible Mínimo = 1.50**

Prototipo de Drywall 8mm	Esfuerzo Admisible en Tracción por Flexión ( $\delta_t$ ) $\geq$ 1.50 Kg/cm <sup>2</sup>	Verificación
1A	0.53	No Cumple
1B	0.77	No Cumple
1C	1.09	No Cumple
1D	0.77	No Cumple

**Esfuerzo Admisible Mínimo = 1.50**

Prototipo de Drywall 12mm	Esfuerzo Admisible en Tracción por Flexión ( $\delta_t$ ) $\geq$ 1.50 Kg/cm <sup>2</sup>	Verificación
2A	1.73	Cumple
2B	1.92	Cumple
2C	0.92	No Cumple
2D	1.13	No Cumple

(\*) = Se sugiere el máximo cuidado de la base de concreto para la ejecución de los ensayos, ya que se tuvo problemas al cortar nuestra viga debilitando su utilidad para los ensayos.

**Esfuerzo Admisible Mínimo = 1.50**

Prototipo de Drywall 8mm + Refuerzo	Esfuerzo Admisible en Tracción por Flexión ( $\delta_t$ ) $\geq$ 1.50 Kg/cm <sup>2</sup>	Verificación
3A	1.90	Cumple
3B	1.95	Cumple
3C	1.84	Cumple
3D	1.96	Cumple

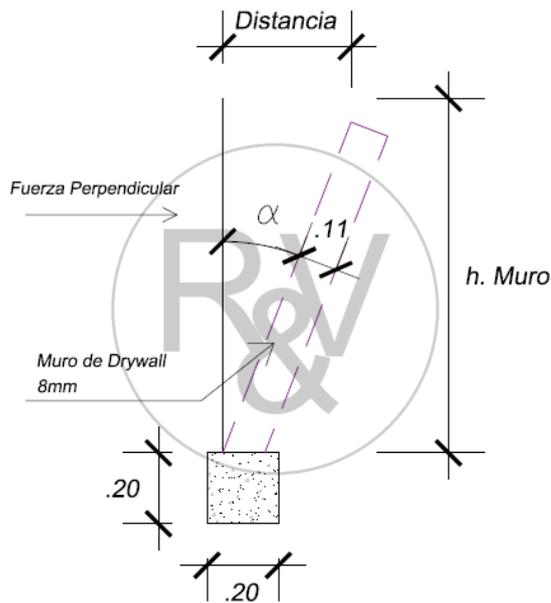
**Tablas N° 8: Esfuerzos admisibles en tracción por flexión.**

*Fuente: Elaboración propia*

Dados los resultados obtenidos podemos comprobar que la importancia de una buena construcción en obra siguiendo los requerimientos de nuestro manual técnico es de suma

importancia para cumplir con los requerimientos del RNE E.070 y por lo tanto brindar la seguridad y confiabilidad a nuestra estructura.

### 4.3.3. Derivas:



$$Deriva = \frac{Dx}{h}$$

Figura N° 65: Determinando al Deriva en placa 8mm.  
Fuente Propia

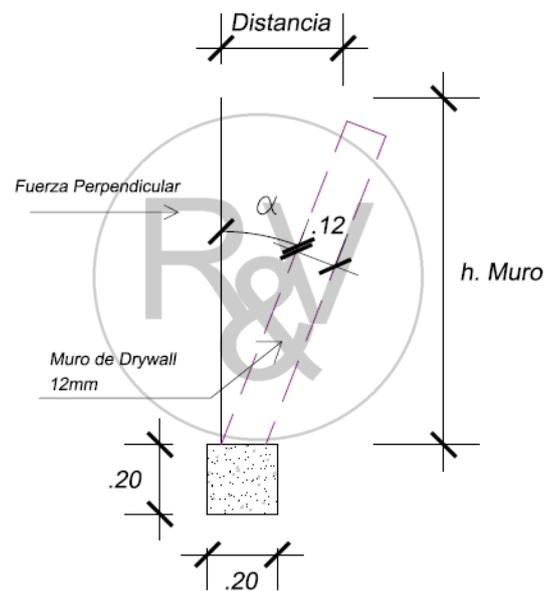


Figura N° 66: Determinando al Deriva en placa 12mm.  
Fuente Propia

Cálculo de derivas para cada prototipo de Drywall:

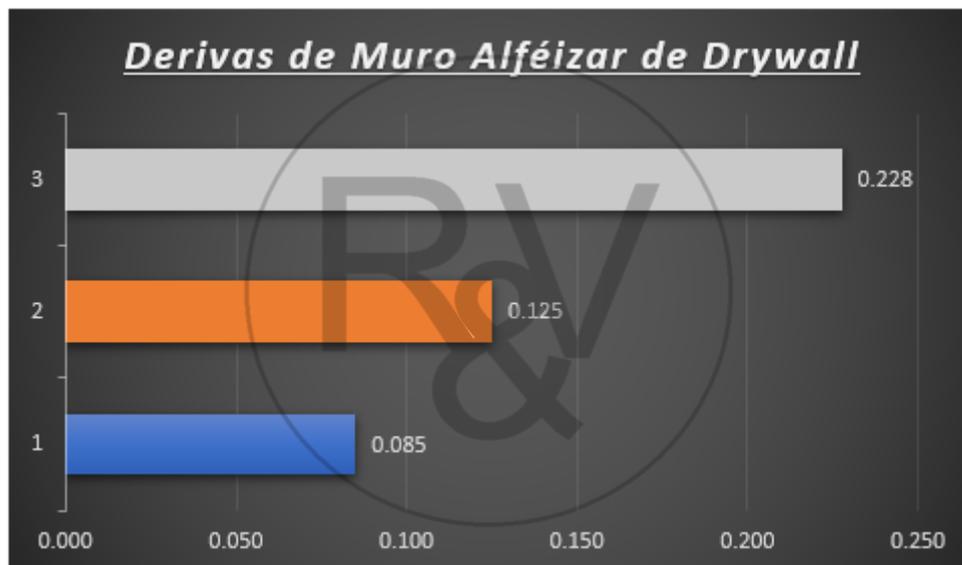
Desplazamiento (8 mm)	Derivas (m)
0.14	0.14
0.11	0.11
0.06	0.06
0.03	0.03
<b>Promedio</b>	<b>0.085</b>

Desplazamiento (12 mm)	Derivas (m)
0.13	0.13
0.17	0.17
0.12	0.12
0.08	0.08
<b>Promedio</b>	<b>0.125</b>

Desplazamiento (8mm + Refuerzo)	Derivas (m)
0.09	0.09
0.29	0.29
0.22	0.22
0.31	0.31
<b>Promedio</b>	<b>0.228</b>

*Tablas N° 9: Resultados de Derivas.  
Fuente: Elaboración propia*

Se puede observar que los prototipos 2 y 3 tienen una buena ductilidad de desplazamiento ante una carga perpendicular, reflejando en la siguiente grafica.



*Gráfico N°8: Derivas de Muros Alféizares de Drywall  
Fuente: Elaboración propia*

#### 4.3.4. Control de Desplazamientos:

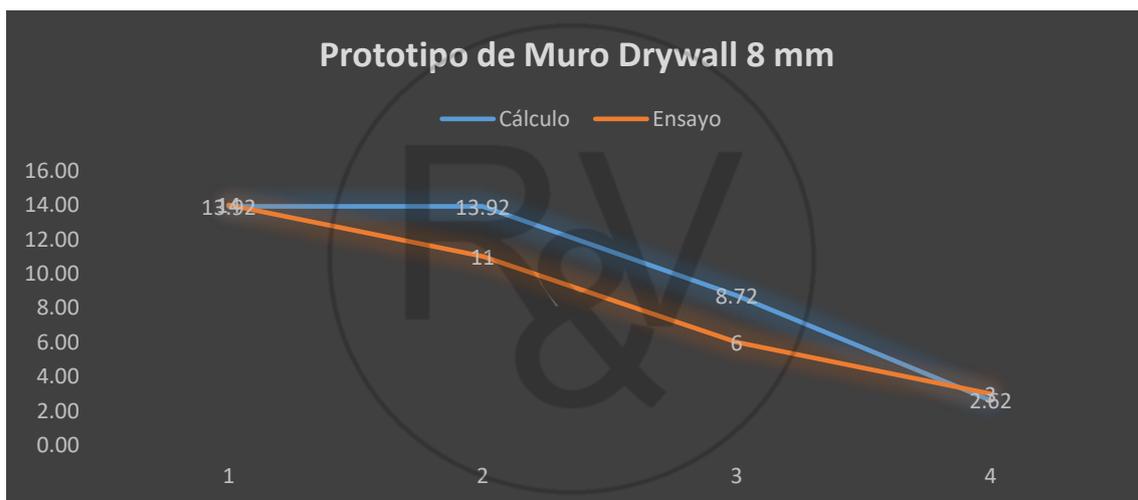
$$Dx = h (\text{sen } \alpha)$$

A continuación, se calculará el desplazamiento de cada prototipo y luego proceder con la comparación de los desplazamientos obtenidos en nuestros ensayos a carga perpendicular a plano de cara de muro.

Desplazamiento (8 mm)	Ángulo	Altura	Control (m)	Control (cm)
1A	8	1	0.139	13.92
1B	8	1	0.139	13.92
1C	5	1	0.087	8.72
1D	1.5	1	0.026	2.62
Promedio			0.098	9.79

Comparamos	
Cálculo (cm)	Ensayo (cm)
13.92	14
13.92	11
8.72	6
2.62	3

*Tablas N° 10: Control de desplazamientos 1.  
Fuente: Elaboración propia*



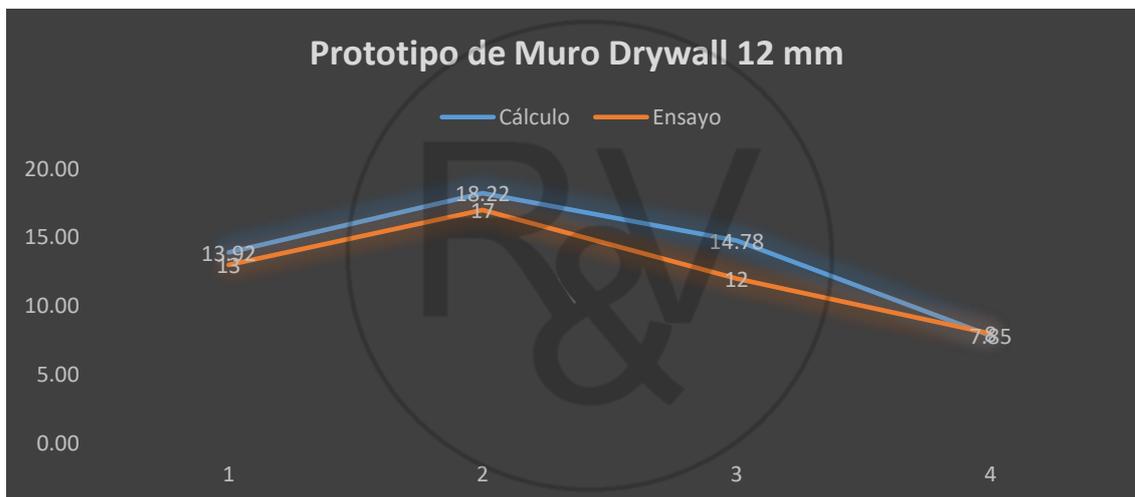
*Gráfico N°9: Desplazamientos Cálculo vs Ensayo en Prototipo 8mm.  
Fuente: Elaboración propia*

En el siguiente grafico se puede observar la aproximación que se tiene en los desplazamientos obtenidos en cada prototipo ensayado con los cálculos realizados según la fórmula de desplazamiento en los prototipos elaborados según el criterio del maestro de obra.

Desplazamiento (12 mm)	Ángulo	Altura	Control (m)	Control (cm)
2A	8	1	0.139	13.92
2B	10.5	1	0.182	18.22
2C	8.5	1	0.148	14.78
2D	4.5	1	0.078	7.85
<b>Promedio</b>			<b>0.137</b>	<b>13.69</b>

Comparamos	
Cálculo (cm)	Ensayo (cm)
13.92	13
18.22	17
14.78	12
7.85	8

**Tablas N° 11: Control de desplazamientos 2.**  
*Fuente: Elaboración propia*



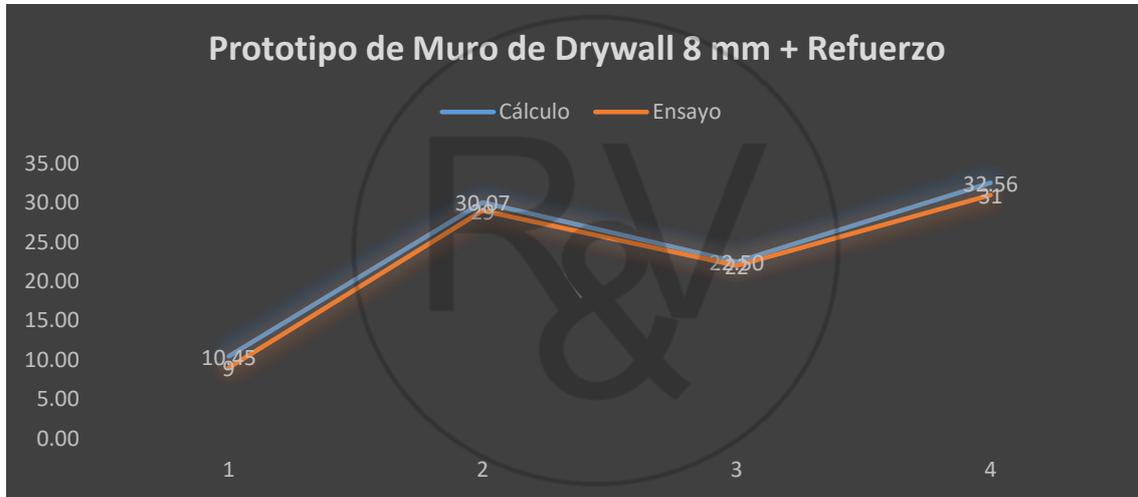
**Gráfico N°10: Desplazamientos Cálculo vs Ensayo en Prototipo 12mm.**  
*Fuente: Elaboración propia*

En el siguiente grafico se puede observar la aproximación que se tiene en los desplazamientos obtenidos en cada prototipo ensayado con los cálculos realizados según la fórmula de desplazamiento en los prototipos elaborados según el manual técnico SuperBoard.

Desplazamiento (8mm + Refuerzo)	Ángulo	Altura	Control (m)	Control (cm)
3A	6	1	0.105	10.45
3B	17.5	1	0.301	30.07
3C	13	1	0.225	22.50
3D	19	1	0.326	32.56
<b>Promedio</b>			<b>0.239</b>	<b>23.89</b>

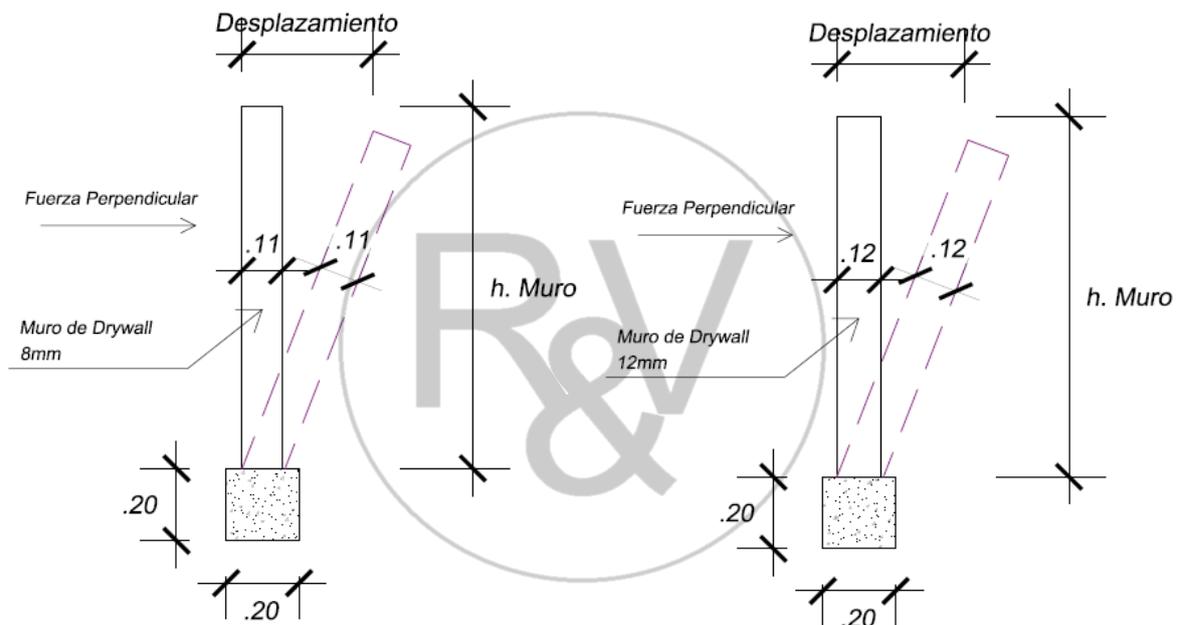
Comparamos	
Cálculo (cm)	Ensayo (cm)
10.45	9
30.07	29
22.50	22
32.56	31

**Tablas N° 12: Control de desplazamientos 3.**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Gráfico N°11: Desplazamientos Cálculo vs Ensayo en Prototipo 8mm + Refuerzo.**  
*Fuente: Elaboración propia*

En el siguiente grafico se puede observar la aproximación que se tiene en los desplazamientos obtenidos en cada prototipo ensayado con los cálculos realizados según la fórmula de desplazamiento en los prototipos elaborados según el diseño propuesto por el equipo de tesis.



**Figura N° 67: Control de Desplazamiento en Alféizares de Drywall.**

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.3.5. Fuerza Máxima Aplicada en Cada Perno:

Para la siguiente evaluación de la fuerza ejercida en la base de nuestros prototipos se determinó con la siguiente formula:

$$\text{Fuerza Máxima en cada Perno} = \frac{\text{Fuerza Máxima}}{\text{Cantidad de Pernos}}$$

A continuación, se presenta los siguientes resultados:

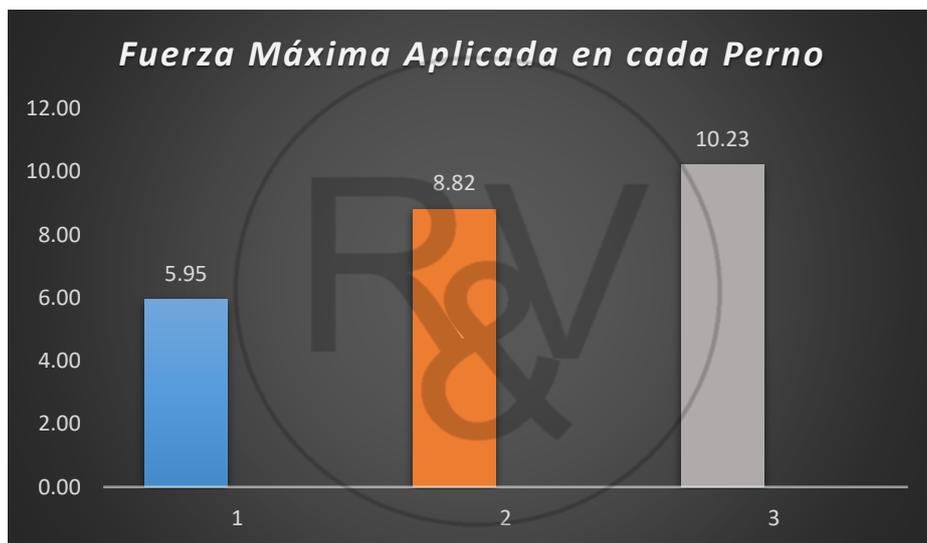
Prototipo de Drywall 8mm	Número de Pernos	Fuerza Máxima	Fuerza Maxima Aplicada en cada Perno
1A	5	20.00	4.00
1B	5	29.00	5.80
1C	5	41.00	8.20
1D	5	29.00	5.80
		<b>Promedio</b>	<b>5.95</b>

Prototipo de Drywall 12mm	Número de Pernos	Fuerza Máxima	Fuerza Maxima Aplicada en cada Perno
2A	7	75.00	10.71
2B	7	83.00	11.86
2C	7	40.00	5.71
2D	7	49.00	7.00
		<b>Promedio</b>	<b>8.82</b>

Prototipo de Drywall 8mm + Refuerzo	Número de Pernos	Fuerza Máxima	Fuerza Maxima Aplicada en cada Perno
3A	7	71.00	10.14
3B	7	73.00	10.43
3C	7	69.00	9.86
3D	7	73.50	10.50
		<b>Promedio</b>	<b>10.23</b>

**Tablas N° 13: Fuerza máxima aplicada en cada perno.**  
**Fuente: Elaboración propia**

Se puede observar en el prototipo 1 (placa de 8mm) que la fuerza de falla ejercida en la base fue baja a comparación de los otros prototipos haciendola muy vulnerable a grandes fuerzas sísmicas. Para analizar los resultados obtenidos en los ensayos se tiene como referencia la siguiente gráfica con las fuerzas ejercidas en la base.



**Gráfico N°12: Fuerza Máxima Aplicada en cada Perno.**  
**Fuente: Elaboración propia**

## CONCLUSIONES

1. Se llegó a desarrollar 12 prototipos de alféizares de Drywall con diferente uso de placa y reforzamiento según se puede observar en las siguientes imágenes:



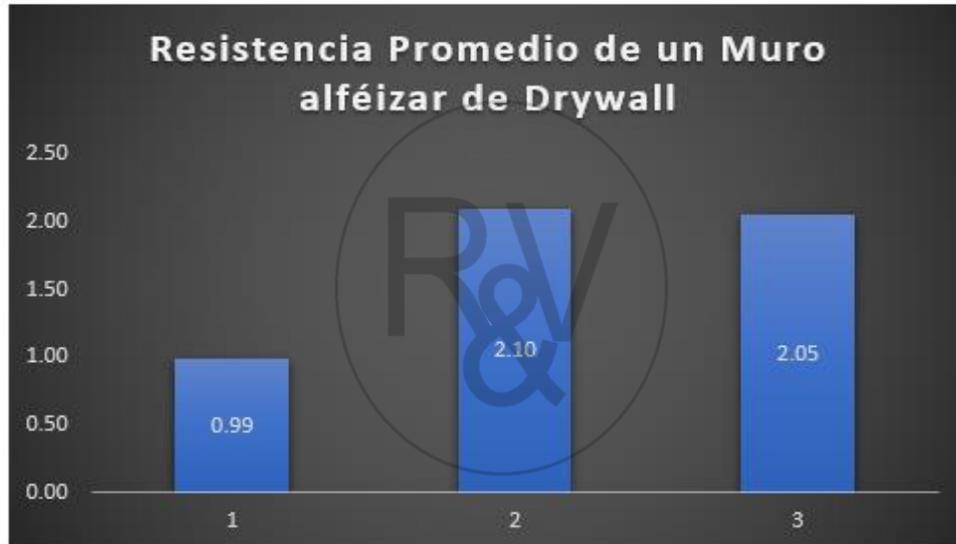
En nuestro primer prototipo se tomó el criterio de nuestro maestro de obra a cargo, usando placas de 8mm, parantes y rieles pesados. En la base se usaron 5 clavos de 1". Se realizaron 4 prototipos para este tipo de alféizar.

En nuestro segundo prototipo se tomó el criterio según lo indicado en nuestro manual técnico SuperBoard, usando placas de 12mm, parantes y rieles pesados. En la base se usaron 7 clavos de 1". Se realizaron 4 prototipos para este tipo de alféizar.



En nuestro tercer prototipo se construyó un nuevo prototipo realizado por nosotros, usando placas de 8mm, parantes y rieles pesados (En el muro se usó parantes en forma de X para rigidizar nuestro prototipo). En la base se usaron 4 clavos de 1" y 3 tornillos expansores. Se realizaron 4 prototipos para este tipo de alféizar.

2. Para nuestro cálculo de resistencia podemos observar que los prototipos de alféizar de Drywall con placa de 12mm y 8mm + refuerzo duplican la resistencia a nuestro prototipo de 8mm (según criterio de nuestro maestro de obra), descartando el uso para alféizares de Drywall 8mm en zonas exteriores en altura sin el cumplimiento requerido por la norma.



En el prototipo de 8mm según el criterio del maestro de obra, no se consideró poner parante a cada 0.50m como indica la norma. Pudiendo observar la baja resistencia que tiene el prototipo.

3. Se realiza las comparaciones según los requerimientos de la RNE E.070, que nos indica que el esfuerzo admisible en tracción por flexión es mayor igual a 1.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

Prototipo de Drywall 8mm	Esfuerzo Admisible en Tracción por Flexión ( $\sigma_t$ ) $\geq$ 1.50 Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje (%)
1A	0.53	64.67
1B	0.77	48.67
1C	1.09	27.33
1D	0.77	48.67

En el siguiente cuadro se puede observar que el esfuerzo admisible en tracción por flexión del prototipo de placa de Drywall de 8mm no llega al 100% de lo requerido en la norma E.070, teniendo como resultado una mala autoconstrucción.

Prototipo de Drywall 12mm	Esfuerzo Admisible en Tracción por Flexión ( $\hat{\sigma}_t$ ) $\geq 1.50$ Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje (%)
2A	1.73	15.33
2B	1.92	28.00
2C	0.92	38.67
2D	1.13	24.67

En el siguiente cuadro se puede observar que el esfuerzo admisible en tracción por flexión del prototipo de placa de Drywall de 12mm llega a pasar el 100% de lo requerido en la norma E.070, obteniendo buenos resultados en este prototipo.

(\*) = Se sugiere el máximo cuidado de la base de concreto para la ejecución de los ensayos, ya que se tuvo problemas al cortar nuestra viga debilitando su utilidad para los ensayos, ello nos conlleva a no tener buenos resultados en nuestros prototipos 2C y 2D.

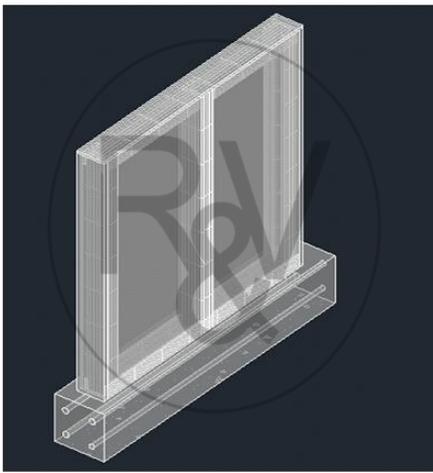
Prototipo de Drywall 8mm + refuerzo	Esfuerzo Admisible en Tracción por Flexión ( $\hat{\sigma}_t$ ) $\geq 1.50$ Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje (%)
3A	1.90	26.67
3B	1.95	30.00
3C	1.84	22.67
3D	1.96	30.67

En el siguiente cuadro se puede observar que el esfuerzo admisible en tracción por flexión del prototipo de placa de Drywall de 8mm + refuerzo llega a pasar el 100% de lo requerido en la norma E.070, obteniendo buenos resultados en este nuevo prototipo, superando en algunos el 20% de lo requerido en la normativa.

4. La verificación de falla del momento flector sísmico ( $M_s$ ) en nuestros prototipos de 12 mm y 8 mm + refuerzo cumplen con las exigencias del RNE E.070 para cargas perpendiculares en parapetos y alféizares ( $C= 3$ ) llegando a superar un aproximado de 20% al  $M_s$  según lo establecido en la normativa de albañilería ante cargas perpendiculares.

### Según Norma Técnica SuperBoard

12mm



### Nueva Propuesta

8mm + refuerzo



#### ESPECIFICACIONES GENERALES

##### 1. CONCRETO

-CONCRETO ARMADO EN GENERAL	$f_c=210 \text{ kg/cm}^2$
-CEMENTO EN LA BASE:	PORTLAND TIPO I
-ACERO	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ Grado 60
-RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:	
-VIGAS	4.0 cm.

##### 2. DRYWALL

- MURO DE DRYWALL EXTERIOR	Placa de Drywall ST 12mm
-PARANTE PESADO	89mm.
-RIEL PESADO	90mm
-ANCLAJE	Clavo de fijación de 1"

Se recomienda el uso de una placa de Drywall ST de 12mm para uso de muros exteriores en altura con una separación de parantes 0.488m y fulminantes cada 0.25 o 0.30 m según el manual técnico GYPLAC.

#### ESPECIFICACIONES GENERALES

##### 1. CONCRETO

-CONCRETO ARMADO EN GENERAL	$f_c=210 \text{ kg/cm}^2$
-CEMENTO EN LA BASE:	PORTLAND TIPO I
-ACERO	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ Grado 60
-RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:	
-VIGAS	4.0 cm.

##### 2. DRYWALL

- MURO DE DRYWALL EXTERIOR	Placa de Drywall ST 8mm
-PARANTE PESADO	89mm.
-RIEL PESADO	90mm
-ANCLAJE	Tornillo de Expansion 1/4" Clavo de fijación de 1"

Como recomendación de nuestro prototipo una separación de parantes 0.488m y fulminantes cada 0.25 o 0.30 m según el manual técnico GYPLAC.

Para nuestro prototipo de ensayo con placa de 12mm según manual técnico SuperBoard nuestro  $\delta_t = 1.92 \text{ Kg/cm}^2$  cumpliendo con los requerimientos de la RNE E.070.

Para nuestro prototipo de ensayo con placa de 8mm + reforzamiento nuestro  $\delta_t = 1.96 \text{ Kg/cm}^2$  cumpliendo con los requerimientos de la RNE E.070.

5. Obteniendo los datos de nuestros prototipos ensayados, se pudo realizar los cálculos de una forma adecuada brindándonos resultados favorables y beneficiosos en nuestro muro alféizar de Drywall ST 12mm dándonos la factibilidad del uso de recomendaciones determinadas por el sistema constructivo propuesto por el manual técnico SuperBoard.

Espesor (mm)	Formato (mm)	Peso (Kg/un)	Usos Recomendados/ Descripción
4	605x605	2.03	Cielo rasos suspendidos o clavados
4	1214x605	4.34	Cielo rasos suspendidos o clavados
4	1220x1220	8.79	Cielos rasos clavados
6	2440x1220	24.72	Cielos rasos con junta invisible, voladizos, revestimientos inferiores.
8	2440x1220	31.96	Tabiques inferiores, Tabiques con enchapes cerámicos, ductos de servicio, aleros, forros de estructuras metálicas, cielos rasos atornillados, casetas sanitarias.
10	2440x1220	40.83	Tabiques exteriores, cerramientos exteriores
11	2440x1220	47.51	Fachadas, bases para techos, muros.
12	2440x1220	49.20	Tabiques exteriores y en altura, cerramientos en exteriores y en altura, encofrado perdido o base de losas de concreto liviano, bases de coberturas livianas.
14	2440x1220	59.75	Fachadas, bases para techos entrepisos, estanterías, muros.
15	2440x1220	61.5	Tabiques de alto impacto.
17	2440x1220	71.98	Entrepisos, estanterías.
20	2440x1220	84.83	Entrepisos, estanterías.

6. El reforzamiento usado en nuestros prototipos de 8mm + refuerzo (Diseño propio, recomendado por los involucrados) fueron parantes en diagonales que reforzaron a nuestro muro alféizar de Drywall dándole una mayor rigidez y en la base se usó pernos de anclaje o de expansión de 2x1/4", este nuevo prototipo cumple con lo requerido en la RNE E.070, los resultados obtenidos contrastan con nuestra hipótesis dado que llegan o superan al 20% del Ms (1.50 Kg/cm<sup>2</sup>). Haciendo un análisis comparativo de sus derivas se puede concluir que los prototipos de 12mm y 8mm + reforzamiento tienen una mayor ductilidad.

Prototipo de Drywall 8mm + refuerzo	Esfuerzo Admisible en Tracción por Flexión ( $\sigma_t$ ) $\geq$ 1.50 Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje (%)
3A	1.90	26.67
3B	1.95	30.00
3C	1.84	22.67
3D	1.96	30.67

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso esencial del manual técnico SuperBoard para el desarrollo y ejecución de los prototipos.
2. Es importante seguir y tener presente los criterios estipulados en el RNE E.070, E.030 y E.020, ya que el reglamento cuenta con las características especiales (en parapetos y alféizares) según lo requerido en nuestro país.
3. En el instante de la colocación del prototipo en la base, se recomienda que la base tenga una cara plana para que no halla inconvenientes en la instalación de nuestros rieles y garantizar buenos resultados en nuestro ensayo de laboratorio.
4. El clavo de fijación debe ser de 1" y los fulminantes deben ser número 3 verdes que es lo que se solicita para el anclaje en concreto armado.
5. Para nuestro refuerzo de nuestros prototipos se solicita el uso de parantes y rieles pesados, ya que se usaran en altura y se requiere que nuestros alféizares de Drywall sean lo más rígidos posibles para la seguridad de los habitantes.
6. Se recomienda tener el criterio de un especialista para la ejecución y construcción con este tipo de material y no autoconstruir por cuenta propia sin criterio alguno, ya que lo que más importa es la seguridad de las personas que habitan el lugar.
7. Se recomienda que al maniobrar la gata hidráulica el movimiento de la palanca sea de forma constante y con la misma intensidad hasta llegar a la distancia requerida y así obtener nuestros datos de una forma coherente.
8. Se recomienda el uso de pernos autoavellanates punta broca para un mejor ensamble de nuestras placas de Drywall con los parantes y rieles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fegale (2018). Eternit elevará en 15% la inversión en sus tres plantas. Perú: COVESA. Página web: <http://www.cvcovesa.com/miscelanea?n=eternit-elevara-en-15-la-inversion-en-sus-tres-plantas>
2. Elida Vega (2017). Drywall crece con sabor nacional. Perú: El Comercio. Página web: <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/drywall-crece-sabor-nacional-noticia-480521?fbclid=IwAR1RzpOglb2mZ89NFnylvLWC224iP-h3TxX7vxGFGO7nqYMNd-g9MawK29Q>
3. Shutterstock (2018). Económico y seguro: ¿Por qué usar Drywall en tu vivienda? Perú: RPP Noticias. Página web: <https://rpp.pe/campanas/contenido-patrocinado/economico-y-seguro-por-que-usar-drywall-en-tu-vivienda-noticia-1122802>
4. Alejandra Salazar (2017). Construcción en seco, rompiendo paradigmas en el mercado colombiano. Colombia: Revista EN OBRA. Página web: <https://en-obra.com/noticias/construccion-en-seco-rompiendo-paradigmas-en-mercado-colombiano/>
5. Informes de Drywall otorgados por ETERNIT.
6. SuperBoard. Manual Técnico Sistema de Construcción en Fibrocemento (Drywall).
7. Reglamento Nacional de Edificaciones E.070

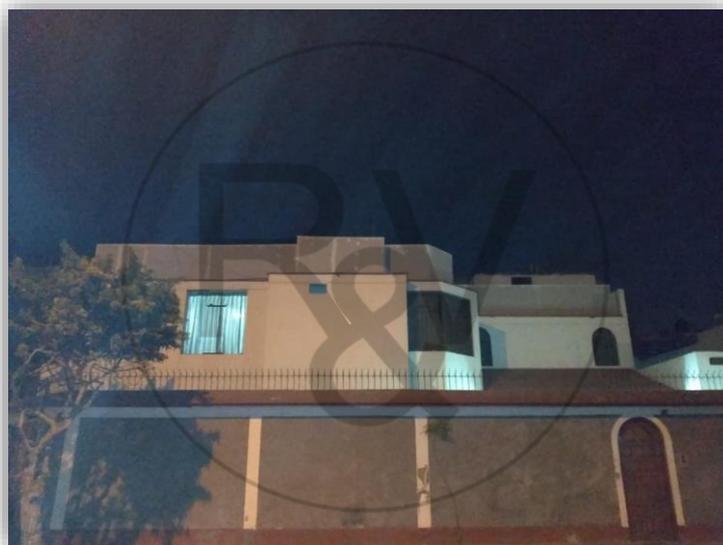
## CAPITULO 6 ANEXOS

### 6.1. Casos de Viviendas o Edificaciones que Usan Alfeizares de Drywall en Zonas Exteriores con altura.



*Imagen Anexo 1. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall. Esta edificación la encontramos en el centro de Trujillo. Tienda llamada “Centro Comercial Mercaderes”.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 2. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall como muro perimetral. Esta vivienda está ubicada en la parte posterior de la Universidad Cesar Vallejo.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 3. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall como muro perimetral. Esta edificación está ubicada en la Av. Los Ángeles.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 4. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall. Esta edificación está ubicada en la calle Las Hortensias. Local llamado “El Trasgu”.*

*Fuente: Elaboración propia*



***Imagen Anexo 5. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall. Esta edificación está ubicada en la calle Los Laureles. Local llamado “Andrea Spa”.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Imagen Anexo 6. En el último piso podemos observar el uso de alfeizar Drywall. Estas viviendas están ubicadas en la Av. Huamán.***

***Fuente: Elaboración propia***



*Imagen Anexo 7. En el último piso del colegio Innova Schools podemos observar el uso de alfeizar Drywall como parapeto. Este colegio está ubicado en la Urb. San Isidro.*

*Fuente: Elaboración propia*

## 6.2. Afiches de Prototipos de Drywall

**UPAO**

**PROTOTIPO N°1-"A"**

**" COMPORTAMIENTO DE ALFÉIZARES DE DRYWALL REFORZADO SOMETIDO A CARGAS PERPENDICULARES A SU PLANO "**

BACH: CECI YECELIN RAFAEL LA TORRE  
BACH: PEDRO GRABIEL VALVERDE GOMEZ

*Imagen Anexo 8. Afiche de Prototipo N°1 – "A".*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 9. Afiche de Prototipo N°1 – “B”.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 10. Afiche de Prototipo N°1 – “C”.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 11. Afiche de Prototipo N°1 – “D”.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 12. Afiche de Prototipo N°2 – “A”.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 13. Afiche de Prototipo N°2 – “B”.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 14. Afiche de Prototipo N°2 – “C”.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 15. Afiche de Prototipo N°2 – “D”.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 16. Afiche de Prototipo N°3 – “A”.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 17. Afiche de Prototipo N°3 – “B”.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 18. Afiche de Prototipo N°3 – “C”.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 19. Afiche de Prototipo N°3 – ‘D’.*

*Fuente: Elaboración propia*

### 6.3. Datos de Ensayos de Laboratorio en Pórtico Monotónico

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)	
1	2	2	91			
2	4	6	93			
3	6	12	94			
4	8	17	95			
5	10	18.5	96			
6	12	20	97			
7	14	20	98			Se produce la falla de nuestro prototipo.

*Imagen Anexo 20. Datos de Ensayo ‘1A’*

*Fuente: Elaboración propia*

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)	
1	1	8	91			
2	2	14	91.20			
3	3	9	92			
4	4	10	92.50			
5	5	14	93.20			
6	6	19	94			
7	7	23	95			
8	8	26	95.50			
9	9	28	96.20			
10	10	29	97			
11	11	29	98			Se produce la falla de nuestro prototipo.
12	12	22	98.50			
13	13	21	99.50			
14	14	21	100			
15	15	21				
16	16	22	111			
17	17	22	112			
18	18	23	112.50			

*Imagen Anexo 21. Datos de Ensayo "1B".*

*Fuente: Elaboración propia*

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios	Otros Comentarios	Internamente
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)			
1	1	14	91	4	4			
2	2	24	91.90	5	5			
3	3	32	92.50	6	6			
4	4	38	93.10	7	7	Empezo a desprenderse el perno autoavellanante punta broca.		
5	5	41	94	8	8			
6	6	41	95	10	10	Se produce la falla de nuestro prototipo.		
7	7	37	96	11	11	Bajo de 37 a 35 y luego subio 1/2 kg y bajo a 24kg		
8	8	24	97	11	12			
9	9	24	97.60	13	13		Esta levantandose 1 mm por cada Centrimetro.	
10	10	24	98.85	15	15	Se observa el desprendimiento de los pernos autoavellanantes punta broca en la zona derecho e izquierda de nuestro prototipo y el riel se esta deformando en la zona central.		Lo que paso internamente: - Desprendimiento de anclaje en el lado derecho. - Deformación de riel. - Desprendimiento de tornillo punta broca - placa de 8mm. - Rotura de placa. - Placa de 8mm lado izquierdo se desprendio. - Se desprendio el clavo de 1".
11	11	23	95.60	16	16			
12	12	24	110.30	18	17			
13	13	25	111.30	20	18			
14	14	25	111.90	21	20			
15	15	25	112.90	22	21			
16	16	25	113.30	23	22			

*Imagen Anexo 22. Datos de Ensayo "IC".*

*Fuente: Elaboración propia*

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)	
5cm = 0						
1	1	14	90.05	6	5	
2	2	28	91	7	7	
3	3	33	91.50	8	8	Se produce la falla de nuestro prototipo. Se desprendió el clavo de 1" y le peso de la fuerza aplicada a 10 kg.
4	4	10	91.80	9	9	A 3.5 cm de su desplazamiento hubo un sonido y avanzo hasta 4 cm (porque el muro jalo a la wincha).
5	5	13	92	9	9	
6	6	16	93	10	10	
7	7	19	93.50	15	10	
8	8	22	94.20	18	11	El tornillo autoavellanante punta broca del lado derecho está a punto de desprenderse.
9	9	23	95	20	11.50	
10	10	25	95.80	25	12	
11	11	27	96.50	25	13	
12	12	26	97	28	13.60	
13	13	29	98	29	15	
14	14	24	98.50	30	16	Nuestro prototipo esta cediendo, se observa deformación en el riel en la parte izquierda, derecha y central de nuestro prototipo y por ultimo se observa el desprendimiento del perno autoavellanante en la placa.
15	15	22	99	31	18	
16	16	22	100	33	19	
17	17	22	100.70	35	20	
18	18	22	101.50	35	21	

*Imagen Anexo 23. Datos de Ensayo "1D".*

*Fuente: Elaboración propia*

**- Fallas Observadas en los prototipos Alféizares de Drywall con placa de 8mm:**



***Imagen Anexo 24. Prototipos 8 mm.***

***Fuente: Elaboración propia***

Se presenta a continuación nuestros prototipos de Alféizares de Drywall de 8mm, presentando los cambios que se produjeron por efecto de la fuerza perpendicular aplicada, produciendo desprendimientos y deformaciones observadas en su base y en la placa después de su falla.

En la siguiente imagen se puede observar cómo se estructuró nuestros primeros prototipos y las distancias de nuestros clavos de 1”.



***Imagen Anexo 25. Estructura de los primeros prototipos***

***Fuente: Elaboración propia***



***Imagen Anexo 26. Desprendimiento de clavo de 1”.***

***Fuente: Elaboración propia***

Se observó que en nuestros prototipos su falla varía entre los 30 y 40 Kg.f en un ángulo de 95° o 98°, desprendiendo los clavos en los extremos del prototipo como se puede observar en la imagen.



En la siguiente imagen se puede observar el desprendimiento de los tornillos autoavellanantes punta broca de la placa – riel y las deformaciones que presenta el riel durante su proceso de falla.

**Imagen Anexo 27. Desprendimiento de tornillos autoavellanantes.**  
*Fuente: Elaboración propia*

Se pudo apreciar en algunos casos este tipo de falla en las esquinas del riel.

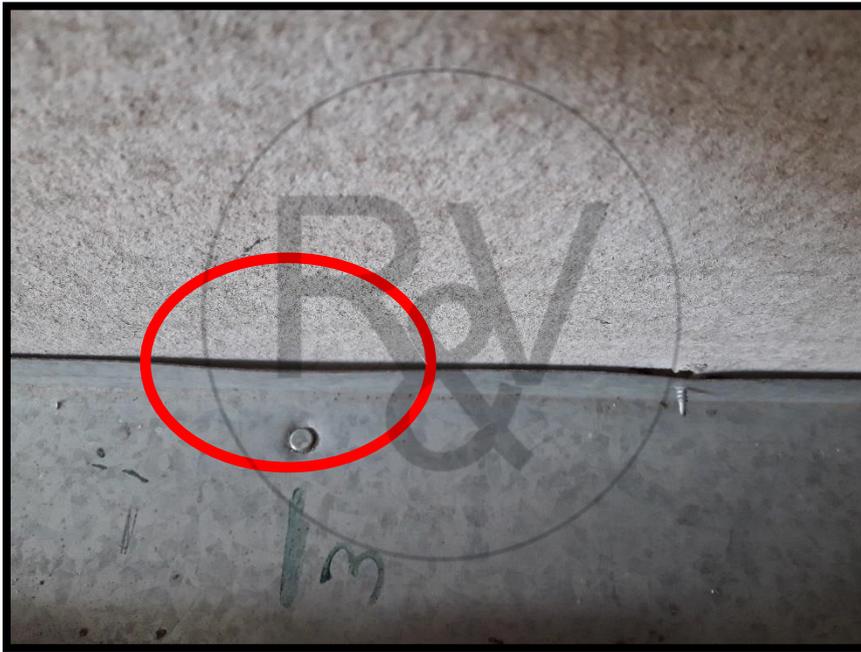


**Imagen Anexo 28. Levantamiento de riel.**  
*Fuente: Elaboración propia*



Se observa la salida o desprendimiento total del tornillo autoavellanante punta broca.

**Imagen Anexo 29. Desprendimiento de tornillos autoavellanantes 2.**  
*Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 30. Deformación zona central interna de riel.  
Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 31. Desprendimiento total de tornillo  
autoavellanante.  
Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 32. Deformación zona esquinada interna de riel.  
Fuente: Elaboración propia*

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)	
5cm = 0			90			
1	1	13	90.50	2	3	
2	2	23	91	3	5	
3	3	32	91.50	4	7	
4	4	39	92	5	7	
5	5	41	93	5.50	8	
6	6	47	93.70	6	9	
7	7	52	94	7	10	
8	8	58	95	8	10.10	
9	9	61	95.70	9	10.20	
10	10	63	96	10	10.20	Se observa doblez en el riel y el desprendimiento del perno autoavellanante.
11	11	65 - 71	96.50	10.50	12	Se observa el desprendimiento del perno autoavellanante de la zona central de nuestro prototipo.
12	12	72	97	12	12.50	sonido del lado derecho cuando se desprendió el perno de la placa y el riel se dobló en el centro
13	13	75 - 72 y 71	98	12.50	13	Se produce la falla de nuestro prototipo.
14	14	74 - 71	98.80	13.50	13	Se escucho 2 sonidos en el lapso de su desplazamiento.
15	15	73 - 71 y 72	99.20	14.50	15	Se escucho 3 sonidos en el lapso de su desplazamiento.
16	16	73 - 71 y 72	100	15	16	Se escucho 5 sonidos en el lapso de su desplazamiento.
17	17	73 - 72	100.80	17	17	Se escucho 7 sonidos en el lapso de su desplazamiento. Se observa el desprendimiento del perno autoavellanante del lado izquierdo de nuestro prototipo.
18	18	71 - 70	101	18	18	Se escucho 11 sonidos en el lapso de su desplazamiento.
19	19	68 - 57	102	20	20	Se escucho 3 sonidos en el lapso de su desplazamiento.
20	20	57 - 49	102.80	21.50	21	Se escucho 2 sonidos en el lapso de su desplazamiento. Nuestro prototipo empezó a ceder y bajo su resistencia ante la fuerza ejercida.
21	21	49 - 42 y 39	103.50	22.50	22	
22	22	42 - 18	104.50	25	25	En este periodo nuestro prototipo bajo su resistencia haciéndolo muy flexible, jalando la wincha y bajando la resistencia a 18Kg/cm2

*Imagen Anexo 33. Datos de Ensayo "2A".*

*Fuente: Elaboración propia*

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)	
<b>5cm = 0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	
1	1	19	90.50	3	7	
2	2	28	91	3.5	8	
3	3	35	91.50	4	8	
4	4	44	92	5	8	
5	5	52	92.50	6	9	
6	6	58	93	6	10	
7	7	61.50	94	8	10.10	
8	8	62	94.50	9	10.20	
9	9	64	95	10	10.30	
10	10	70	96	11	13	
11	11	76	96.50	12	14	
12	12	78	97	13	15	
13	13	81	98	14	16	
14	14	82.50	98.50	15	17	
15	15	83	99	16	17.50	
16	16	83	100	17	18	
17	17	83	100.50	18	20	Se produce la falla de nuestro prototipo.
18	18	81	101	19	21	Se observa que se comienza a desprender el perno autoavellanante punta broca en la zona central del muro.
19	19	75	101.50	21	22	
20	20	65	102.50	22	23	
21	21	66.50 - 66	103	23	24	
22	22	66.50	104	25	24	Se observo el desprendimiento total de los autoavellanates punta broca en la zona central del muro y el clavo de 1" del lado derecho de la base.
23	23	64	104	26	25	
24	24	61	105	27	29	
25	25	46	105.50	28	28	Se observa que nuestro prototipo ya no ejerce resistencia ante cargas y el desprendimiento del clavo de 1" en la zona izquierda de la base.
26	26	44.50	106	29	29	

*Imagen Anexo 34. Datos de Ensayo "2B".*

*Fuente: Elaboración propia*

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)	
<b>5cm = 0</b>	<b>0</b>			<b>5</b>	<b>3</b>	
1	1	25.50	90.50	6	5	
2	2	34	91.10	7	6	
3	3	31	92	8	7	Se pudo escuchar 2 sonidos en nuestro prototipo en este lapso de su desplazamiento.
4	4	33	92.50	9	8	Se pudo escuchar 7 sonidos en nuestro prototipo en este lapso de su desplazamiento.
5	5	35	93.50	10	9	
6	6	36	94	11.50	10	
7	7	38	95	12	11	Se observa la doblez de riel y el clavo de 1" se esta comenzando a desprender en la zona derecha de nuestro prototipo.
8	8	40	95.50	14	13	
9	9	40	96	15	13	Se observa doblez de riel en la zona central de nuestro prototipo.
10	10	40	97	16	14	
11	11	40	97.20	17	18	Se observa el desprendimiento total de los 2 clavos de 1" en la zona derecha de nuestro prototipo.
12	12	40	98.50	19	17	Se produce la falla de nuestro prototipo.
13	13	23	99	20	17	
14	14	23	99.50	21	18	
15	15	23	102	21	18	
16	16	23	101	23	19	
17	17	23	101.50	24	20	Se puede observar que nuestro muro se desprendio mas en la parte derecha que en la izquierda.
18	18	23	102	26	22	
19	19	22.5	102.70	26	23	
20	20	23	103	27	24	
21	21	23	103.50	28	25	Falla total en la base causando el desprendimiento total del muro.

*Imagen Anexo 35. Datos de Ensayo "2C".*

*Fuente: Elaboración propia*

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)	
<b>5cm = 0</b>	<b>0</b>			<b>4</b>	<b>3</b>	
1	1	14	90.5	5	6	
2	2	22	91.2	6	7	
3	3	29	92	7	7	
4	4	36	92.5	8	8	
5	5	42	93	8	9	
6	6	47	93.5	9	10	
7	7	52	94	10	11	
8	8	57	94.5	11	12	Se produce la falla de nuestro prototipo.
9	9	45	95.2	12	13	
10	10	49	96	13	14	A pesar que hubo un sonido de falla nuestro prototipo sigue aumentando su resistencia ante la carga ejercida, por lo tanto sigue en un proceso de deformación.
11	11	48	97	14	15	Se observa que nuestro prototipo esta sediendo.
12	12	46	97	15	16	
13	13	36	98	16	17	
14	14	35.5	99	18	18	
15	15	36	100	19	20	
16	16	37	100.5	20	21	
17	17	37	101	21	22	
18	18	37	101.5	22	23	
19	19	36	102	23	24	Se observa que los 3 clavos de 1" en la zona izquierda se desprendieron totalmente.
20	20	32	103	24	25	Se observa que el primer clavo en la zona derecha de nuestro prototipo se desprendio.
21	21	30 - 29	104	26	27	
22	22	6	105	28	28	

*Imagen Anexo 36. Datos de Ensayo "2D".*

*Fuente: Elaboración propia*

**- Fallas Observadas en los prototipos Alféizares de Drywall con placa de 12mm:**



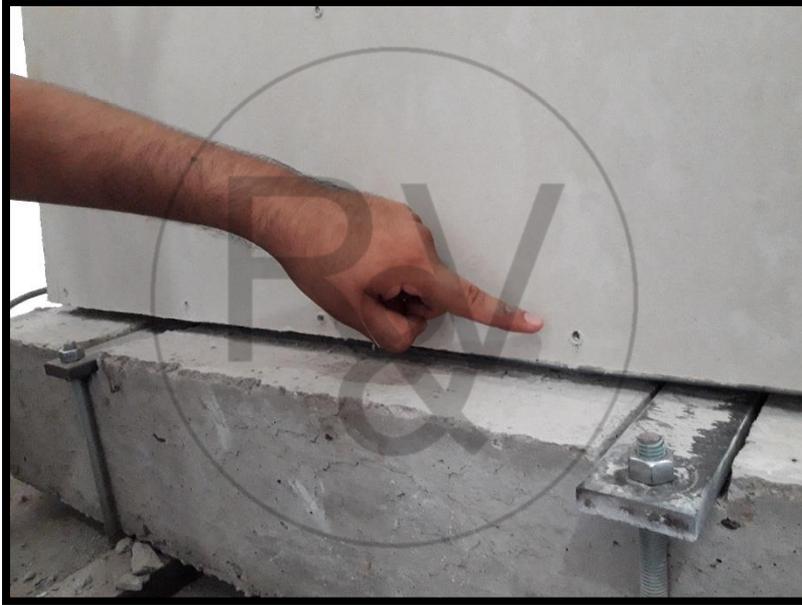
Se presenta a continuación nuestros prototipos de Alféizares de Drywall de 12mm, presentando los cambios que se produjeron por efecto de la fuerza perpendicular aplicada, produciendo desprendimientos y deformaciones observadas en su base y en la placa después de su falla.

***Imagen Anexo 37. Prototipos 12 mm.  
Fuente: Elaboración propia***

En la siguiente imagen se puede observar cómo se estructura nuestros prototipos de 12 mm y las distancias de nuestros clavos de 1". Esta estructura cuenta con parantes ubicados cada 50 cm según lo indicado en el manual técnico.



***Imagen Anexo 38. Estructura de Prototipo de 12 mm.  
Fuente: Elaboración propia***



Se observó en nuestros prototipos que la fuerza perpendicular aplicada no afecta del todo a la placa como nuestros primeros prototipos de ensayo sino al anclaje en la base.

*Imagen Anexo 39. Desprendimiento de tornillo autoavellanante en placa 12 mm.  
Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 40. Vista total de desprendimiento de anclaje en la base.  
Fuente: Elaboración propia*

Se observó que en nuestros prototipos su falla varía entre los 70 y 80 Kg.f en un ángulo de 98° o 100°, desprendiendo los clavos en los extremos del prototipo como se puede observar en la imagen.



*Imagen Anexo 41. Vista de desprendimiento de anclaje en la base.  
Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 42. Vista interior de prototipo de 12 mm después de su falla.  
Fuente: Elaboración propia*

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)	
5cm = 0	0	0	90	2	2	
1	1	25	91	3	3	
2	2	40.50	91.50	4	5	
3	3	47	92	5	6	
4	4	52	93	6	7	
5	5	56	93.50	6.5	8	
6	6	52.50	94	8	8	
7	7	62	94.50	9	9	
8	8	70-69-68	95	9.5	10	
9	9	71-69-68	96	10	10.1	Se produce la falla de nuestro prototipo.
10	10	69-68	96.50	11	11	Se observa el desprendimiento del clavo de 1" en la zona derecha de nuestro prototipo.
11	11	68-67	97.20	12	13	
12	12	68-67-66	98	13	14	
13	13	61-60-59	99	15	17	
14	14	59-58	100	16	18	
15	15	51-50	100.50	17	19	
16	16	51-48	101.20	18	20	
17	17	44-43	102	20	21	
18	18	40-39	103	21	22	
19	19	34	103.50	22	24	
20	20	32	104	23	25	Se observa doblez del riel en el lado izquierdo de nuestro prototipo.
21	21	28	105	24	26	Se observa que el clavo de 1" en la zona derecha se desprendió totalmente.
22	22	23	105.50	26	27	Se observa que se comienzan a desprender los pernos de expansión.
23	23	24	106	27	28	
24	24	24	106.50	29	28	
25	25	24	107	29	30	

*Imagen Anexo 43. Datos de Ensayo "3A".*

*Fuente: Elaboración propia*

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)	
5cm = 0	0	0	90	3.5	3	
1	1	24	90	4	4	
2	2	37	91	5	5	
3	3	44	91.50	6	6	
4	4	49	92	6	7	
5	5	54	92.50	7	7	
6	6	55	93	8	8	
7	7	56	93.50	9	9	
8	8	57	94	10	9	
9	9	57	95	10.5	10	
10	10	57	95.50	11	11	
11	11	57	96.50	12	12	
12	12	58	97	13	13	Se observa el desprendimiento del clavo de 1" y el riel se esta deformando en los extremos de nuestro prototipo.
13	13	58	98	14	14	
14	14	58	98.50	15	15	
15	15	58	99	16	16	
16	16	58	99.50	16	16	
17	17	68	100	17	17	
18	18	68	100.50	18	18	
19	19	68.50	101	19	19	
20	20	69.50	102	20	20	
21	21	69.50	102.50	21	21	
22	22	69.50	103	22	22	
23	23	69.50	104	23	22	Se observa el desprendimiento de total del clavo de 1" en la zona izquierda de nuestro prototipo.
24	24	69.50	104.50	24	24	Se observa que se comienza a desprender el perno de expansión en la zona central y el desprendimiento del clavo de 1" en la zona derecha de nuestro prototipo.
25	25	72	105	25	25	
26	26	72	106	26	26	
27	27	72	106.50	27	27	
28	28	72	107	28	28	
29	29	73	107.50	28	28	Se produce la falla de nuestro prototipo.
30	30	73	108	29	29	
31	31	73	109	30	30	

**Imagen Anexo 44. Datos de Ensayo "3B".**

*Fuente: Elaboración propia*

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)	
<b>5cm = 0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
1	1	16	91	3	3	
2	2	21	91.50	4	4	
3	3	24.50	92	5	5	
4	4	28	92.50	6	6	
5	5	31	93	7	7	
6	6	34	94	8	8	
7	7	37	94.50	9	9	Desprendimiento de clavo de 1" en la base de concreto en la zona central de nuestro prototipo.
8	8	39.50	94.70	10	9	
9	9	43.50	95.50	11	10	
10	10	46	96	12	11	
11	11	47.50	97	12	11	
12	12	49	97	13	12	
13	13	50	97.50	14	13	
14	14	51	98	14	13	
15	15	51	98.50	15	14	
16	16	52	99	16	15	Se observa doblez del riel en ambos extremos. También se puede observar que el perno de expansión se está comenzando a desprender y el clavo de 1" se desprende por completo en el lado izquierdo de nuestro prototipo.
17	17	66	100	17	15	Se observa el desprendimiento total de los clavos de 1" mencionados anteriormente.
18	18	67	100.50	18	16	
19	19	68	101.50	19	17	
20	20	68	102	19	18	
21	21	68.50	102.50	20	19	
22	22	69	103	21	20	Se produce la falla de nuestro prototipo.
23	23	69	103.50	22	21	
24	24	69	104	23	22	
25	25	69	104.50	24	23	Se observa que nuestro prototipo está ejerciendo presión.
26	26	69	105	25	23	
27	27	69	106	26	24	
28	28	69	106.50	27	25	
29	29	69	107	27	26	
30	30	69	107	28	27	Se observa que el perno de expansión está ejerciendo una fuerza de tensión en nuestro riel, esto produce que el riel se este deformando.
31	31	69	108.30	29	28	
32	32	69	109	30	29	

*Imagen Anexo 45. Datos de Ensayo "3C".*

*Fuente: Elaboración propia*

Item	Desplazamiento (cm)	Peso (Kg.f)	Ángulo	Desprendimiento		Comentarios
				Derecho (mm)	Izquierdo (mm)	
5cm = 0	0	0	90	5	5	
1	1	20	90.50	6	6	
2	2	25	91.00	7	7	
3	3	30	91.50	8	8	
4	4	35	92.00	9	9	
5	5	40	93.00	10	10	
6	6	43	93.70	11	11	Se observa el desprendimiento de uno de los pernos.
7	7	45	94.00	12	12	
8	8	45.50	94.70	12	13	
9	9	46	95.50	13	14	
10	10	46	96.00	14	15	
11	11	46	96.80	15	15	
12	12	47	97.50	16	16	
13	13	48.50	98.00	18	18	
14	14	49	98.80	18	17	
15	15	51	99.50	19	19	Se observa que el riel se esta ondeado en la parte derecha de nuestro prototipo.
16	16	64	100.00	21	20	Desprendimiento en la base de clavo de 1" en el lado izquierdo de nuestro prototipo.
17	17	66	100.50	21	20	
18	18	67	101.00	22	21	Desprendimiento del tornillo autoavellanante en la zona central del prototipo.
19	19	67	101.50	23	21	
20	20	67	102.00	23	23	
21	21	67.50	103.00	24	23	Deformación de riel en la zona central del prototipo.
22	22	68	103.70	26	25	
23	23	69	104.00	27	26	
24	24	70	105.00	28	27	
25	25	70	105.70	29	28	
26	26	70	106.50	30	27	Se observa el desprendimiento total del tornillo autoavellanante punta broca de la placa de Dryw all y tambien la doblez del riel.
27	27	70	107.00	31	29	
28	28	70	107.50	32	30	
29	29	73 - 72	108.00	33	30	
30	30	73 - 71	108.50	34	31	
31	31	73.50 - 72	109.00	35	31	Se produce la falla de nuestro prototipo.
32	32	72.50	110.00	36	32	
33	33	72	110.50	37	33	
34	34	71.50	111.00	39	34	

*Imagen Anexo 46. Datos de Ensayo "3D".*

*Fuente: Elaboración propia*

**- Fallas Observadas en los prototipos Alféizares de Drywall con placa de 8mm + refuerzo:**



Se presenta a continuación nuestros prototipos de Alféizares de Drywall de 8mm + refuerzo, presentando los cambios que se produjeron por efecto de la fuerza perpendicular aplicada, produciendo desprendimientos y deformaciones observadas en su base y en la placa después de su falla.

En la siguiente imagen se puede observar cómo se estructuro nuestros prototipos de 8 mm + refuerzo y las distancias de nuestros clavos de 1" y pernos de anclaje. Esta estructura cuenta con parantes ubicados cada 50 cm según lo indicado en el manual técnico y dos parantes en diagonales.

***Imagen Anexo 47. Estructura de Prototipo de 8 mm + refuerzo.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Imagen Anexo 48. Vista total del desprendimiento de anclaje en la base del prototipo de 8mm + refuerzo.***

***Fuente: Elaboración propia***



*Imagen Anexo 49. Vista del desprendimiento de anclaje en la base del prototipo de 8mm + refuerzo.  
Fuente: Elaboración propia*

En esta imagen se puede observar que pese a que los clavos de 1" estén desprendidos casi en su totalidad nuestro perno de anclaje genera más resistencia a su desprendimiento de la base.



*Imagen Anexo 50. Doble de perno de anclaje.  
Fuente: Elaboración propia*



*Imagen Anexo 51. Impacto del perno de anclaje en la base.  
Fuente: Elaboración propia*

Se observó que en nuestros prototipos su falla varía entre los 70 y 75 Kg.f en un ángulo de 105° o 110°, como se puede observar en la imagen los pernos de anclaje generan una gran resistencia de anclaje dándonos una similar resistencia a nuestros prototipos con placas de 10mm.