



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL MURO CORTINA TIPO FRAME SERIE 4242 EN LA REDUCCIÓN DE DEFLEXIONES EN EDIFICIOS EN LIMA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Luis Erick Castillo Herrera

Asesor:

Ing. Jose Alexander Ordoñez Guevara

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

A mi Madre, que me enseñó a ser una buena persona y que la perseverancia es el camino al éxito y a mi esposa Nancy que, con su apoyo, me acompañara a cumplir todos mis objetivos profesionales.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento a mis profesores que crearon el interés de seguir investigando para aportar a esta noble carrera que es la ingeniería Civil para el Perú.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	39
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	49
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	90
REFERENCIAS	94
ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables

Tabla 2. Cálculo de velocidades y presión de viento

Tabla 3. Cálculo de espesor de vidrio utilizando norma europea 13474-1 y 2.

Tabla 4. Resultado de cálculo de los perfiles tipo Frame.

Tabla 5. Cálculo de resistencia de los montantes Tipo Frame.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo del procedimiento para el tratamiento y análisis de datos.

Figura 2. Mapa de las velocidades de vientos en el Perú, B. Mapa zonificados de las velocidades de vientos en el Perú.

Figura 3. Mapa de las velocidades de vientos en la ciudad de Lima, B. Mapa zonificados de las velocidades de vientos en Lima.

Figura 4. Mapa de las velocidades de vientos en la ciudad de Lima-Metropolitana, B. Mapa zonificados de las velocidades de vientos en Lima-Metropolitana.

Figura 5. Hoja de Excel para el cálculo del espesor de Vidrio de acuerdo al desarrollo de la norma UNE 13474-1 y 2 diseños de acristalamientos.

Figura 6. A. Cálculo de Inercia perfil 424201 montante vertical, B. Cálculo de Inercia perfil 424202 montante vertical, C. Cálculo de Inercia perfil 424205 Travesaño horizontal.

Figura 7. Hoja de Cálculo para determinar la resistencia de montantes verticales, herramienta basada en las fórmulas de la norma europea UNE 13830.

Figura 8. Detalle de fachada tipo Frame y el despiece en un corte horizontal para indicar las ubicaciones de los perfiles.

RESUMEN

La presente investigación se refiere a la determinación de la influencia del muro cortina tipo Frame de la serie 4242 en la reducción de deflexiones en los edificios en Lima en el año 2021. Para la realización de la tesis se realizó un diseño experimental, el muestreo fue probabilístico simple para una variable cuantitativa de una población infinita, el acopio de los datos se realizó con la técnica de recolección, el instrumento utilizado fue la guía de observación y el software de elementos finitos, para analizar los datos se utilizó la inferencia estadística y la estadística descriptiva, el problema está que en Lima la fachada tipo frame nos permite controlar las deflexiones por acción del viento, mejorando la Inercia de los perfiles, diseñando el vidrio, bite de silicona a instalar y la geometría de la placa de anclaje que sostendrá la estructura se controlara las deformaciones de los elementos, se logró determinar que los perfiles de aluminio serie 4242, cuentan una inercia importante que permite instalar a alturas considerables, pero las limitaciones están en los vidrios, placa de anclaje y bite de silicona, por esto que el sistema debe analizarse en forma integral, previo a su fabricación e instalación.

Palabras Clave: Muro cortina, Deflexión, Comportamiento estructural, Bite de silicona, Placas de anclaje.

ABSTRACT

The present research refers to the determination of the influence of the curtain wall type Frame series 4242 on the reduction of deflections in buildings in Lima in the year 2021. For the realization of the thesis an experimental design was carried out, the sampling was simple probabilistic for a quantitative variable of an infinite population, the data collection was performed with the collection technique, the instrument used was the observation guide and the finite element software, to analyze the data statistical inference and descriptive statistics were used, the problem is that in Lima the frame type facade allows us to control the deflections by wind action, The problem is that in Lima the facade type frame allows us to control the deflections by wind action, improving the inertia of the profiles, designing the glass, silicone bite to install and the geometry of the anchor plate that will hold the structure will control the deformations of the elements, it was determined that the aluminum profiles series 4242, have an important inertia that allows installation at considerable heights, but the limitations are in the glass, anchor plate and silicone bite, so the system should be analyzed in an integral way, prior to its manufacture and installation.

Keywords: Curtain wall, Deflection, Structural behavior, Silicone Bite, Anchor plates.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Global

El campo temático está dirigido al sector construcción que se da en la última etapa de la edificación en los trabajos de cerramientos en fachadas de vidrio y aluminio también de acabados de la etapa constructiva.

En España se cita lo siguiente “Si planeamos acristalar una fachada entre losas en alturas importantes, veremos en primer lugar que el vidrio no se salva de esa luz típica sin que la presión de viento ocasione su excesiva deformación por flexión, con la pérdida de prestaciones a corto plazo, con la consiguiente pérdida de estanqueidad de sus juntas, incluso con la rotura del propio vidrio. Es un sistema que necesariamente requerirá juntas de dilatación que hagan compatibles las deformaciones entre sus diferentes elementos. Estamos aplicándole cerramiento sobre una estructura siempre deformable – flexión de forjados, flexión por viento, contracción y asentamientos del hormigón, etc., – y el muro cortina no podrá aceptar esas deformaciones salvo que le dotemos de mecanismos adecuados”.

(Molina, Fachadas Ligeras Muro cortina, 2011, P. 72).

En Colombia se cita lo siguiente “Cuando se plantea la opción de que el cerramiento del edificio sea acristalado, nos encontramos con el problema de que el vidrio no puede salvar la luz existente entre forjados sin que la presión que sufre por la acción del viento no ocasione una excesiva deformación por flexión, con la consiguiente pérdida de estanqueidad de sus juntas y la pérdida de sus prestaciones a corto plazo,

siendo motivo este que puede acarrear la rotura del vidrio. Esto se evita apoyando o suspendiendo el vidrio, pero en ambos casos se requiere un contrarresto a flexión”.

(Andújar, Diseño, resolución y ejecución de muro cortina y sus variantes, 2011, P. 69).

En Estados Unidos los movimientos se definen típicamente por la relación de extensión; por lo tanto, la extensión de los tramos estructurales vistos recientemente en las estructuras modernas aumentó significativamente los componentes del edificio por deflexión al que deben adaptarse. Los límites típicos de movimiento de carga viva del bastidor principal a menudo se expresan mediante códigos de construcción en términos relativos a la longitud (o altura) de un componente deflector: como en $L / 360$ para el tramo simple.

(Kazmierczak, Review of curtain walls, focusing on design problems and solutions, 2008, P.5).

En el Perú la utilización de las fachadas Muro cortina en los acabados de construcción están siendo muy usados desde principios de los años 80, pero los diseños constructivos y diseño de los materiales vienen siendo modificados constantemente, actualmente se vienen utilizando tres importantes tipos de fachadas entre ellos los de tipo Stick, los de tipo Frame y los de tipo Unitizado, siendo los tipo Frame los más utilizados en la mayoría de Edificios en el Perú, tendencia por su facilidad para la instalación, alto conocimiento y un cerramiento que se ajusta muy bien a las condiciones climatológicas.

En Lima lugar donde se ubican las principales construcciones de gran altura se trabaja mucho en el diseño y aspectos arquitectónicos en la construcción de fachadas pero hay un análisis en menor cuantía en referencia a la correcta elección de las

fachada para evitar las deflexiones, tipo de material y restricciones de diseño que puedan ir en contra de la seguridad de las personas que utilizaran la construcción, es por eso que aún no hay normativas en el reglamento de nacional de construcción que ayuden al cliente a poder conocer estos parámetros de construcción en este tipo de construcción para elementos no estructurales y de cerramientos en vidrio- aluminio.

En cuanto a la variable de deflexión esta fue descubierta por el ingeniero civil alemán Christian Otto Mohr, pero quien formalizo el estudio por el área de Momentos y cálculo de deflexiones el ingeniero civil norteamericano Charles Ezra Greene. Las deflexiones para fachadas se establecieron en la norma EN 131116:2001 y la norma EN 13830:2003, en donde se indica lo siguiente: “Bajo las cargas declaradas debidas el viento, la flecha frontal máxima de los elementos del armazón de la fachada ligera no debe sobrepasar $L/200$ o 15mm, el que sea más bajo, cuando se mide entre los puntos de soporte o de anclaje a la estructura del edificio, de conformidad con la norma europea EN 131116”.

En el Perú no existe una norma que regule el tema de las deflexiones o deformaciones de una fachada, la única restricción nacional es en la norma E-20 en su artículo 25 flechas indica que en ningún caso debería superar los 20mm de deformación de los montantes verticales.

Macro

(Gálvez, 2007) Encontró que al realizar el análisis no lineal por elementos finitos del muro cortina de la nueva sede del banco Wiese a fin de determinar su comportamiento ante las deformaciones relativas de entrepiso originadas por las fuerzas sísmicas. Se considero que dicha distorsión será del orden de 0.007 veces la altura de entrepiso, esperando el desplazamiento del orden de 1 pulgada a nivel de los. En todos los casos se ha encontrado que los perfiles de aluminio se comportan adecuadamente, presentando fluencias localizadas cerca de la zona de anclaje, lo cual es aceptable, dado el nivel de severidad de una exigencia de este tipo. Para la silicona se encuentran esfuerzos por debajo de los 20 Psi, en promedio, que es el valor admisible presentando algunos valores mayores en zonas localizadas. Es importante pensar en todas aquellas fachadas en las que se colocan vidrios templados sujetos por planchas de aceros y sus esquinas transmitiendo toda la deformación al panel de vidrio. Existe un campo de investigación abierto en este punto ya que se debe garantizar que la confiabilidad estructural de estas fachadas este acorde con los estándares internacionales.

En la discusión de la consideración de diseño para el sistema de muro cortina unificado, tres asuntos principales que son la integridad estructural, la provisión de movimiento y la estanqueidad son la principal preocupación del sistema. Antes de considerar el diseño, es necesario conocer los efectos naturales en el sistema de muro cortina.

(Wong, 2007) Encontró una consideración de diseño para el sistema de muro cortina unificado, tres asuntos principales que son la integridad estructural, la provisión de movimiento y la estanqueidad son la principal preocupación del sistema antes de

considerar el diseño, es necesario conocer los efectos naturales en el sistema de muro cortina. Los resultados del análisis de elementos finitos sobre el vidrio indicaron que el tamaño y la presión del viento gobernaban el comportamiento de deformación y tensión del vidrio. El vidrio generalmente no se rompe sin una razón. Por lo tanto, analizar la condición real del vidrio antes de la construcción es un tema importante del ingeniero.

Los resultados del análisis estructural en los perfiles verticales de fachada indicaron que casi el 90% de los resultados de la condición real se puede obtener del modelo de solo cuatro pisos mediante software de análisis estructural. También, este software se utilizó para obtener los resultados del análisis de carga biaxial de miembros horizontales del sistema de muro cortina unificado.

(Navarro, 2011) Encontró que, aunque la fachada no es parte de la estructura principal, sus elementos, incluyendo los perfiles de aluminio o acero, cristal y anclajes deben resistir los efectos de las cargas del viento, principalmente, para que no se vea afectado el buen funcionamiento de la fachada, ya que si se omite el diseño o revisión de un elemento de soporte o sujeción de éste pudiera existir alguna falla que causaría el colapso de la fachada.

De manera particular, se concluye que las esquinas de un edificio son las partes más vulnerables en cuanto se refiere a presión de viento. Para elegir el tipo de apoyo (articulado o empotrado) en una fachada, es conveniente hacer un estudio previo de costo, ya que las condiciones de la obra pueden hacer que alguno de estos apoyos sea más costoso, aun cuando el peso de la fachada sea más ligero.

También se concluye que las distancias al borde de las anclas de expansión, en cualquier tipo de fachada, son de suma importancia, pues éstas están directamente relacionadas con la capacidad de carga de las mismas. Para las fachadas con soporte puntual, se puede concluir que existen diferentes maneras de satisfacer las necesidades del proyecto arquitectónico, sin que esto afecte el precio del proyecto, modificando el espesor del cristal, el número de los herrajes, etc. Lo mismo sucede para el caso de cristal en barandal, pues es muy variada la gama de opciones que se le puede dar al diseñador; pero es sumamente necesario absorber las cargas del barandal que se especifica (ASCE 7-05, 2006).

Se pudo concluir que los resultados de la revisión del perfil vertical de la manera que normalmente se hace, es decir, con base en la deflexión permitida $L/175$ y módulo de sección requerido, comparados con las especificaciones de aluminio y de acero fueron similares, aun así, se notó que los resultados con las especificaciones de aluminio fueron más conservadoras y eso debido a que el esfuerzo permitido calculado es menor que 888 kg/cm^2 que es el utilizado en la revisión convencional. Lo primordial al realizar las revisiones estructurales mencionadas es otorgar la confianza de que todos los elementos de la fachada son los adecuados para el uso que el diseñador haya proyectado darles y que exista armonía entre la estética y la seguridad.

En mi opinión personal la fachada tipo Frame es muy utilizada por los constructores por su facilidad de instalación, adaptación a la forma de la edificación, permeabilidad y estanqueidad. La apariencia de utilizar este tipo de fachada es que estéticamente se aprecia como si tuviera el edificio un cerramiento total de vidrio.

(Miyasato, 2010) Encontró que el sistema tipo frame como una estructura muy practica y de optimo desempeño técnico para la instalación, muchas de las obras en Lima ejecutadas por la empresa se realizaron con este sistema con muy buenas experiencias, la empresa brinda diseño y desarrollo de ingeniería de detalles, realiza cálculos térmicos, acústicos y estructurales de los diferentes sistemas, no se cuenta con publicaciones por parte de esta empresa de estudios en las deflexiones, porque no hay un conocimiento exacto, el límite del sistema frame de cuantos pisos o altura máxima se deben instalar en una edificación. Esta información es importante para edificios superiores a los construidos actualmente.

(Furukawa, 2012) Encontró que este tipo de acristalamiento estructural, no se requiere de ninguna fijación mecánica para sostener los cristales de la fachada. El sellador estructural, que es colocado en los cuatro lados del cristal los cual se adhiere a la estructura de marco de aluminio anclada al edificio, el sistema de la serie 4242 se llegó a testear en un laboratorio de estados unidos para infiltración de agua y aire, también fue sometido a pruebas para resistencia sísmica, se desarrolló una planta equipada para la construcción en serie de paneles, todo íntegramente para la instalación de los vidrios Laminados, Insulados, Templados y Flotados. En cuanto al desarrollo de ingeniería de la empresa se analizaron las resistencias y medición de los esfuerzos para los perfiles de aluminio estos análisis se desarrollaron en el programa Inventor Profesional donde se modelaron y analizaron por elementos finitos.

Micro

Para explicar los problemas debemos mencionar cuales son las causas y si esta es producida debido al exceso de presión del viento que circulan a grandes velocidades.

Las construcciones son sumamente afectadas y sometidas a esfuerzos de presión a sus diferentes materiales, así como también se producen en el caso de los sismos los movimientos verticales que tiene la edificación, Durante un sismo los materiales se comprimen y flexionan durante el periodo del espectro sísmico del evento en ambos casos el problema sería que los materiales no resistan los esfuerzos y que decaigan ante las exigencias del evento y también puedan ser afectados en resonancia por la frecuencia del sismo.

Los materiales que menos resistirían a estos esfuerzos producidos son los vidrios y estos precipitarse al vacío, que dañaría gravemente a una persona que este circulando cerca al edificio.

Estas presiones afectan más a las fachadas esbeltas donde se producen deflexiones considerables a los montantes verticales de las fachadas y deformarlo hasta afectar al vidrio, silicona estructural, perno de anclaje, placa de anclaje hasta la tornillería de los paneles. Por esto es importante conocer la zona geográfica donde se va a instalar el cerramiento de la edificación y conocer la presión a la que estaría sometida por los vientos y sismos de la zona.

Otro problema que se presenta es, si la estructura de la fachada es demasiado pesada y también las presiones son negativas en el caso que sean por succión, los pernos de anclaje no serán lo suficientemente capaces de soportar el esfuerzo de sostener el peso de los paneles, el otro componente del muro cortina que se afectaría es la placa de anclaje que tendera a deformarse o en otro caso llegaría a fracturarse. Estos

problemas son medibles y controlables en la medida que se conozca su comportamiento, es por eso que los ingenieros debemos estar atentos a lo que se diseña y construye en la ciudad de Lima.

Nano

Lo que se quiere investigar es el control de las deflexiones y/o deformaciones, en los vidrios, aluminios, la silicona, placa de anclaje, perno de anclaje y tornillería de la fachada tipo frame, para lo cual el proyectista solicitara las exigencias máximas y estará sometida la fachada como el parámetro de altura de edificación, zona geográfica de instalación, tamaño o altura de panel, diseño arquitectónico de la edificación, con estos valores podremos determinar el diseño de los materiales y componentes que son recomendables para la fabricación de la fachada. El diseño deberá ser comprobado con la aplicación de los parámetros normativos y también con el uso de un software de modelamiento y análisis de elementos finitos como el SolidWorks o el Inventor Profesional que nos permite diseñarlo en tres dimensiones y otorgarle propiedades del material, a su vez que el análisis se simula restringiendo o dándole el movimiento adecuado conforme a la situación a simular.

La deflexión perjudica la integridad y la seguridad de la estructura, si la deformación de la estructura sobrepasa los límites permitidos los materiales que componen la fachada también tienden a deformarse como la capacidad de sus límites de esfuerzos tienen distinto comportamiento, la fachada debe exigirse solo hasta el límite elástico del material con menos capacidad de soportar el esfuerzo. En el Perú el reglamento nacional de construcción no contiene ninguna información con referencia al control de la deformación para elementos no estructurales.

1.2. Justificación

Existen diversos tipos de fachadas, una de ellas es la de tipo modular Frame serie 4242, que le da la practicidad al fabricante de instalarlo de manera rápida, pero teniendo en cuenta la seguridad del producto. Bajo estas condiciones tenemos razones por las cuales se está realizando esta investigación, es que vivimos en un país ubicado en una zona altamente sísmica además de diversos cambios climatológicos, lo que nos pone en condiciones de expectativa, ante estas situaciones que desencadenarían en accidentes muy graves que afectarían a la integridad de la población, sobre todo para los usuarios de las edificaciones. Por estas razones debemos construir edificaciones que sean seguras, confiables y de alta calidad, por lo cual como fabricantes deberán de buscar los medios para generar correctas condiciones de desempeño sobre todo a las fachadas que son cerramientos cuya función principal es la de protección a las personas que se encuentran dentro de las edificaciones. Por este motivo los muros cortina de la serie 4242 tipo Frame debe tener dentro de sus especificaciones técnicas las limitaciones de instalación, así como las ventajas de poder utilizarla.

Tomando como estudios previos:

Antecedentes internacionales

Estabilidad estructural en las fachadas de los edificios altos

(Prada, 2014) Garantizar la estabilidad estructural es un requisito esencial a la hora de afrontar el diseño de una fachada de un edificio (p. 87).

El objetivo a la hora de acometer un cálculo de una fachada es preciso entender el recorrido de las cargas hasta que llegan a la estructura principal del edificio.

En la metodología es partir de los elementos exteriores de la fachada hacia los interiores los principales elementos a calcular son: elementos de revestimiento

(normalmente placas planas), montantes y travesaños (sistemas isostáticos o hiperestáticos) y anclajes a la estructura principal del edificio (bien sea forjados o estructura metálica).

El resultado es el conocimiento de los movimientos de la estructura principal del edificio (especialmente significativos en edificios en altura): movimientos verticales en el plano de la fachada, tales como deformaciones en el borde de los forjados, acortamiento de los pilares o dilataciones y contracciones térmicas, y movimientos horizontales como el movimiento relativo entre plantas debido a acciones de viento y sismo dilataciones y contracciones térmicas o asentamientos diferenciales de la estructura principal.

Se concluye que es muy importante el control de las tolerancias de ejecución.

El aporte de estos análisis es la de evitar problemas de ajuste y fijación de la fachada, así como la de prevenir la aparición de cargas adicionales sobre elementos estructurales que no habían sido diseñados para soportarlas.

Secretos de una buena instalación previo a la instalación

(Ramírez, 2004) El objetivo antes de diseñar un muro cortina es conocer las tolerancias de fabricación y los posibles movimientos que presentará la obra (P.50).

La información entregada por el ingeniero estructural. Es decir, que para elegir el sistema a utilizar se requiere conocer los desplazamientos que tendrá el edificio para que puedan ser absorbidos por el muro cortina, permitiendo además que se produzcan las dilataciones típicas de los aluminios, evitando así ruidos y cortes de pernos ocasionados por los cambios de temperaturas. Dependiendo de las características del diseño del muro cortina, se decidirá el método de instalación de los paneles.

El aporte es el conocimiento de algunas variables que debemos considerar en el análisis es la dilatación de los materiales del vidrio aluminio y acero, resultados que se deben controlar cuando se instala fachadas en temperaturas extremas.

Comportamiento estructural del muro cortina

(Araujo y Ferres, 2004) Si planeamos acristalar una fachada entre losas, vemos en primer lugar que el vidrio no puede salvar esa luz típica sin que la presión de viento ocasione su excesiva deformación por flexión, con la pérdida de las prestaciones a corto plazo o con la consiguiente pérdida de estanqueidad de sus juntas, incluso con la rotura del propio vidrio. Podemos apoyar el vidrio o suspenderlo, pero en ambos casos se requiere un contrarresto a flexión (P.10).

Esta deformación se reducirá sensiblemente si el panel de vidrio apoya en cuatro lados, reduciendo las luces y trabajando como una placa. Estamos así en la solución clásica de recercar el vidrio con un bastidor de perfiles estructurales a los que aquel traslada su peso propio y las cargas de viento. Surge la idea de dar continuidad al cerramiento, pasándolo por delante de la estructura de modo que no quede interrumpido por los forjados. Esta solución tiene muchas ventajas, no solo desde el punto de vista del aislamiento y la estanqueidad, sino desde el mismo concepto de la fachada que es mucho más limpio. Los bastidores y la retícula pueden ser continuos en este caso, con pequeñas adaptaciones de diseño del vínculo de la estructura. Un bastidor genérico se forma con montantes y travesaños, estos últimos para resistir el peso del vidrio y ambos para las cargas horizontales. Con la inercia suficiente, el bastidor limitara la deformación del vidrio ante la presión y succión ocasionadas por el viento y el peso propio de la placa, dentro de lo asumible por el tipo y composición del

acristalamiento y por las juntas. Este bastidor se resuelve con diferentes sistemas que van desde secciones normales de perfiles extrusionados de aluminio a perfiles de acero, madera, cables y varillas, hasta las ventanas de vidrio (P. 11).

La estructura resistente de los edificios altos

(Manterola, 1985) Cualquier edificio, que está sometido a una serie de acciones provenientes del medio de la estructura, deberá resistir. Tenemos las acciones gravitatorias, el viento, el sismo, las variaciones de temperatura, la fluencia, la retracción, etc. Unas son acciones directas, otras deformaciones impuestas a las que la estructura debe responder con adecuada seguridad, sin perturbar al usuario o a las demás estructuras constitutivas del edificio con deformaciones o movimientos excesivos (P. 5).

Las acciones horizontales, constituidas principalmente por la presión del viento y las fuerzas de inercia producidas en los movimientos sísmicos, son las acciones significativas de cara a determinar la estructura resistente en los edificios altos. (P.6)

Las acciones de viento, consideradas generalmente en su dimensión estática, dependen de la velocidad del viento para un determinado periodo de retorno, la altura, superficie y forma del edificio del lugar que está inscrito. La cuantía de la sollicitación debe ser obtenida en modelos sometidos a ensayos en túnel de viento. El valor dado por los distintos códigos nacionales suele ser una aproximación más o menos amplia, válida únicamente cuando la altura del edificio es moderada.

Efectos del viento en edificios y estructuras

(Eaton, 1975) Los autores consideran los dos efectos principales que el viento tiene sobre el hombre en un entorno construido, a saber, los efectos mecánicos y térmicos. Y también se consideran por separado se concluye que, dentro de ciertas limitaciones, los criterios de aceptabilidad para el confort térmico se cumplirán automáticamente, siempre que se cumplan los criterios para los efectos mecánicos. En consecuencia, la mayor parte del trabajo considera los efectos mecánicos y la mejor manera de escribir los criterios de aceptabilidad.

Al inicio de un proyecto de diseño, debe considerarse la cuestión de si surgirá un problema por los efectos mecánicos del viento en las personas.

En esta etapa, se debe tomar una decisión sobre si existe un problema suficiente para justificar el costo y el tiempo involucrados en la realización de una investigación del túnel de viento. Para aprovechar al máximo la investigación de un túnel de viento, todas las partes en el estudio (los oficiales de planificación, el arquitecto, el ingeniero consultor, el cliente y el especialista en túneles de viento) deben reunirse para determinar los objetivos de la investigación y evaluar lo subjetivo. términos utilizados para definir el ambiente eólico.

Por lo tanto, se requiere una variedad de procedimientos de evaluación, comenzando con aquellos basados solo en la experiencia y la intuición, y luego en estudios cuantitativos basados en la experiencia y luego en la investigación completa del túnel de viento. Es de esperar que las dos primeras etapas formen parte de todos los estudios, pero que la investigación del túnel de viento solo se realizará si se concluye en una etapa anterior que podría haber un problema de magnitud suficiente para garantizar el tiempo y el costo involucrado.

Debido a la poca o nula información en el Perú en el campo de las deformaciones del muro cortina tipo Frame no se ha encontrado antecedentes de investigación para el control de las deformaciones de los materiales del muro cortina, por lo que esta tesis es una herramienta guía para los fabricantes e instaladores de cerramientos con el objetivo de una instalación segura y de una alta confiabilidad.

1.3. Bases Teóricas

Muro Cortina

Un muro cortina es una estructura compuesta principalmente por cristal, silicona y aluminio, que envuelve a una edificación para protegerlo, tal como la piel en el ser humano, teniendo como funciones el filtrar las acciones de los elementos atmosféricos y controlar en ambos sentidos el flujo de calor, luz, aire y sonido, previniendo además el acceso no autorizado de intrusos y limitando otros agentes que pudieran amenazar la edificación. Los muros cortina se clasifican en los siguientes sistemas:

Sistema de vidrio no estructural. - Es aquel en el cual siempre se tiene un medio de fijación mecánica que sostiene los vidrios.

Esta fijación se efectúa por medio de tornillos o bien el vidrio queda fijo entre el aluminio. Las cargas de presión son siempre absorbidas por la estructura de aluminio o por las fijaciones mecánicas. En este tipo de sistema siempre quedan expuestos al exterior los perfiles de aluminio o cualquier medio de fijación mecánica. Su comportamiento ante sollicitaciones sísmicas no es adecuado y no se recomienda su uso en muros cortina.

Sistema de vidrio estructural. - En general este es el que mejor comportamiento presenta frente a los sismos y es del cual hablaremos en el presente trabajo. Existen dos alternativas que se diferencian en el modo de fijación mediante silicona estructural:

A dos lados

A cuatro lados

Sistema a dos lados: Es aquel en el cual dos lados del panel de vidrio se sostienen mediante fijación mecánica y los otros dos se sujetan mediante el sellador estructural de silicona.

Sistema a cuatro lados. - Es aquel en el cual no se necesita ningún soporte mecánico para sostener el vidrio, el sellador estructural se encuentra en los cuatro lados del vidrio sujetándolo de esa forma a la parrilla de aluminio. En este tipo de sistema se considera que el vidrio flota sobre la silicona, aislando está en gran parte al vidrio de las deformaciones de la edificación.

Elementos de Muro Cortina

Parrilla de aluminio: Usa generalmente secciones rectangulares extruidas de aluminio aleación AL 6063-T5 para los elementos verticales (mullions) y canales extruidos con tapas “snap on” para los elementos horizontales. Debe tenerse especial cuidado en la definición y distribución de apoyos fijos y apoyos deslizantes de la parrilla y detallar en forma acorde las juntas de expansión requeridas. Generalmente los mullions verticales se colocan por secciones de 7 m de longitud y se conectan por medio de ángulos interiores que mantienen la continuidad, pero permiten la dilatación.

En estas secciones de 7 m usualmente un apoyo es fijo y el resto son móviles. Se debe considerar que el aluminio presenta corrosión galvánica al contacto con el acero, concreto, etc. y detallar correctamente el sistema.

Paneles de vidrio: Existe una gran diversidad de vidrios, desde el punto de vista de resistencia por consideraciones estructurales se clasifican en crudos, reforzados por calentamiento y totalmente templados, con un módulo de rotura que varía entre 6.0 Ksi y 24.0 Ksi.

Silicona: De la diversidad existente la más importante es la de aplicaciones estructurales que en la práctica provee de una “cama” para que el vidrio flote sobre ella de tal modo que nunca esté en contacto con otro vidrio y/o elemento de soporte, además filtra la deformación originada por la deriva de piso manteniendo en el vidrio niveles de esfuerzo en los que su probabilidad de rotura es baja, del orden de 0.8% para solicitaciones por viento. La silicona estructural puede ser de bajo, medio o alto módulo, según su módulo de elasticidad. Existen también siliconas para sellos climáticos que pueden o no ser estructurales. Las juntas de silicona deben ser diseñadas por los proveedores o fabricantes, quienes darán la garantía de adherencia respectiva (mínimo 20 años). Se presenta una curva esfuerzo - deformación para una silicona estructural en la cual se puede apreciar como ante una demanda mayor de esfuerzo la deformación crece, evitando de este modo que ese esfuerzo actuante en la parrilla se transmita al vidrio.

Placas de anclajes: Los anclajes son usualmente ángulos de acero galvanizados en caliente (para evitar el fenómeno de corrosión galvánica con el aluminio de la parrilla), los cuales a través de pernos de acero inoxidable sujetan los mullions verticales y se

conectan a la edificación a través de pernos de expansión. Los anclajes pueden ser fijo y móviles, a fin de permitir las dilataciones térmicas.

Cargas y solicitaciones

Las cargas y acciones que solicitan al muro cortina son: Efecto del Sol, Cambios de Temperatura, Agua, Carga de Viento, Peso propio y Carga de Sismo.

Efecto del Sol. - Los rayos ultravioletas de la luz solar producen deterioro en materiales orgánicos, como, por ejemplo, colorantes, plásticos y siliconas orgánicas.

Es importante

seleccionar adecuadamente los materiales que constituirán el muro cortina a fin de no tener problemas de comportamiento con el paso del tiempo debido a una degradación de las propiedades mecánicas.

Cambios de Temperatura. - Los cambios de temperatura originan contracciones y expansiones en los elementos del muro cortina, las cuales deben ser absorbidas sin afectar la planimetría del muro. El movimiento debido al cambio térmico es mayor en el aluminio que, en otros metales, es por esto que se debe tener especial cuidado en el detalle de juntas de expansión adecuadas, así como los apoyos deslizantes. Asimismo, es necesario controlar el intercambio térmico entre el exterior e interior de la edificación.

Agua. - En zonas lluviosas o húmedas, es una de las causas más frecuentes de problemas. La lluvia impulsada por el viento puede ingresar a través de aberturas muy pequeñas y puede moverse a la cara interior del muro. En forma de vapor, el agua puede penetrar a través de poros microscópicos, se condensa al enfriarse y queda atrapada en el interior del muro, causando serios daños a largo plazo de no ser detectada.

Carga de Viento. - Considerada por muchos como la carga más importante en el diseño del muro cortina. El viento, en forma de presión o succión, es la carga que determina en edificios muy altos, el espesor del vidrio, y las dimensiones de los elementos de la parrilla, así como las dimensiones de la junta de silicona estructural. El viento contribuye además al movimiento relativo de los componentes del muro, afectando los sellos climáticos y los anclajes.

Carga de Gravedad. - Es una carga de poca importancia dado el peso liviano de los elementos que conforman el muro cortina, pero es importante observar que como la parrilla está conectada a la edificación, se debe evitar que los desplazamientos originados en la edificación transmitan cargas no previstas al muro, originando esfuerzos adicionales a los hallados mediante el análisis. Dicho en un lenguaje simple, el muro cortina debe apoyarse en la edificación y no al revés.

Carga de Sismo. - Es una de las cargas más importantes, a nuestro parecer, en el diseño del muro cortina. Tradicionalmente se ha considerado la carga de sismo como una presión equivalente a la fuerza de inercia que se genera ante la sollicitación sísmica, usualmente se usa una aceleración de 100 % de g. Como los materiales que conforman el muro cortina son muy livianos, estas presiones resultan ser en la mayoría de los casos menores que las impuestas por el viento.

No podemos negar que, al ocurrir un desplazamiento relativo de entrepisos, éste será transmitido al muro cortina a través de los anclajes, originando esfuerzos en la parrilla, en la silicona y en el vidrio. En nuestra opinión, es muy importante verificar que dichos esfuerzos estén en un nivel que garanticen que la probabilidad de rotura del vidrio sea aceptable, dado que la caída del mismo generaría graves daños a las personas en las inmediaciones de la edificación. Pretender que el muro permanezca sin

daño, dado que los desplazamientos relativos máximos considerados en el código admiten que la estructura ha incursionado en el rango inelástico con daño estructural, es ingenuo, pero podemos investigar el nivel de esfuerzos en los componentes del muro a fin de predecir el comportamiento del mismo y diseñar de tal modo que los vidrios se comporten de modo adecuado, específicamente aun en el colapso del panel de vidrio, este debe quedar adherido por la silicona a la parrilla. En los sistemas a cuatro lados, la silicona estructural provee al vidrio de un apoyo elástico que absorbe la deformación sin transmitirla al vidrio, que en caso contrario estaría sometido a esfuerzos inaceptables.

Tipos de análisis

Los tipos de análisis que se efectúan hoy en día son dos: Tradicional y por elementos finitos, ligado a un análisis de Confiabilidad Estructural.

Análisis Tradicional. - En el análisis tradicional lineal y estático, donde las combinaciones de carga son $D + W$ y $D + E$, usando W y E como presiones uniformemente distribuidas, usamos ábacos para determinar el espesor del vidrio y las dimensiones de la silicona estructural, mientras que analizamos los mullions como vigas con apoyos fijos y móviles. No se considera el efecto del desplazamiento relativo de entrepisos. Usualmente los cálculos son manuales. Este tipo de análisis es adecuado para la parrilla y sus apoyos, sin embargo, los ábacos usados para diseñar el vidrio y la silicona, tales como los mostrados en la Norma E- 040, han sido desarrollados suponiendo presiones uniformes perpendiculares al plano del muro cortina para factores de diseño diversos. El diseño de las juntas de la silicona estructural es realizado por el fabricante del producto; ellos usan criterios que implican

que la carga que controla el diseño es el viento, lo que no necesariamente es real, por ejemplo, en la ciudad de Lima, donde las cargas de viento no llegan a 10 libras / pulgada². Es por ello que generalmente las juntas de silicona tienen mínimas dimensiones en base a una presión de viento no menor a 20 psf.

Análisis por elementos finitos y Confiabilidad estructural. – Es un análisis más sofisticado y se usa principalmente para verificar el comportamiento del muro ante la sollicitación de deformación relativa de entrepiso. Se modela una porción representativa del muro cortina en la cual están considerados todos los elementos que lo conforman, de este modo se considera la acción de conjunto. Se requieren equipos de cómputo con capacidades fuera del estándar del mercado ya que el número de elementos y la cantidad de grados de libertad asociados demandan una alta velocidad de procesamiento, discos duros de 10000 rpm como mínimo y una memoria RAM mínima de 1 Gb. Con un equipo de este tipo, un análisis no lineal puede tomar unas 72 horas. Si consideramos que el aluminio es un metal con un punto de fluencia dado según la aleación utilizada, a partir del cual es material fluye, pero sin dejar de tomar carga y además tiene un endurecimiento por deformación; que la silicona tiene una curva de comportamiento no lineal y que el vidrio es un material frágil, el análisis debe ser no lineal para tomar en cuenta el comportamiento real de los materiales. Usualmente no se realiza esta verificación dado que el esfuerzo de cómputo requerido es grande, pero, por otro lado, dado que el costo de reposición de estas estructuras es muy alto, es indispensable minimizar la probabilidad de falla a fin de obtener un riesgo aceptable. Es interesante notar que en este tipo de análisis se aprecia la importancia de la silicona en el desempeño del muro, absorbiendo las deformaciones a fin de que el vidrio permanezca a niveles de esfuerzo con un índice de Confiabilidad

Estructural apropiado. Este tipo de análisis está ligado a un análisis de la Confiabilidad Estructural del muro cortina, dado que el diseño de los paneles de vidrio es probabilístico. El vidrio es un material frágil, por lo cual su esfuerzo de rotura no puede precisarse con exactitud, éste sigue una distribución normal con un coeficiente de variación del 20%, lo cual hace necesario considerar la característica aleatoria de este valor, el concepto de factor de seguridad no es aplicable a los vidrios. Finalmente, se determina el Estado Límite de interés, ya sea de resistencia o de servicio y se evalúa la Confiabilidad y los riesgos inherentes al sistema.

Criterios de Diseño

Al momento de diseñar un muro cortina se debe tener en cuenta los criterios de resistencia y servicio. La belleza del muro cortina radica en que este mantenga su planimetría. Este concepto se verifica en base a las limitaciones de servicio y no a las de resistencia.

Resistencia. - Los esfuerzos actuantes debido a las diferentes solicitaciones impuestas sobre el muro cortina deben estar en el rango de lo permisible. Ante cargas excepcionales como las de sismo, se puede tolerar la incursión en el rango inelástico de los elementos metálicos de aluminio, pero debemos procurar que los esfuerzos en el vidrio y en la silicona estén en un rango tal que su Índice de Confiabilidad sea como mínimo 1.75 para solicitaciones sísmicas y 2.5 para solicitaciones por viento.

Servicio. - Las deformaciones debidas a la acción del viento fundamentalmente, deben ser controladas de modo que se mantenga la planimetría del muro. Para los elementos verticales la máxima deflexión aceptada es de $L/175$ y para los elementos horizontales

$L/360$, siendo el máximo por todo concepto de 20 mm., donde L es la luz libre entre anclajes en el primer caso y la separación entre elementos verticales en el segundo. La Confiabilidad por servicio no está reglamentada a nivel de valores recomendados del Índice de Confiabilidad, la experiencia demuestra que valores similares a Estados Límites de resistencia son adecuados, además de comparar los niveles de riesgo.

Fachadas con Silicona Estructural

En las fachadas resueltas por el sistema de acristalamiento con silicona estructural, los elementos de cierre de los huecos de la fachada ligera ya sean vidrios aislantes, vidrios monolíticos o paneles opacos, están fijados a la estructura portante mediante silicona estructural. La apariencia exterior de estas fachadas puede ser de una planimetría total donde solamente se ven los vidrios y/o paneles opacos.

El acristalamiento con silicona estructural puede ser aplicado tanto en fachadas de tipo Stick, Unitizado, Frame, doble piel y puede ser tanto vertical como inclinado, por lo que esta técnica es ampliamente utilizada para la construcción de lucernarios.

Este tipo de fachadas permite la colocación de elementos como ventanas proyectantes o puertas sin que desarmonicen el aspecto exterior del conjunto de fachada.

La visión exterior de este tipo de fachadas es la de vidrio sin la aparición de ningún tipo de elemento estructural, dando una imagen de esbeltez y ligereza, siendo igual de resistentes que las convencionales.

Muro cortina Tipo Frame

Es un sistema de recubrimiento de fachadas en base a paneles de aluminio y vidrio, modulados e integrados según los requerimientos técnicos del proyecto. Su alto desempeño presenta integridad estructural y excelente hermeticidad al aire y al agua,

convirtiéndose en una opción de fácil fabricación, instalación rápida y óptimo desempeño técnico, aportando un producto de alta calidad al edificio.

Usos

Entre los usos del sistema Frame, este es adaptable a las necesidades específicas de cada proyecto, integridad estructural, excelente hermeticidad contra el agua y el viento, excelente relación costo beneficio, orientado para grandes superficies de fachadas.

Sistema abierto: logra dar respuesta a las exigencias de cada proyecto, gracias a su propiedad de combinar distintos materiales dentro de una misma estructura, tales como cristales, paneles de aluminio compuesto, paneles de acero inoxidable, perfiles decorativos, aluminio, granito.

Permite ganar más área útil por piso debido a que el sistema se suspende por el exterior del edificio, permite el ahorro en tiempo y costo del proyecto, gracias a que el montaje es más rápido y limpio.

Permite los paños de gran tamaño, aprovechando así la luz y el calor en zonas frías.

Con la ayuda del cristal adecuado, reduce el consumo de aire acondicionado en zonas cálidas. Según el cristal utilizado se lograrán importantes factores que contribuyan al ahorro de energía y transmisión solar.

Características del sistema Frame

Estandarización: La estandarización de todos los módulos permite no solo una rápida y precisa colocación, sino que además optimiza los recursos.

Rapidez y precisión: La ventaja fundamental de que lleguen a obra los módulos completamente armados y listos para su acople, hacen de la ejecución de la obra una

tarea estricta, con una mano de obra especializada, pero muy rápida en relación a los sistemas tradicionales.

Solución: incluyen solución de barrera cortafuego y soluciones de caja de sombra cuando el proyecto lo requiera.

Proceso de instalación

La estructura de aluminio y los cristales se fabrican e instalan conjuntamente, el módulo completo del muro cortina es armado en taller, su instalación se realiza en dos etapas: Instalación de anclajes e instalación de módulos.

Este sistema exige que revisemos el proyecto en una etapa temprana para compatibilizar el sistema muro cortina con las diferentes disciplinas del proyecto. Lo cual permitirá que se aplique el uso de anclajes embebidos en losa.

Los soportes del muro cortina deberán estar anclados en todas las losas del edificio, requiriéndose su ubicación precisa en una etapa inicial y previo al vaciado.

Según (Hibbeler,1998) La deflexión es el grado en el que un elemento estructural se desplaza bajo la aplicación de una fuerza o carga. La deflexión se determina aplicando las leyes que relacionan las fuerzas y desplazamientos, para ello se utilizan dos métodos de cálculo los geométricos y los de energía. Aunque en vigas y marcos las deformaciones se presentan principalmente por flexión, las deformaciones por esfuerzos axiales en columnas de marcos y las deformaciones por cortante, sobre todo en elementos altos o profundos no dejan de ser importantes. En armaduras y cerchas las deflexiones se presentan por la combinación de las deformaciones por carga axial en cada uno de los elementos que la componen.

Importancia del Control de las deflexiones

Es importante ya que las deflexiones excesivas de un miembro pueden producir daños en otros miembros estructurales, o más frecuentemente en elementos no estructurales como muros divisorios, o acarrear problemas como acumulación de agua en azoteas.

Las deflexiones excesivas no son toleradas por los usuarios de la estructura, ya que producen una sensación de inseguridad, ya por razones de orden estético. El control de Deflexiones es una etapa importante en el diseño de una estructura ya que un exceso de Deflexiones estropea la apariencia de la estructura.

1.4. Formulación de problema

1.4.1. Formulación del problema general

¿De qué manera influye describir el comportamiento del muro cortina tipo frame serie 4242 en la reducción de las deflexiones en los edificios en Lima 2021?

1.4.2. Formulación del problema específico

FPE.1 De qué manera influye describir las propiedades físicas - mecánicas de los componentes más importantes de la fachada tipo Frame, a la reducción de las deflexiones en los edificios en Lima 2021.

FPE.2 De qué manera sectorizar las zonas de presiones a las que están sometidos los edificios más altos de Lima sectorizando las presiones de viento por distritos en Lima Metropolitana, influye en la reducción de las deflexiones.

FPE.3 De qué manera describir el comportamiento estructural de la montante, vidrio y Placas de anclaje a través del software Inventor Profesional influye en la reducción de las deformaciones del material de la fachada de tipo Frame.

FPE.4 De qué manera describir a través de los métodos de diseño de las Normas Internacionales un el cálculo de la resistencia de las montantes, vidrio y placa de anclaje de la fachada tipo Frame influye en la reducción de las deflexiones en los edificios en Lima 2021.

FPE.5 De qué manera describir el diseño del Bite de silicona estructural, así como de la tornillería y Pernería actualmente usada en la fachada tipo Frame, influye en la reducción de las deflexiones en los edificios 2021.

FPE.6 De qué manera describir el esfuerzo que realiza los perfiles de aluminio para el montante vertical utilizando instrumentos y equipos de laboratorio, influye en la reducción de las deflexiones en los edificios 2021.

FPE.7 De qué manera describir el esfuerzo que se aplican a los vidrios y a los aluminios del montante vertical utilizando instrumentos y equipos de laboratorio, influye en la reducción de las deflexiones en los edificios 2021.

FPE.8 De qué manera describir en una matriz el análisis cuantitativo y cualitativo del impacto y riesgos de una fachada tipo Frame para los usuarios de una edificación, influye en la reducción de las deflexiones en los edificios 2021.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Describir el comportamiento del muro cortina tipo Frame de la serie 4242 en la reducción de deflexiones en los edificios en Lima en el año 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

OE.1 Describir las propiedades físicas - mecánicas de los componentes más importantes de la fachada tipo Frame.

OE.2 Sectorizar las zonas de presiones a las que están sometidos los edificios más altos de Lima sectorizando las presiones de Viento por Distritos en Lima Metropolitana.

OE.3 Describir el comportamiento estructural de la montante, vidrio y Placas de anclaje a través del software Inventor Profesional.

OE.4 Describir a través de los métodos de diseño de las Normas Internacionales un el cálculo de la resistencia de las montantes, vidrio y placa de anclaje de la fachada tipo Frame.

OE.5 Describir el Diseño del Bite de silicona estructural, así como de la tornillería y Pernería actualmente usada en la fachada tipo Frame.

OE.6 Describir el esfuerzo que realiza los perfiles de aluminio para el montante vertical utilizando instrumentos y equipos de laboratorio.

OE.7 Describir el esfuerzo que se aplican a los vidrios y a los aluminios del montante vertical utilizando instrumentos y equipos de laboratorio.

OE.8 Describir en una matriz el análisis cuantitativo y cualitativo del impacto y riesgos de una fachada tipo Frame para los usuarios de una edificación.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

El describir el comportamiento del Muro Cortina tipo Frame serie 4242 influye significativamente en la reducción de las deflexiones en edificios mayores de 70 metros en Lima en el 2021.

1.6.2. Hipótesis específicas

HE.1 Describir las propiedades físicas - mecánicas de los componentes más importantes de la fachada tipo Frame, influye significativamente en la reducción de las deflexiones de las fachadas en los edificios.

HE.2 Sectorizar las zonas de presión a las que están sometidos los edificios más altos de Lima y sectorizando las presiones de Viento por Distritos en Lima Metropolitana, influye significativamente en la reducción de las deflexiones de las fachadas en los edificios.

HE.3 Describir el comportamiento estructural de la montante, vidrio y Placas de anclaje a través del software Inventor Profesional, influye significativamente en la reducción de las deflexiones de las fachadas en los edificios.

HE.4 Describir a través de los métodos de diseño de las Normas Internacionales un el cálculo de la resistencia de las montantes, vidrio y placa de anclaje de la fachada tipo Frame, influye significativamente en la reducción de las deflexiones de las fachadas en los edificios.

HE.5 Describir el Diseño del Bite de silicona estructural, así como de la tornillería y Pernería actualmente usada en la fachada tipo Frame, influye significativamente en la reducción de las deflexiones de las fachadas en los edificios.

HE.6 Describir el esfuerzo que realiza los perfiles de aluminio para el montante vertical utilizando instrumentos y equipos de laboratorio, influye significativamente en la reducción de las deflexiones de las fachadas en los edificios.

HE.7 Describir el esfuerzo que se aplican a los vidrios y a los aluminios del montante vertical utilizando instrumentos y equipos de laboratorio, influye significativamente en la reducción de las deflexiones de las fachadas en los edificios.

HE.8 Describir en una matriz el análisis cuantitativo y cualitativo del impacto y riesgos de una fachada tipo Frame para los usuarios de una edificación, influye significativamente en la reducción de las deflexiones de las fachadas en los edificios.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el tipo de diseño de investigación:

La investigación de la presente tesis es de tipo no experimental.

En este tipo de investigación, Como investigadores solo sustraeremos un momento a contemplar como estos fenómenos ambientales afectan a la fachada tipo Frame en su estado natural para luego analizar y como contrarrestar las deformaciones y/o deflexiones producidas por acciones externas que tienen las fachadas de muro cortina.

2.1.2. Según el tipo de diseño no experimental:

Según el diseño no experimental la presente tesis es del tipo de diseño transversal, por lo que se deberá recolectar datos con el propósito de describir la variables del muro cortina tipo frame y de esta forma analizar el comportamiento en el mismo tiempo que es afectado por la condiciones ambientales.

2.1.3. Según el tipo de diseño transversal:

La presente tesis de diseño transversal es del tipo de diseño descriptivo, por lo que se observaran y describirán los fenómenos tal como se presentan de forma natural.

Tabla 6:

Diseño de investigación, transversal descriptiva

DESCRIPCION	VARIABLE
De Fachada tipo Frame, recolección de variables	El interés es cada variable tomada individualmente
Se mide y describe variable (X1)	X1
Se mide y describe variable (X2)	X2
Se mide y describe variable (X3)	X3

Fuente: Elaboración propia

Xn: Variable medible y descrita

2.2. Variables

2.2.1. Operacionalización de variables

Operacionalización de variables.

Tabla N.1: Operacionalización de las Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Muro Cortina Tipo Frame	Tipo de fachada resueltas por el sistema de acristalamiento con silicona estructural, los elementos de cierre como los vidrios monolíticos o aislantes están fijados a la estructura portante mediante silicona estructural. La apariencia exterior de estas fachadas puede ser una planimetría total donde solamente se ven los vidrios. (Dayton, Manual de Producto Fachadas Ligeras, 2006)	Se realizará el análisis de gabinete de los componentes de la fachada Frame, utilizando los software de elementos finitos, Inventor profesional, Revit y Robot estructural. Además se tomarán de referencia las normas internacionales para los análisis de los componentes de la fachada.	Componentes de fachada estructural tipo frame	Identificación de los componentes de muro cortina tipo Frame	Manual de Producto Fachadas Ligeras (Asefave)
			Zonas geográficas de mas exigencias en el Perú y Lima metropolitana.	Resultados de las presiones del estudio geográfico de los vientos y clasificación de zonas mas exigentes.	Norma E.020 Cargas
			Comportamiento estructural a través de software de elementos finitos.	Resultados de Utilización de software de diseño para poder simular el comportamiento de una fachada a su máximo esfuerzo. Resultados es esfuerzos máximos y mas representativos de acuerdo a estudio de vientos.	Inventor Profesional, Robot Estructural Análisis, SAP 2000
			Determinar el diseño de los perfiles de aluminio de la fachada tipo Frame, espesor de vidrios y placas de anclaje de acuerdo a lo indicado en normas internacionales.	Utilización de formulas para definir el vidrio y aluminio de acuerdo a la altura de la edificación y lugar geográfico de la instalación. Cálculo del esfuerzo y deformación utilizando indicaciones en las normas. Identificación de placas y resultados de análisis por elementos finitos utilizando Inventor profesional, cálculos de esfuerzos de las placas por corte y tracción.	UNE 131116, UNE 13830, NORMA E.040 VIDRIO, UNE 13474
			Diseño de el Bite de silicona estructural, tornillería y Pernería de acuerdo a las normas internacionales	Cálculo del Bite de silicona de acuerdo a lo indicado por el proveedor y Cálculo por corte y tracción de tornillería usada en la fachada tipo Frame.	Manual de Producto Fachadas Ligeras (Asefave)
Reducción de deflexiones	Consiste en el mejoramiento de las deflexiones de los materiales de una fachada, como las montantes, travesaños y vidrios de las fachadas de tipo Frame (Zamora, Diseño de Fachadas Ligeras Hydro Building System, 2005)	Se realizarán pruebas en laboratorio de los materiales que componen a la fachada, se tomarán muestras en vidrios y perfiles de la fachada tipo Frame se acondicionarán el vidrio y aluminio para simular las fuerzas que actúan sobre el perfil y vidrio llevándolo a los materiales a su máximo esfuerzo para conocer los límites. Se utilizarán equipos como prensa hidráulica y prensa para ensayo de flexión.	Análisis de perfiles de la fachada tipo Frame utilizando los equipos de laboratorio	Indicador del máximo esfuerzo y deformación de los perfiles tipo frame utilizando equipo de ensayo de flexión aplicando carga puntual y distribuida	Norma E.020 Cargas
			Análisis de los tipos de vidrio de fachada tipo Frame utilizando los equipos de laboratorio	Indicador del máximo esfuerzo y deformación de los vidrios de fachada tipo frame utilizando equipo de prensa hidráulica aplicando carga distribuida	NORMA E.040 VIDRIO
			Análisis cuantitativo y Cualitativo del impacto y riesgos de una fachada tipo Frame para los usuarios de una edificación	Índices de severidad por el impacto de una incorrecta elección en el diseño de una fachada	NORMA E.040 VIDRIO

Tabla 7:
Identificación de las variables

VARIABLES	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Muro cortina tipo Frame	Independiente	Cuantitativa Continua.	Razón	Unidimensional	Directa
Deflexiones y/o deformaciones	Dependiente	Cuantitativa Continua.	Razón	Unidimensional	Directa

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.3.1. Población

En el caso de la población se trata de una población finita, todos los edificios gran altura en Lima en el año 2021.

Población Objetivo

Criterio de Inclusión: Todos los edificios de gran altura en Lima en el 2021

El termino edificios de gran altura es definida por la organización Council on Tall Buildings and urban hábitat (CTBUH), el cual indica que los edificios altos suelen estar entre los 200mt. y los 300 mt.

2.3.2. Muestra

La técnica de muestreo a usar, no probabilístico por conveniencia para una variable cuantitativa de una población finita.

Por lo que se toma como referencia los edificios más altos de Lima en el año 2021 y nos referimos a los edificios entre los 90 a 140 metros de altura, de acuerdo a los edificios más cercanos a los 200 metros de altura de los llamados edificios de gran altura según el CTBUH. En total son 10 edificios en ese rango según CTBUH entre los más representativos podemos mencionar el edificio Torre Rímac (proyectado) (208mt.), el Edificio Banco de la Nación (140.1mt.), Edificio Banco Continental (137mt.), Edificio Begonias (120.3mt.), Edificio The Westin Lima Hotel (120.1mt.), Torre del centro cívico de Lima (109mt.), Edificio Chocavento (107.3mt.), Torre Barlovento (107mt.), Edificio Hotel Marriott (92mt.) y el Edificio Telemex (92mt.).

2.3.3. Materiales

Los materiales que vamos a necesitar para el análisis descriptivo son perfiles de aluminio para fachada tipo Frame en los códigos 424201 Montante Vertical A, 424202 Montante Vertical B y 424205 Travesaño Horizontal todos de 6 metros Aluminio 6063 tipo de aleación T5, en cuanto a los vidrios a analizar utilizaremos vidrio templado, vidrio laminado y vidrio crudo sin tratamiento.

Los instrumentos de medición Wincha, calibrador o pie de rey, regla milimétrica, también insumos de protección para los materiales cartón y plástico.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección de datos será mediante la técnica de observación de manera directa, ya que se observarán datos a través de cálculos basados en normas internacionales y también del software Inventor Profesional producto del

modelamientos y análisis frente a los esfuerzos por presión de viento y por peso propio.

2.4.2. Instrumento de recolección de datos.

Los Instrumentos para la recolección de datos que emplearemos en la presente investigación serán los formatos de datos, ya que ahí recolectaremos la información de esfuerzos, fuerzas aplicadas, simulando las presiones que existen a grandes alturas de las edificaciones y simular las deformaciones que se presentan en las fachadas a través del software de elementos finitos llamados Inventor profesional.

Analizando su comportamiento estructural de forma independiente por material, esto quiere decir un análisis individual para el montante vertical, montante horizontal, Vidrio y placas de anclaje.

Tabla 8:

Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable independiente

RECOLECCION DE DATOS				
VARIABLES	FUENTE	TECNICA	HERRAMIENTAS	INSTRUMENTO
MURO CORTINA TIPO FRAME	FACHADA LABORATORIO DE MATERIALES	OBSERVACION DIRECTA	SOFTWARE DE MODELAMIENTO Y ELEMENTOS FINITOS, ADEMAS DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y INSTRUMENTOS DE MEDICION	HOJA DE FICHAS DE DATOS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9:
Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable dependiente

RECOLECCION DE DATOS				
VARIABLES	FUENTE	TECNICA	HERRAMIENTAS	INSTRUMENTO
DEFLEXIONES, DEFORMACIONES O PANDEO	MODELACION DE PERFILES, PLACAS, VIDRIOS Y SILICONA	OBSERVACION DIRECTA	SOFTWARE DE MODELAMIENTOS Y ELEMENTOS FINITOS	HOJA DE FICHAS DE DATOS

Fuente: Elaboración propia

2.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos

El instrumento de recolección ya ha sido validado por el Ing. Jhon Henry Rodríguez Pomajulca quien reviso que la hoja de ficha de datos cuente con los requisitos necesarios para que los valores que se hallen en su contenido expresen de manera clara y precisa lo que representan, para lo cual se llenó una rúbrica para la evaluación del instrumento, el cual se detalla en la figura número.

Para lo cual se adjunta el documento de validación de datos, la cual se muestra en la en la sección de anexos. **Análisis de datos.**

2.4.4. Análisis de Datos

El presente trabajo de investigación utilizara el análisis cuantitativo el método de Inferencia estadística y estadística descriptiva, porque se tiene el propósito de inferir en el comportamiento de una población específica. Es decir, la información que obtendremos nos permitirá explicar el comportamiento de nuestra fachada tipo Frame con un margen de error medible en términos de la probabilidad estimada.

En el método de estadística descriptiva, utilizaremos las tablas de frecuencias y gráficos estadísticos que nos permitirá representar los resultados por deformaciones de los elementos de las fachadas para ciertas presiones a diferentes alturas de la edificación.

En el método de la inferencia estadística utilizaremos la prueba paramétrica, por el método de la prueba T de Student para muestras independientes.

2.5. Procedimiento de recolección tratamiento y análisis de datos

Se realizó un cuadro sinóptico para describir los pasos del procedimiento de la investigación.

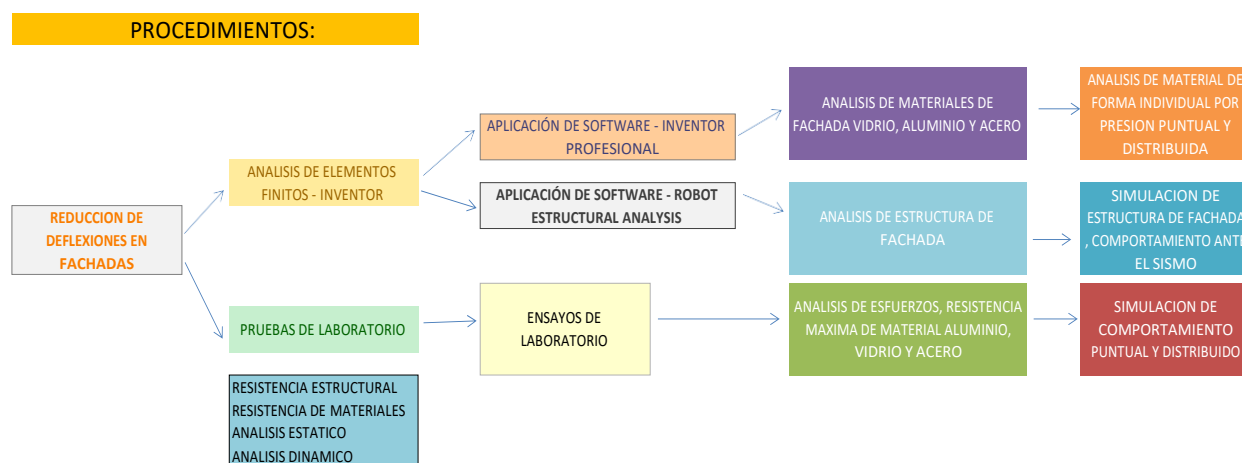


Figura N. 1 Desarrollo del procedimiento para el tratamiento y análisis de Datos.

En el caso de los procedimientos para analizar la reducción de deflexiones en fachadas, lo hemos dividido en dos etapas importantes, Análisis de Elementos finitos y Pruebas en laboratorio.

Sobre el caso del Análisis de elementos finitos, podemos indicar que con ayuda de este software podemos simular cualquier propiedad de cualquier elemento, es por

esto podremos diseñar su geometría espacial además de cargarlo del material, también se cuenta con el Software Robot Estructural cuyo trabajo principal consta de hacer un análisis de la estructura y su deformación a someterlo a presiones importantes. En primer lugar, modelaremos los perfiles o vidrios y someteremos a presiones con el fin de determinar su real resistencia y llegar hasta su estado de rotura.

En el caso de los ensayos de laboratorio primero solicitaremos al encargado del laboratorio el permiso para poder someter a presiones importantes a nuestros materiales y comprobar su resistencia de acuerdo a lo que indican las normas internacionales. Prepararemos unas muestras tanto en vidrio como en aluminio para poder someterlo a presiones y determinar sus valores de resistencia.

2.5.1. Análisis de elementos finitos – Inventor profesional y cálculos de acuerdo a las normas nacionales e internacionales

Para el análisis de los componentes de Fachada se analizará cada elemento de acuerdo al tipo de material, la potencia del Software Inventor Profesional permite cargar el tipo de material que necesitamos y aplicar las cargas necesarias para determinar las condiciones a la que se somete la fachada. En primer lugar, para el caso de los montantes se dibujarán los montantes posteriormente, se analizarán restringiendo los extremos en las condiciones que se instalan los montantes posteriormente se aplica una carga uniforme en las condiciones extremas hasta llegar a una deformación máxima exigida por la norma UNE 13116. En el caso del vidrio se diseñará según las dimensiones más utilizadas y se aplicaran las cargas de presión uniforme para calcular su resistencia teniendo en cuenta las normas del Vidrio N. 040.

2.5.2. Ensayos de Laboratorio

En el caso de los ensayos del laboratorio se procederá a fabricar las muestras de fachadas tipo Frame, se prepararan estas montantes verticales de acuerdo al trabajo que realizan cuando están instaladas esto quiere decir machimbradas y formando un tubo rectangular con el perfil tipo A y tipo B, las cuales se someterán a la presión de la prensa hidráulica, para calcular la resistencia de una viga y se calculara hasta que esta pueda llegar a una deflexión de 15mm o $L/200$ limite que indica la norma UNE 131116.

En el caso del vidrio se preparó un marco de madera para la colocación de los cristales y someterlos a la presión de la prensa hidráulica, para calcular su resistencia frente a los límites de presión y deflexión indicados en las normas E040 Vidrios y E020 cargas para el cálculo de la presión.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Desarrollaremos la Operacionalización de las variables dependientes, como son:

3.1. Zonas geográficas más exigentes en el Perú

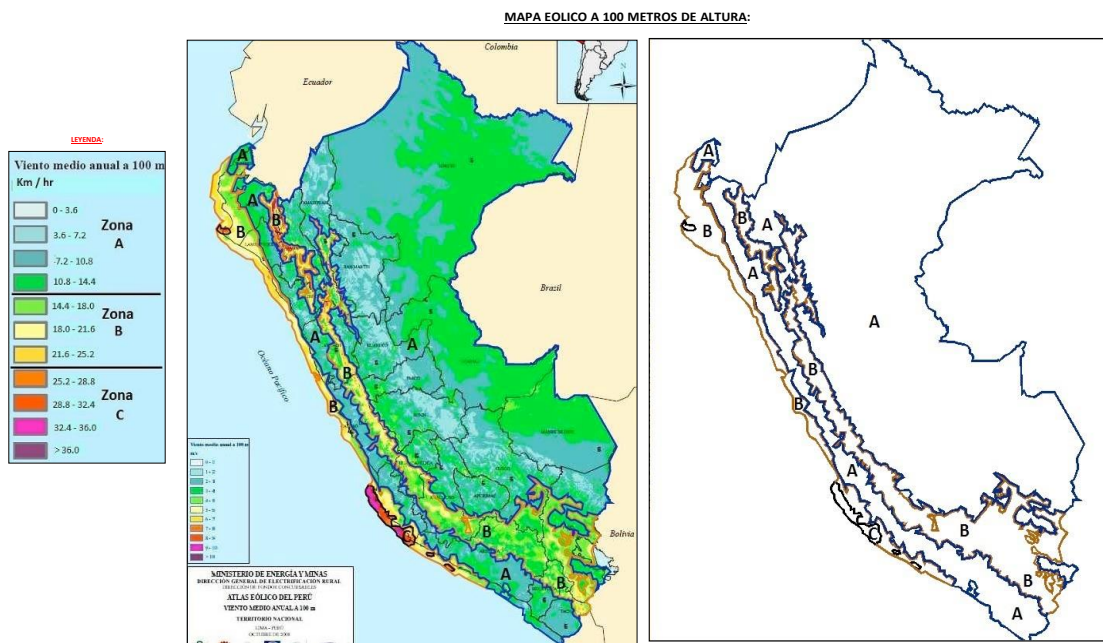


Figura N. 2 A. Mapa de las velocidades de vientos en el Perú, B. Mapa zonificada de las velocidades de vientos en el Perú.

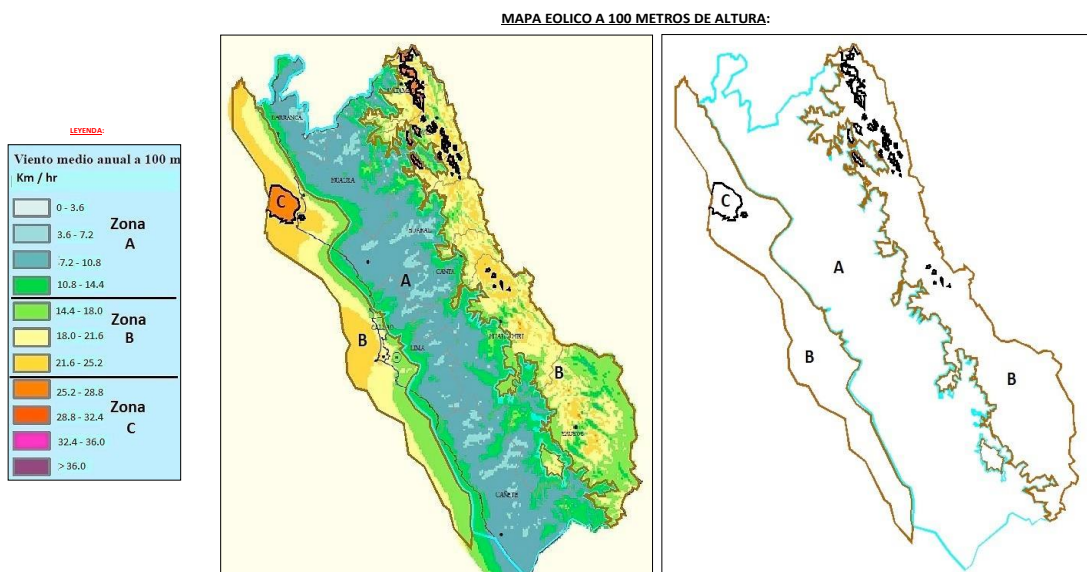


Figura N. 3 A. Mapa de las velocidades de vientos en Lima, B. Mapa zonificada de las velocidades de vientos en Lima.

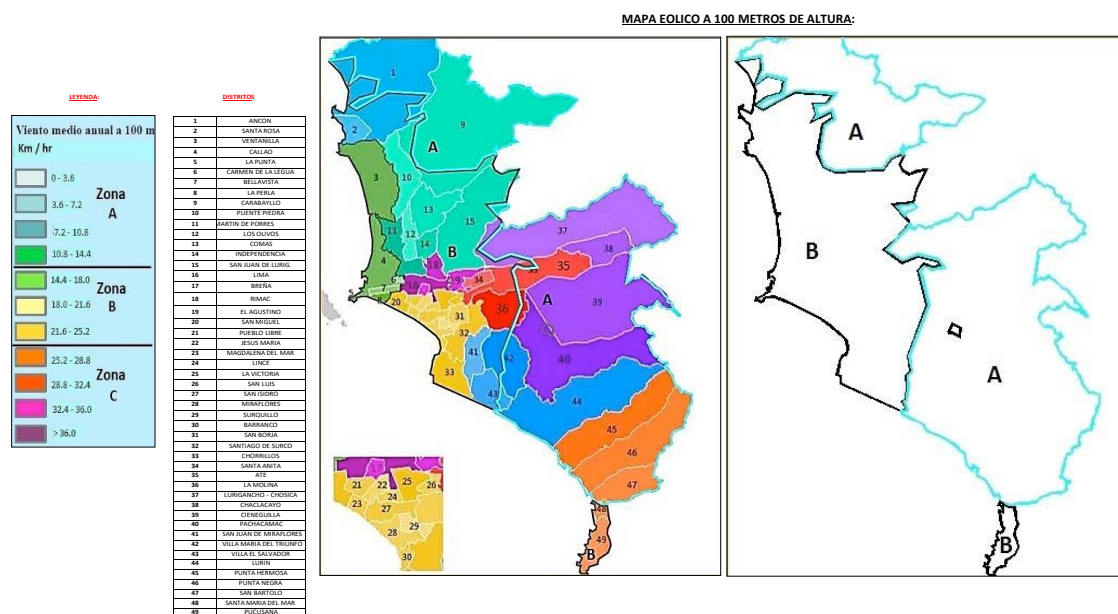


Figura N. 4 A. Mapa de las velocidades de vientos en Lima-Metropolitana, B. Mapa zonificada de las velocidades de vientos en Lima-Metropolitana.

3.2. Cálculo de vientos de acuerdo a la norma E020 CARGAS

NORMAS LEGALES (PERU) E 20 (concepto a Barlovento)	metros	Pisos	Velocidad (Vh) (km/h)	Presion		
				Edificaciones tipo 1		
				kilogramos-fuerza	Pascales	
				Presion x piso (Kg- fuerza/m2)	(Newton/m2)	
Temporal Huracanado	123	41	←	130.27	67.88	665.70
Temporal Huracanado	120	40	←	129.56	67.15	658.50
Temporal Huracanado	117	39	←	128.84	66.40	651.21
Temporal Huracanado	114	38	←	128.11	65.65	643.81
Temporal Huracanado	111	37	←	127.36	64.88	636.30
Temporal Huracanado	108	36	←	126.59	64.10	628.67
Temporal Huracanado	105	35	←	125.81	63.31	620.93
Temporal Huracanado	102	34	←	125.01	62.51	613.06
Temporal Huracanado	99	33	←	124.19	61.70	605.06
Temporal Huracanado	96	32	←	123.36	60.87	596.92
Temporal Huracanado	93	31	←	122.50	60.02	588.64
Temporal Huracanado	90	30	←	121.62	59.16	580.21
Temporal Huracanado	87	29	←	120.71	58.29	571.62
Temporal Huracanado	84	28	←	119.79	57.39	562.86
Temporal Huracanado	81	27	←	118.83	56.48	553.93
Temporal Muy duro	78	26	←	117.85	55.55	544.80
Temporal Muy duro	75	25	←	116.84	54.60	535.48
Temporal Muy duro	72	24	←	115.79	53.63	525.95
Temporal Muy duro	69	23		114.71	52.64	516.19
Temporal Muy duro	66	22	←	113.60	51.61	506.20
Temporal Muy duro	63	21	←	112.44	50.55	495.94
Temporal Muy duro	60	20	←	111.24	49.50	485.41
Temporal Muy duro	57	19	←	109.99	48.39	474.57
Temporal Muy duro	54	18	←	108.69	47.25	463.42
Temporal Muy duro	51	17	←	107.33		
Temporal Muy duro	48	16	←	105.91		
Temporal Muy duro	45	15	←	104.42	43.61	427.69
Temporal Muy duro	42	14	←	102.84	42.31	414.90
Temporal Duro	39	13	←	101.18	40.95	401.59
Temporal Duro	36	12	←	99.41	39.53	387.70
Temporal Duro	33	11	←	97.53	38.05	373.13
Temporal Duro	30	10	←	95.51	36.49	357.81
Temporal Duro	27	9	←	93.32	34.83	341.60
Temporal Duro	24	8	←	90.93	33.07	324.35
Temporal Duro	21	7	←	88.30	31.19	305.84
Temporal fuerte	18	6	←	85.35	29.14	285.78
Temporal fuerte	15	5	←	82.00	26.89	263.75
Temporal fuerte	12	4	←	78.07	24.38	239.09
Viento Duro	9	3	←	73.28	21.48	210.66
Temporal fuerte	6	2	←	75.00	22.50	220.66
Temporal fuerte	3	1	←	75.00	22.50	220.66

De acuerdo a la tabla a partir de los 72 metros ya las presiones sobre las fachadas son de 53.63 Kg/m² valor que se debe considerar para todos los materiales instalados vidrio, aluminio y acero.

Tabla N. 2 Cálculo de velocidades y presión de Viento según la norma peruana E-20 de cargas.

3.3. Dimensiones, diseño de perfiles y espesor de vidrio

3.3.1. Diseño de espesor de vidrio

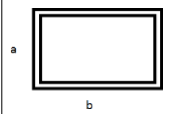
HI-TIPO DE VIDRIO SIMPLE (RECOCIDO O TEMPLADO) NORMA EUROPEA 13474-1 y 2		Diseño de perfil		Parametros de acuerdo a acciones en el cristal		Cálculos																			
Datos vidrio Espesor (1,2,3 no colocar) 10 0.01 Base (mm) y (m) 1140 1.14 Alto (mm) y (m) 2300 2.3 Área (m ²) 2.622				Parametros de acuerdo a acciones en el cristal Coeficiente de dimension Ka 1.03931 Coeficiente de modificación Kmod 0.73 Resistencia generica del vidrio Recocido f _{yk} (N/mm ²) 45 Resistencia del vidrio templado f _{tk} (N/mm ²) 120		Cálculos Flecha Admisible 11.5 Tensiones Efectiva admisibles SI ES VIDRIO RECOCIDO 17.32 SI ES VIDRIO TEMPLADO 49.93 f _{ed} (N/mm ²) Estado limite ultimo Fd (kN/m ²) 0.76087933 Fd (N/mm ²) 0.50465862 Fd (N/m ²) 756.987833 Fd (N/m ²) 504.65862																			
Datos Cargas Acción variante 75 Km/H Altura (H) 65.5 Metros Velocidad de H 113.406 Km/H Presión x Piso kg.F/m ² y N/m ² 51.443 504.65862 Viento (kN/m ²) 0.5046586 Nieve (kN/m ²) 0 Acción permanente Peso propio V.1 Gk1 (kN/m ²) 0		Primeras conclusion Flecha Admisible >> Flecha maxima 11.50 >> 1.40 La Flecha del cristal cumple con el requerimiento de diseño.		Segunda conclusion Si es vidrio recocido 17.32 >> 5.18 49.93 >> 5.18 Si es vidrio templado Cumple con el requerimiento de cargas Mpa Cumple con el requerimiento de cargas Mpa		Coeficientes para valores de Poisson comparandolos entre 0.20 y 0.24 NOTA: Para valores de "K" ver tablas de anexo B y C, usar datos de λ y γ* <table border="1"> <tr> <th>K1</th> <th>K2</th> <th>K4</th> <th>K5</th> </tr> <tr> <td>0.601</td> <td>0.526</td> <td>0.115</td> <td>0.050</td> </tr> </table> 3). Acristalamiento rectangular con apoyo sobre 4 lados: <table border="1"> <tr> <th>E</th> <th>a (m)</th> <th>b (m)</th> <th>λ = a/b</th> <th>γ*</th> </tr> <tr> <td>700000</td> <td>1.14</td> <td>2.3</td> <td>0.495652174</td> <td>1.83</td> </tr> </table> Tension maxima en traccion σ max. (N/mm ²) 5.92 Tension efectiva del calculo σ efec. (N/mm ²) 5.18 Flecha max. deflexion maxima cal Flecha max. (cm) 0.14 Cambio Volumen Vol. (mm ³) 241246.88 Vol. (m ³) 0.0002412		K1	K2	K4	K5	0.601	0.526	0.115	0.050	E	a (m)	b (m)	λ = a/b	γ*	700000	1.14	2.3	0.495652174	1.83
K1	K2	K4	K5																						
0.601	0.526	0.115	0.050																						
E	a (m)	b (m)	λ = a/b	γ*																					
700000	1.14	2.3	0.495652174	1.83																					

Figura N. 5 Hoja de Excel para el cálculo del espesor de Vidrio de acuerdo al desarrollo de la norma UNE 13474-1 y 2 diseños de acristalamientos.

Tabla N. 3 Calculo de espesor de vidrio utilizando hoja de cálculo según la norma europea UNE 13474-1 y 2.

Calculo del vidrio de fachada una dimension de 1200 x 2000 mm a 70 metros de altura con una presión de 52.97Kg/m², cumplen con la flecha admisible y se encuentran apoyado en los cuatro lados.

	Presion Kg/m ²	Espesor	flecha mm
Vidrio recocido	52.97	6	5.94
Vidrio templado	52.97	6	5.94
Vidrio laminado	52.97	6 (3 + 3)	5.3 y 5.9

Se calcula de acuerdo a las formulas de la norma 13474 y se determina que a 70 metros el cristal de 6mm es el adecuado para llevarlo a esa altura.

3.3.2. Dimensiones Diseño de perfiles

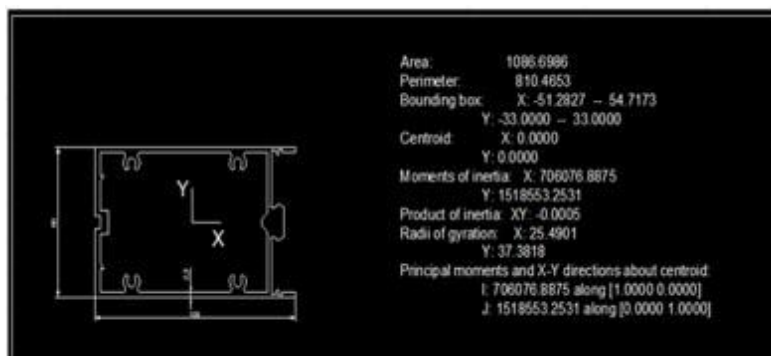
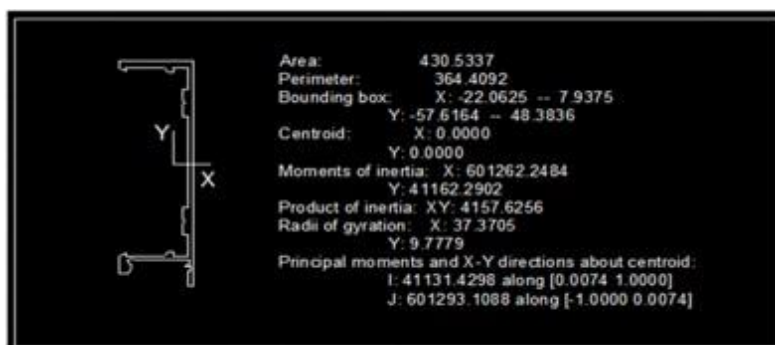
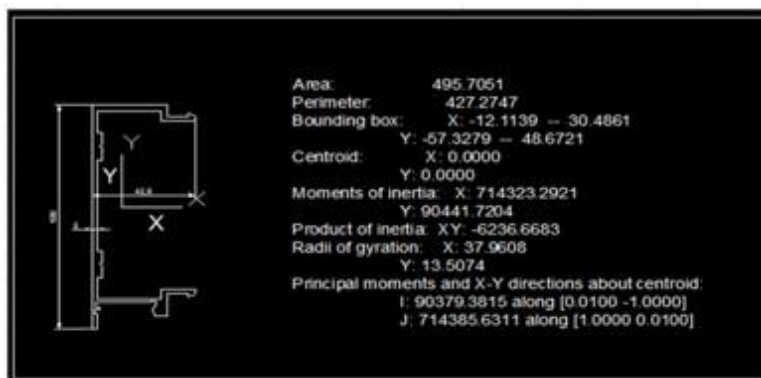


Figura N. 6 A. Cálculo de Inercia perfil 424201 montante vertical, B. Cálculo de Inercia perfil 424202 montante vertical, C. Cálculo de Inercia perfil 424205 Travesaño horizontal.

De donde se obtiene los siguientes resultados, **Perfil 424201: Medidas: 30x106mm; Peso: 1.267 kg/m; Ixx: 60.13 cm⁴**, **Perfil 424202: Medidas: 42.60x106mm; Peso: 1.443 kg/m; Ixx:71.43 cm⁴** y el **Perfil 424205 (central): Medidas: 66x106mm; Peso: 2.934 kg/m; Iyy:70.61 cm⁴**.

Tabla N. 4 Resultados de calculos de los perfiles de la serie tipo Frame

PERFIL	DESCRIPCION	MEDIDAS	PESO X MT.	INERCIA CM ⁴
424201	MONTANTE VERTICAL A	30 X 106 mm	1.267	60.13
424202	MONTANTE VERTICAL A	42.6 X 106mm	1.443	71.43
424205	TRAVESAÑO HORIZONTAL	66 X 106mm	2.934	70.61

Resultados de los calculos de los perfiles estas caractersticas se podran cargar en el software de elementos finitos.

FACHADA FRAME Y STICK
Tipo: Muro Cortina(Carga de Viento forma una superficie rectangular)

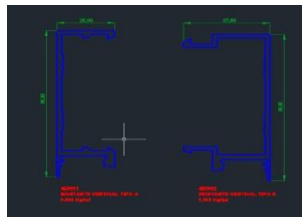
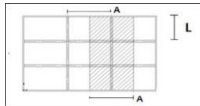
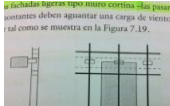
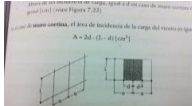
Datos generales de fachada			Material y Inercia Propuesta Montante (cm4)			Grafico de la montante					
Material montante	Aluminio		Tipo de material de la montante	Aluminio							
Longitud L (mm)	1200		Mod. Elastico alum.(Kg o daN/cm2)	700000							
Longitud A (mm)	2000		Base del perfil (mm)	63.60							
Area (cm2)	4000		Alto del perfil (mm)	86.00							
Velocidad viento en zona			Inercia perfil PROPUESTO(cm4)	131.56							
Velocidad inicial (Km/h) de acuerdo E-20	75		Ixx del perfil PROPUESTO(mm4)	1315600.00							
Altura de Edificio (m)	70.00		Flèche del perfil propuesto(cm)	0.005							
Velocidad Final (Km/h)	115.08		Flèche del perfil propuesto(mm)	0.05							
Presion de viento			W x (cm3) momento resistente	30.60		Inercia requerida					
Presion de viento	52.97	Kgf/m2 o daN/m2	Flèche admisible			I min. (cm4)	1.11				
	519.63	N/m2	1er caso	2do caso	f adm. (mm)	I min. (mm4)	11134.94				
Q	20.79	(kgf o daN)	15	6	6						
Tension admisible de calculo(daN/cm2)			 								
1300	1.1	1181.82	Verificacion y comprobacion de Hipotesis								
Momento de servicio de Calculo M* (daN/cm)	2806.00		Comprobacion de Flecha		Comprobacion de Inercia		Comprobacion de la Tension del Calculo				
Tension Calculada del problema(daN/cm2)	91.71		mm	<=	mm	cm4	>=	cm4	daN/cm2	<=	daN/cm2
			0.05		6.00	131.56		1.11	91.71		1181.82
La Montante Propuesta cumple con el requerimiento de flecha de acuerdo a la norma EN13830 (L/200 o 15mm).			La Montante Propuesta cumple con tener una Inercia Mayor a la requerida de acuerdo a la norma EN13830.			La Montante Propuesta cumple con tener una tension mayor o igual a la originada en el calculo de acuerdo a la norma EN13830.					

Figura N. 7 Hoja de Cálculo para determinar la resistencia de montantes verticales, herramienta basada en las fórmulas de la norma europea UNE 13830.

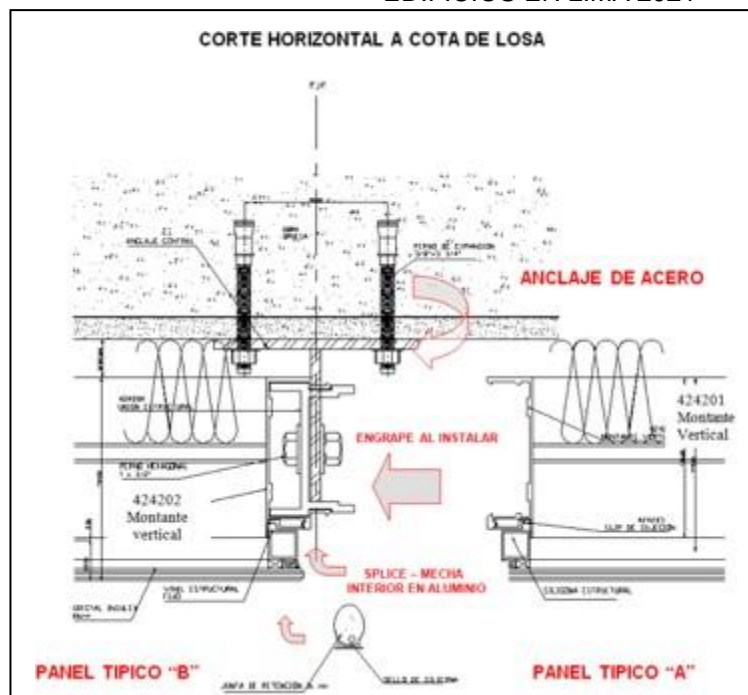


Figura N. 8 Detalle de fachada tipo Frame y el despiece en un corte horizontal para indicar las ubicaciones.

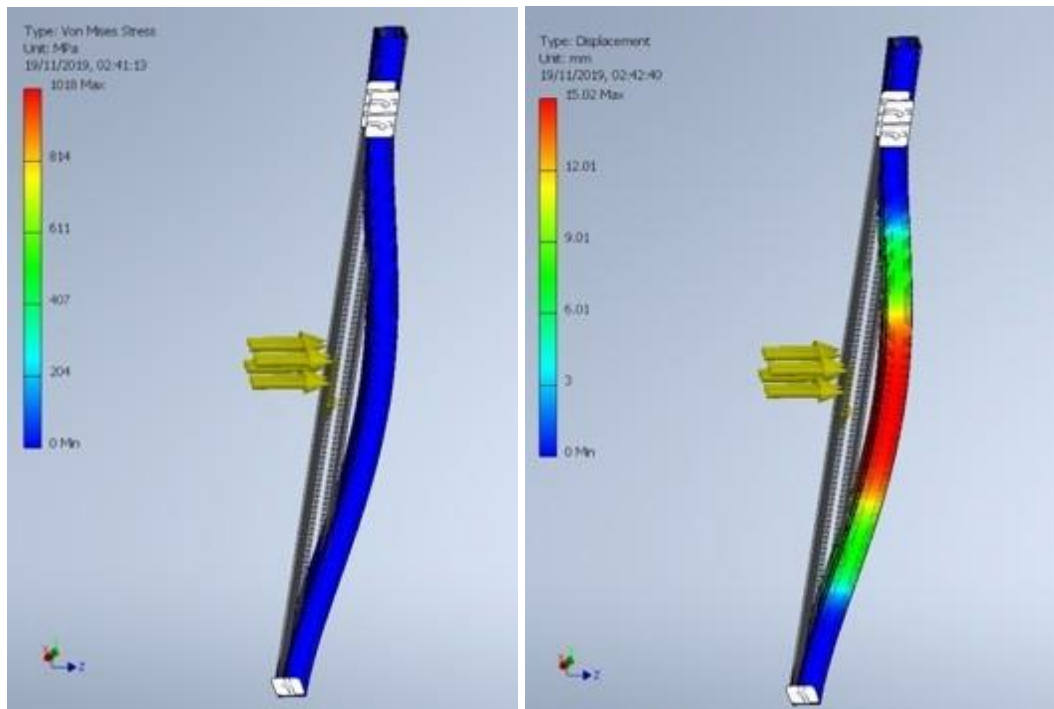
Tabla N. 5 *Calculo de resistencia de montantes A y B tipo Frame*

Altura de edificación metros	Flecha o deflexion mm	TENSION daN/cm ²
70	5.71	423.91
100	6.68	495.94
130	7.5	556.63
150	7.99	592.8
180	8.66	642.32
210	9.26	687.39
240	9.82	728.99
627.81	15	1112.94
719.61	15.93	1181.82

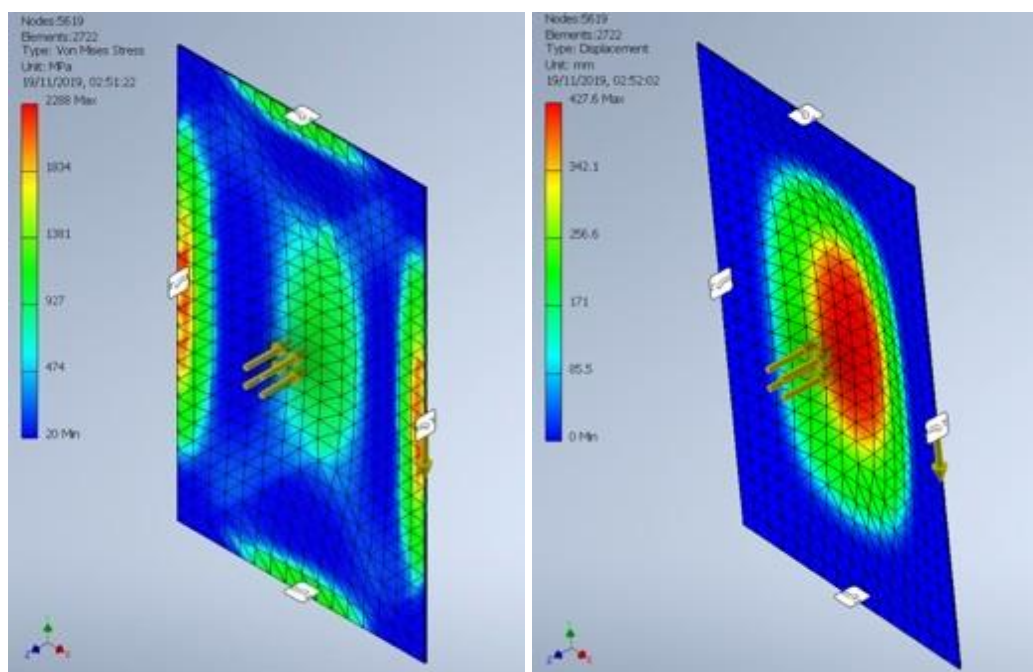
Nota: Para una altura mayores a 70 metros para aluminio tipo 6063 y dureza T5 y paneles de 1200 x 2400mm, se puede apreciar que los perfiles soportarian esa altura, teniendo en cuenta que los hicimos llegar hasta su esfuerzo maximo permitido osea al limite elastico, pero se tienen que considerar otros parametros estructurales , como la silicona, la tornilleria, las placas de anclaje.

3.4. Cálculo de presiones con inventor profesional

3.4.1. Cálculo de Presiones en Montante Vertical de fachada tipo Frame



3.4.2. Cálculo de presiones en Vidrio para fachada



3.5. Cálculo del Bite de Silicona

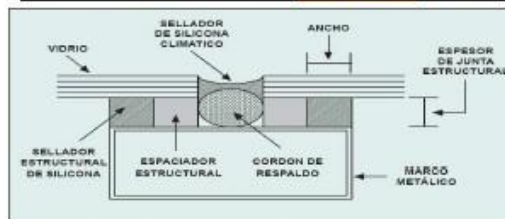
PARA CRISTAL MONOLITICO

Calculo del Bite Estructural de Silicona

Nota: los calculos que se analizan siempre es en funcion a los casos criticos que se puedan presentar en obra, formulas han sido tomadas de calculo de Alberto Chiavarini(Dow Corning). La profundidad estructural debe ser de un minimo de 6mm independientemente de otros calculos, nota sumar 2mm al calculo para evitar errores de aplicacion.

1. Calculo a la carga de viento		
Altura(de analisis critico)	70	metros
Velocidad Inicial V_o	75	Km/h
Velocidad de Altura critica	115.08	Km/h
Presion de carga de viento a caso	52.97	kg/m ²
lado menor de cristal (mm)	1200	mm
Constante(resistencia de diseño del sellador 20 Psi)	14000	kg/m ²
Bite =	2.270	mm
Bite Redondeado =	5.00	mm

2. Calculo al peso propio		
Peso del Vidrio	48	Kg
Perimetro del vidrio (m)	6.4	metros
Resistencia del sellador	700	Kg/m ²
Bite =	10.714	mm
Bite Redondeado =	13.00	mm



Conclusiones	El ancho de silicona es:	13	mm
--------------	--------------------------	----	----

Calculo de la Altura del Cordón (Glue Line = GL)

Nota: Sabemos que el GL mas pequeño que se puede tomar es la tercera parte del Bite, para conservar la relacion 3:1. La deformacion maxima de un sellador estructural es del 15%. El espesor del cordón adhesivo debe ser de un minimo de 6.35mm o 1/4", independientemente de otros calculos.

1. Calculo de acuerdo con las deformaciones termicas		
Deformacion termica (vidrio)	0.92	mm
Deformacion termica (aluminio)	2.38	mm
Diferencia de temperatura	50	°C
Diferencia de deformaciones (Δ)	1.46	mm
GL =	2.57	mm

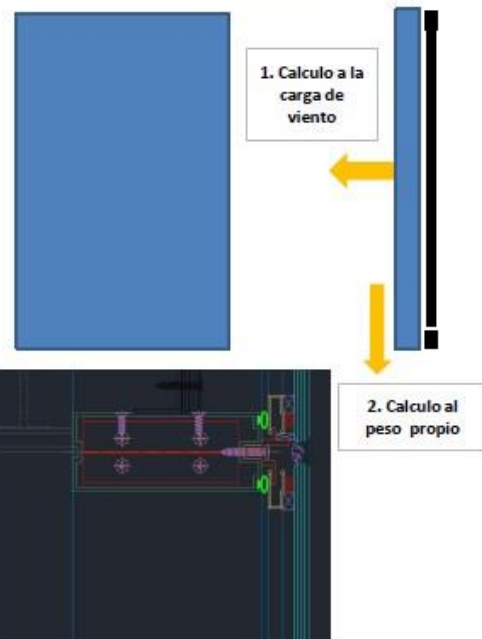
Conclusiones	La altura del cordón (GL) es:	4.33	mm
--------------	-------------------------------	------	----

En Resumen: Las dimensiones obtenidas luego de los calculos cumplen con todas las especificaciones tecnicas de Dow Corning, es decir son dimensiones optimas recomendadas.

Bite (mm)	13
Glue Line (mm)	6.4

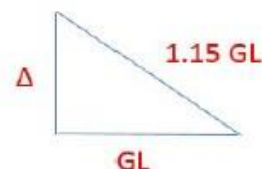
Dimensiones del panel critico:

Tipo de Cristal:	Templado
Serie:	templex
Espesor de Cristal (mm):	8
Base (mm):	1200
Altura (mm):	2000



Coefficientes de deformacion termica:

Vidrio	9.2E-06	mm/mm °C
Aluminio	2.38E-05	mm/mm °C



3.6 Análisis en laboratorio de los perfiles de aluminio

Con referencia a los análisis en laboratorio para los perfiles de los montantes de los perfiles de aluminio, en primer lugar, unimos los montantes en tramos cortos para lo cual trabajamos en taller los perfiles y los sujetamos con tornillos.



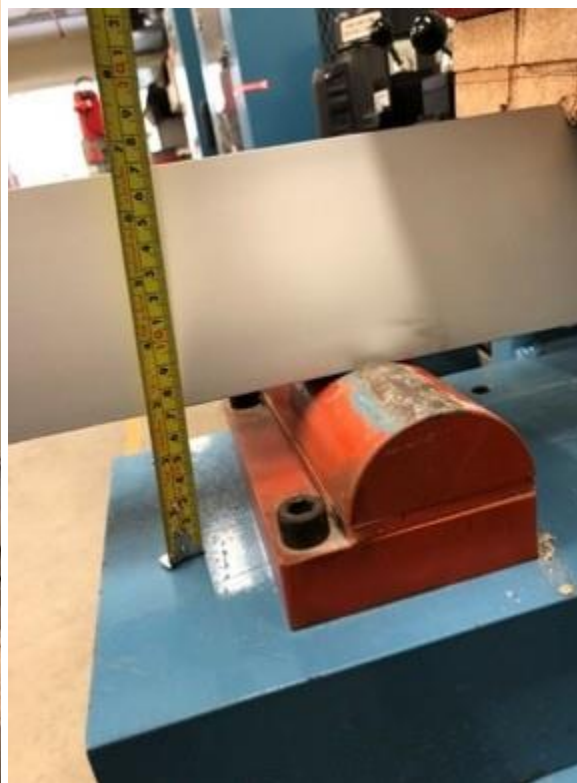
Posteriormente preparamos la prensa de flexión para poder someterlo a una presión distribuida, preparamos la prensa que nos permitan poder ingresarlos a la prensa de flexión para determinar las deflexiones producidas.

Probamos la primera muestra en la prensa de flexión, para lo cual tuvimos el cuidado suficiente para que no doble o caiga a la mesa, bajando con cuidado la prensa procedimos a realizar una presión uniforme hacia el perfil.



Posteriormente procedimos a probar la segunda muestra de perfil montante frame y someterlo a los esfuerzos de flexión en la prensa, teniendo en cuenta que la prensa tiene una fuerza hidráulica suficiente calculamos los kilos de presión hasta el momento que el perfil llegue a deformar y colapse totalmente esta condición llega el material a

separarse completamente entre sí, cuando llego a esta ese momento se detiene la prueba y se toma la información obtenida.



Se procedió a realizar la tercera prueba del perfil montante para determinar la resistencia a la flexión y deformación hasta su colapso, procedimos a colocarlo dentro de la prensa y centrarlo de tal manera la prensa lo presione de manera uniforme, durante la experimentación precedimos a medir las deflexiones a medida iba aumentando la presión hasta antes de su colapso, hasta determinar la deflexión final hasta la resistencia final.



Estos son los resultados obtenidos después del análisis de los perfiles en el laboratorio, tener en cuenta que los valores fueron registrados en la guía de observación, colocados en el anexo del trabajo.

RESULTADOS DE ANALISIS DE PRESION PARA PERFILES VERTICALES DE FACHADA

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 99CM2 - PRESION EJERCIDA DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm2	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
ALUMINIO 6063 - T5	90	4686	47.333	6	La muestra a colapsado, con un sonido metalico en donde el machimbrado se separa ya el material se sobrepasa su limite elastico hasta su deformacion.
ALUMINIO 6063 - T5	97	5413	54.677	5	La muestra a colapsado, con un sonido metalico en donde el machimbrado se separa ya el material se sobrepasa su limite elastico hasta su deformacion.
ALUMINIO 6063 - T5	73	4339.5	43.833	6	La muestra a colapsado, con un sonido metalico en donde el machimbrado se separa ya el material se sobrepasa su limite elastico hasta su deformacion.

48.61
KG/CM2 PROMEDIO

3.7 Análisis en laboratorio de los vidrios

Se tomaron una serie de muestras de vidrios de 20 x 20 cm para someterlos a presión, en la prensa hidráulica de 700000 lbs Forney, previamente preparamos un marco de madera para poder colocar los vidrios en la prensa sin que toque directamente la base inferior.



Posteriormente se procedió a probar la resistencia de los vidrios, colocándolos en la prensa, se empezó con los vidrios incoloro de 6mm, el cual se procedió a separar los vidrios y colocarlos de manera directa, presionándolos con el pistón hidráulico llegando probar cada uno y obteniendo diferentes resultados dependiendo el espesor del vidrio, se obtuvieron diferentes resultados, registrándolo en la hoja de observación.





RESULTADOS DE ANALISIS DE PRESION EN VIDRIOS DE FACHADAS

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 314.16CM2 - PRESION EJERCIDAD DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm2	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
Vidrio Flotado Incoloro 6MM	72	5230	16.648	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.
Vidrio Flotado Incoloro 6MM	26	5415	17.236	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.
Vidrio Flotado Incoloro 6MM	8	18130	57.709	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.
Vidrio Flotado Incoloro 6MM	10	15375	48.94	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.

46.84 KG/CM2 PROMEDIO

Vidrio LAMINADO Incoloro 6MM	45	1790	5.698	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.
------------------------------	----	------	-------	---	---

5.70 KG/CM2 PROMEDIO

Vidrio BRONCE 8MM	53	11565	36.812	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.
-------------------	----	-------	--------	---	---

36.81 KG/CM2 PROMEDIO

Vidrio GRIS 10MM	35	29305	93.28	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.
------------------	----	-------	-------	---	---

93.28 KG/CM2 PROMEDIO

3.8 Aplicación del estudio:

La constructora ABZ necesita instalar una fachada tipo frame en el distrito de surco cerca del ovalo monitor, el edificio en donde se va a instalar la fachada es el edificio más alto del Perú tiene 163 pisos y una altura de 828 metros, por lo que se tendrá que analizar si el sistema de fachada tipo Frame es posible ser instalado, el tamaño del panel típico es de 1500 x 3000 mm.

Resolución:

Para poder utilizar el sistema tipo frame analizaremos los componentes de la fachada, la cual nos permitirá conocer la capacidad del sistema.



De acuerdo con lo indicado por el proyectista debemos saber qué condiciones adversas afectarían a la fachada solicitada por el cliente:

- Los vientos son condiciones adversas las cuales afectarían a las edificaciones de gran altura, por lo que se deberán calcular para soportar las presiones, cargas negativas y soportar la carga de la estructura apoyado de la edificación.
- los terremotos, porque el edificio se encuentra instalado en Lima – Perú la cual está ubicado en el círculo de fuego del pacifico esto nos significa que el edificio será afectado por terremotos y temblores y la fachada debería estar preparada para soportar estas condiciones.

En el caso de los Vientos en primer lugar debemos determinar la ubicación del edificio y nos guiamos de la norma peruana E-40 vidrio, la Ubicación es surco cerca del ovalo monitor.

- A nivel país, el edificio se encuentra en la zona B color amarillo (18.0-21.6 km/hr) para 100 m. de altura.
- A nivel departamento se encuentra en la zona B color verde (14.4-18.0 km/hr) para 100 m. de altura.
- A nivel distrital se encuentra en la zona de Santiago de surco distrito N. 32 en la zona B de color naranja (21.6 – 25.2 km/hr) para 100 m. de altura.
- Ahora necesitamos calcular la presión real del viento para una altura de 828 m. de altura utilizando las fórmulas de la norma NTP E040 y NTP E020.

ANALIZAMOS CON LA NORMA NTP E – 040 PARA 828 METROS DE ALTURA

Metodo 1: para el calculo de la presion del viento Calculo de la velocidad de diseño según norma NTP E040

$$V_h = V \cdot \sigma$$

La velocidad de diseño (viento) hasta 10 m de altura, será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación, pero no deberá ser menor a 75 Km/h.

Siendo
 V_h , la velocidad corregida del viento en Km/h,
 V , la velocidad instantánea máxima del viento en Km/h,
 h , registrada a 10 m de altura sobre el terreno
 σ , el coeficiente de corrección de la Tabla 2.

Tabla 2
COEFICIENTE DE CORRECCION σ

ALTURA (m)	SIN OBSTRUCCIÓN (Categoría A)	OBSTRUCCIÓN BAJA (Categoría B)	ZONA EDIFICADA (Categoría C)
5	0,91	0,86	0,80
10	1,00	0,90	0,80
20	1,06	0,97	0,88
40	1,14	1,03	0,96
80	1,21	1,14	1,06
150	1,28	1,22	1,15

Como la altura de la edificación es de 828m. Debemos calcular el factor de corrección para esa altura en la categoría C, es por eso que interpolamos linealmente para hallar el coeficiente de corrección.

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} (X - X_0)$$

5 es a 0.8

150 es a 1.15

828mt. es a Y

Para 828 metros corresponde el valor de coeficiente de corrección de 2.79

$$V_h = (75 \times 2.79)$$

La velocidad corregida del viento en Km/h es **209.25 Km/h**

Calculo de la presión del Viento

$$P_h = 0,005 C V_h^2$$

Tabla 3
FACTORES DE FORMA (C)

CONSTRUCCION	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0,8	-0,5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0,3-0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0,7-0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0,8	-0,6
<i>El signo positivo (+) indica presión</i>		
<i>El signo negativo (-) indica succión</i>		










Se elige el factor 0.8 a barlovento para superficies verticales de edificios

$$P_h = 0.005 \times 219.75^2 \times 0.8$$

$$P_h = 175.14 \text{ Kg/m}^2$$

Tomamos la presión más significativa para el cálculo que es **175.14 kg/m²**.

Características de los componentes de fachada tipo Frame

Item	Componente descripción	característica fuerza aplicada	Restricciones de deflexión	Según Norma	Limite a la fluencia, del material	FOTO REFERENCIAL
1	Perfil montante A Y B - Aluminio 6063 T5	Acción del viento y fuerza peso del vidrio	L/200 o 15mm	UNE - EN 13830	110 MPA o 1121.69 Kg/cm ²	
2	Vidrio Templado - enmarcado 4 lados	Acción del viento	l/100	UNE - EN 572-1	50 MPA o 509.86 Kg/cm ²	
3	Perfil travesaño aluminio 6063 T5	Acción del viento y fuerza peso del vidrio	L/500 o 3mm	UNE - EN 13830	110 MPA o 1121.69 Kg/cm ²	
4	Silicona estructural Bicomponente + Catalizador	Acción del viento y fuerza peso del vidrio	Deformación máxima 15%, el espesor de la junta no deberá ser menor a 6.4mm	Silicona Dow Corning soluciones de desempeño comprobado	0.14 MPA o 1.43 Kg/cm ²	
5	Placa de anclaje de acero estructural A36 x 160 x 100 x 90 x 1/4"	Fuerza peso del panel de fachada y movimientos sísmicos	Falla de corte	NTP E090	200 MPA o 2039.43 Kg/cm ²	
6	Platina de acero de 3/8" acero inoxidable C304	Fuerza peso del panel de fachada y movimientos sísmicos	Falla de corte	UNE - EN 10088	210 MPA o 2141.4 Kg/cm ²	
7	Perno de Acero de 1/2"x 2" grado 8.8	Fuerza peso del panel de fachada y movimientos sísmicos	Falla de corte	NORMA DE PERNO ANSI B18	250 MPA o 2549.29 Kg/cm ²	
8	Perfil Union Estructural (Splice) de 5mm espesor x 300mm aluminio 6063 T6	Acción del viento y fuerza peso del vidrio	Falla de corte	UNE - EN 13830	180 MPA o 1835.49 Kg/cm ²	
9	Perno de expansión 3/8 x 3 3/4" grado 8 acero	Fuerza peso del panel de fachada y movimientos sísmicos	Falla de corte	MANUAL TECNICO HILTI	620 MPA o 6322.24 Kg/cm ²	

1. Perfil montante A y B aluminio 6063 T5

En primer lugar, analizamos los perfiles montantes A y B aplicando la presión obtenida, con el objetivo que no defleccione de acuerdo con la restricción ($L/200$ o 15mm el menor de estas dos condiciones) dada.



424201: Medidas: 30x106mm; Peso: 1.267 kg/m; Ixx: 60.13 cm⁴

424202: Medidas: 42.60x106mm; Peso: 1.443 kg/m; Ixx: 71.43 cm⁴

Inercia del Perfil tipo Frame machimbrado del montante vertical es de 131.56 cm⁴.

FACHADA FRAME Y STICK (Asefave Pag. 223 Calculo de montantes)

Tipo: Muro Cortina (Carga de Viento forma una superficie rectangular)

Datos generales de fachada		Material y Inercia Propuesta Montante (cm ⁴)		Grafico de la montante	
Material montante	Aluminio	Tipo de material de la montante	Aluminio		
Longitud L (mm)	3000	Mod. Elastico alum. (Kg o daN/cm ²)	700000		
Longitud A (mm)	1500	Base del perfil (mm)	65.00		
Area (cm ²)	33750	Alto del perfil (mm)	106.00		
Velocidad viento en zona		Inercia perfil PROPUESTO (cm ⁴)	131.56		
Velocidad inicial (km/h) de acuerdo NTP E040	75	I xx del perfil PROPUESTO (mm ⁴)	1315600.00		
Altura de Edificio (m)	828.00	Flecha del perfil propuesto (cm)	2.214		
Velocidad Final (Km/h)	219.75	Flecha del perfil propuesto (mm)	22.14		
Presion de viento		W x (cm ³) momento resistente	24.82	Inercia requerida	
Presion de viento	175.14			I min. (cm ⁴)	194.15
	1718.12			I min. (mm ⁴)	1941517.79
Q	579.87				
		Flecha admisible			
		1er caso	2do caso	f adm. (mm)	
		15	15	15	
Tension admisible de calculo (daN/cm²)					
1300	1.1	1181.82			
Momento de servicio de Calculo M* (daN/cm)		43490.00			
Tension Calculada del problema (daN/cm ²)		1752.03			

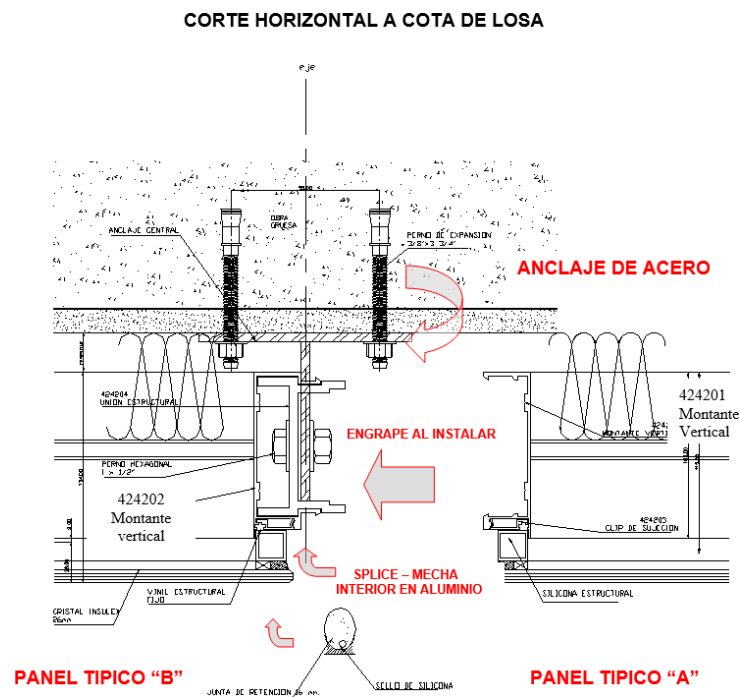
Verificacion y comprobacion de Hipotesis					
Comprobacion de Flecha		Comprobacion de Inercia		Comprobacion de la Tension del Calculo	
mm	mm	cm ⁴	cm ⁴	daN/cm ²	daN/cm ²
22.14	<=	15.00	>=	1752.03	<=
		131.56		194.15	
El Perfil propuesto no cumple con el requerimiento de flecha admisible de acuerdo a la norma EN 13830 se recomienda mejorar el perfil montante en seccion y espesor.		El Perfil propuesto no cumple con el requerimiento de Inercia requerida de acuerdo a la norma EN 13830 se recomienda mejorar el perfil montante aumentando la seccion y espesor.		La Montante propuesta no cumple con la tension admisible de acuerdo a la norma EN 13830 se recomienda mejorar el perfil montante aumentando la seccion y espesor.	

De acuerdo con la hoja de cálculo desarrollada en base a la norma EN 13830 en donde no se están cumpliendo tres de las condiciones principales.

- El límite de la flecha debido a la presión ejercida sobre los montantes lo sobrepasa en 22.14mm cuando el límite requerido es de 15mm.
- El límite de la resistencia a la tensión que debe tener el perfil a la altura propuesta es de 1786.575 Kg/cm²(1752. daN/cm²) y con la que contamos es 1205.12 Kg/cm²(1181.82 daN/cm²), por la geometría del perfil no resistiría a la altura ya que su deflexión es mayor a límite indicado en la norma.
- La inercia necesaria para cumplir con la altura propuesta es de 194.15 cm⁴ y la inercia con la que contamos es de 131.56 cm⁴, debemos mejorar la inercia para mejorar su comportamiento estructural.

Propuestas de Mejora:

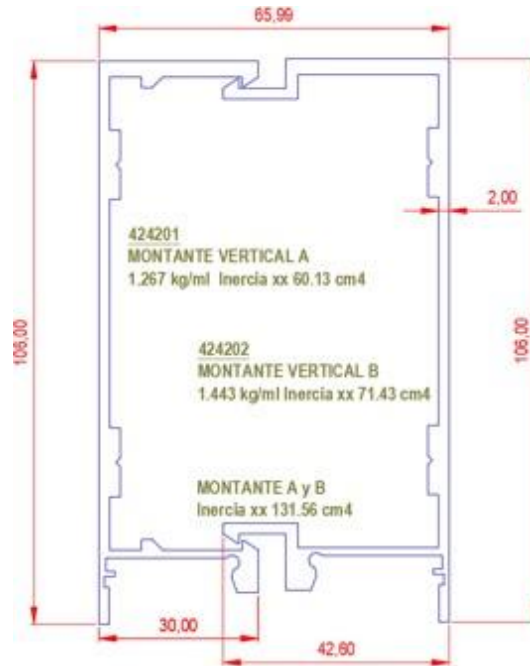
- Mejorar la geometría alargando y engrosando el perfil de esta manera se puede obtener un componente más resistente cuya deflexión permita estar dentro de los límites. La mejora de la geometría deberá ser analizado con los softwares de elementos finitos y cálculos teóricos, debiendo conservar su comportamiento mecánico de movimiento laterales y verticales con el fin de absorber desplazamientos que generan los sismos fuertes. La conservación de sus capacidades mecánicas permitirá la facilidad en la instalación y manipulación.



- La segunda propuesta es mejorar su comportamiento inercial del montante cambiando el material de aluminio a acero inoxidable, esta propuesta haría que la fachada aumente su precio, por lo que también se propone poder aumentar su rigidez combinando y reforzándolo, agregándole interiormente un tubo de acero A36 para aumentar su inercia y controlar la deflexión.

Desarrollamos las mejoras en primer lugar cambiamos la geometría de los perfiles tipo frame en Autocad o inventor profesional estos softwares nos permitirá aumentar la inercia de los perfiles de 131.56 cm⁴ necesitamos alcanzar los 264.24 cm⁴.

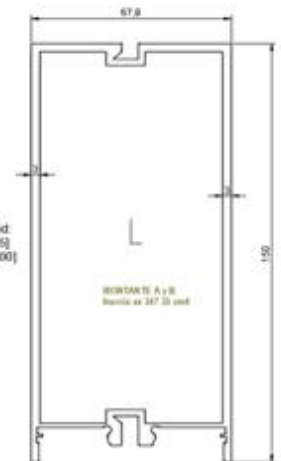
DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL MURO CORTINA TIPO FRAME SERIE 4242 EN LA REDUCCIÓN DE DEFLEXIONES EN EDIFICIOS EN LIMA 2021



Area: 942.7036
Perimeter: 811.5458
Bounding box: X: -33.0129 - 33.3871
Y: -64.3927 - 55.6073
Centroid: X: 0.0000
Y: 0.0000
Moments of inertia: X: 1741979.2039
Y: 645206.0815
Product of inertia: XY: 835.9839
Radii of gyration: X: 42.9867
Y: 26.1614
Principal moments and X-Y directions about centroid:
I: 1741979.8411 along [1.0000 0.0008]
J: 645205.4442 along [-0.0008 1.0000]



A: Area 1290.7379
B: Perimeter 934.6892
C: Bounding box: X: -33.7633 - 34.0367
D: Y: -78.6595 - 71.3405
E: Centroid: X: 0.0000
F: Y: 0.0000
G: Moments of inertia: X: 3473554.5545
H: Y: 1023452.0076
I: Product of inertia: XY: 1133.8888
J: Radii of gyration: X: 51.8762
K: Y: 28.1588
L: Principal moments and X-Y directions about centroid:
M: I: 3473555.0792 along [1.0000 0.0005]
N: J: 1023452.0828 along [-0.0005 1.0000]



Area: 1200.7379
Perimeter: 874.6892
Bounding box: X: -33.7531 - 34.0469
Y: -71.1913 - 63.8087
Centroid: X: 0.0000
Y: 0.0000
Moments of inertia: X: 2642464.4279
Y: 928904.9005
Product of inertia: XY: 1044.0050
Radii of gyration: X: 46.9116
Y: 27.8139
Principal moments and X-Y directions about centroid:
I: 2642465.0639 along [1.0000 0.0006]
J: 928904.2644 along [-0.0006 1.0000]



Area: 1040.7379
Perimeter: 852.6892
Bounding box: X: -33.2305 - 33.5695
Y: -69.1655 - 60.8345
Centroid: X: 0.0000
Y: 0.0000
Moments of inertia: X: 2210863.7216
Y: 750180.9827
Product of inertia: XY: 932.2571
Radii of gyration: X: 46.0904
Y: 26.8480
Principal moments and X-Y directions about centroid:
I: 2210864.3166 along [1.0000 0.0006]
J: 750180.3877 along [-0.0006 1.0000]



Después de realizar los cambios en la geometría del perfil hemos alcanzado 264.24 cm⁴ de Inercia en el eje XX para cubrir la presión solicitada.

FACHADA FRAME Y STICK (Asefave Pag. 223 Calculo de montantes)

Tipo: Muro Cortina(Carga de Viento forma una superficie rectangular)

Datos generales de fachada		Material y Inercia Propuesta Montante (cm ⁴)		Grafico de la montante	
Material montante	Aluminio	Tipo de material de la montante	Aluminio		
Longitud L (mm)	3000	Mod. Elastico alum.(Kg o daN/cm ²)	700000		
Longitud A (mm)	1500	Base del perfil (mm)	65.00		
Area (cm ²)	33750	Alto del perfil (mm)	135.00		
Velocidad viento en zona		Inercia perfil PROPUESTO(cm ⁴)	264.25		
Velocidad inicial (Km/h) de acuerdo NTP E040	75	I xx del perfil PROPUESTO(mm ⁴)	2642500.00		
Altura de Edificio (m)	828.00	Flèche del perfil propuesto(cm)	1.102		
Velocidad Final (Km/h)	219.75	Flèche del perfil propuesto(mm)	11.02		
Presion de viento		W x (cm ³) momento resistente	39.15		
Presion de viento	175.14	Kgf/m ² o daN/m ²			
	1718.12	N/m ²			
Q	579.87	(kgf o daN)			
Tension admisible de calculo(daN/cm²)		Flèche admisible		Inercia requerida	
1300	1.1	1181.82	1er caso	2do caso	f adm. (mm)
Momento de servicio de Calculo M* (daN/cm)		43490.00	15	15	15
Tension Calculada del problema(daN/cm ²)		1110.91			I min. (cm ⁴)
				194.15	
				I min. (mm ⁴)	
				1941517.79	

Verificacion y comprobacion de Hipotesis							
Comprobacion de Flecha		Comprobacion de Inercia			Comprobacion de la Tension del Calculo		
mm	<=	mm	cm ⁴	>=	cm ⁴	daN/cm ²	<=
11.02		15.00	264.25		194.15	1110.91	1181.82
La Montante Propuesta cumple con el requerimiento de flecha de acuerdo a la norma EN13830 (L/200 o 15mm).			La Montante Propuesta cumple con tener una Inercia Mayor a la requerida de acuerdo a la norma EN13830.			La Montante Propuesta cumple con tener una tension mayor o igual a la originada en el calculo de acuerdo a la norma EN13830.	

Después de haber modificado la geometría del montante hemos alcanzado a cubrir la flecha que se genera al deflectar el perfil con un 11.02mm antes del límite de la norma que es 15mm.

Con respecto a límite de tensión del aluminio 6063 T5, el esfuerzo máximo a esa altura y con las modificaciones realizadas alcanza en un 1110.91daN/cm² (1132.81 Kg/cm²) no supera el límite de tensión teórico del aluminio de 1205.12 Kg/cm².

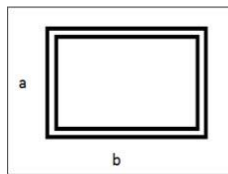
No se tomo en cuenta la opción de agregar un refuerzo al aluminio por ser una alternativa inviable en el aspecto económico y técnico además que no facilitaría a la manipulación instalación de la estructura tipo Frame.

2. Vidrio templado enmarcado en los 4 lados

Para efectuar la instalación debemos elegir el vidrio adecuado por lo que utilizaremos las normativas internacionales UNE 13474-1-2, para la elección del cristal adecuado que nos permita brindar la seguridad, confiabilidad y confianza que necesita el cliente. Teniendo en cuenta que el panel es de 1500 x 3000 consideramos que el vidrio de mayor dimensión es el de 1500 x 2000 quedando como vidrio mas pequeño el de 1500 x 1000 como se da en los casos en que el vidrio tiene que cubrir zonas de la fachada para esconder la losa, lana mineral, sello

H1: TIPO DE VIDRIO SIMPLE (RECOCIDO O TEMPLADO) NORMA EUROPEA 13474-1 Y 2

Datos vidrio		
Espesor(1,2,3 no colocar)	10	0.01
Base (mm) y (m)	1500	1.5
Alto (mm) y (m)	2000	2
Area (m2)	3	



Parametros de acuerdo a acciones en el cristal			
Coeficiente de dimension Ka			
Ka	1.04492		
Nota: Ver tabla 6 (EN 13474-1)			
Coeficiente de modificacion Kmod			
Kmod	0.72		
Resistencia generica del vidrio Recocido			
f _{gk} (N/mm2)	45		
Nota: Ver tabla 4 (EN 13474-1)			
Resistencia del vidrio templado			
f _{bk} (N/mm2)	120		
Coeficientes parciales para las acciones			
Estado limite ultimo		Estado limite servicio	
γ _{G1} (N/mm2)	1.35	γ _{G2} (N/mm2)	1.13
Gk1	0	Gk1	0
Nota: Ver tabla 2 (EN 13474-1)			
Coeficiente parcial nacional		Coeficientes parciales	
γ _n	1	γ _m	1.8
		γ _v	2.3
Nota: Ver tabla 8 (EN 13474-1)			

Coeficientes para valores de Poisson comprendidos entre 0.20 y 0.24

NOTA: Para valores de "K" ver tablas de anexo B y C, usar datos de λ y p*

K1	K2	K4	K5
0.361	0.322	0.065	0.029

1). Acrilamiento rectangular con apoyo sobre 4 lados:

E	a (m)	b (m)	λ = a/b	p*
700000	1.5	2	0.75	17.19

Tension maxima en traccion $[\sigma^*]_{max} = K_1 \cdot (a^2/h^2) \cdot F_d$

σ max. (N/mm2) 19.30

Tension efectiva del calculo $[\sigma^*]_{efec} = K_2 \cdot (a^2/h^2) \cdot F_d$

σ efec. (N/mm2) 17.20

Flexion max. (flexion maxima) $[w^*]_{(max)} = K_4 \cdot (a^4/h^3) \cdot F_d/E$

Flexion max. 0.74

Cambio Volumen $V = K_5 \cdot (a^4/h^3) \cdot F_d/E \cdot ab$

Vol. (mm3) 1505795.73

Vol. (m3) 0.0015058

Datos Cargas		
Accion variante		
Velocidad Inicial	75	Km/H
Altura (H)	882	Metros
Velocidad de H	200.939	Km/H
Presion x Piso kg-F/m2 y N/m2	161.506	1584.374
Viento (KN/m2)	1.58437399	
Nieve (KN/m2)	0	
Σ Qi	0	
Accion permanente		
Peso propio V.1 Gk1(KN/m2)	0	

Primera conclusion

Flecha Admisible >= Flecha maxima	10.00	>=	7.44	La Flecha del cristal cumple con el requerimiento de diseño.
-----------------------------------	-------	----	------	--

Segunda conclusion

Si es vidrio recocido		Si es vidrio templado	
¿Tension Efectiva admisible > =Tension efectiva del calculo? (Mpa)	Cumple con el requerimiento de cargas Mpa	¿Tension Efectiva admisible > =Tension efectiva del calculo? (Mpa)	Cumple con el requerimiento de cargas Mpa
17.23	>= 17.20	49.83	>= 17.20

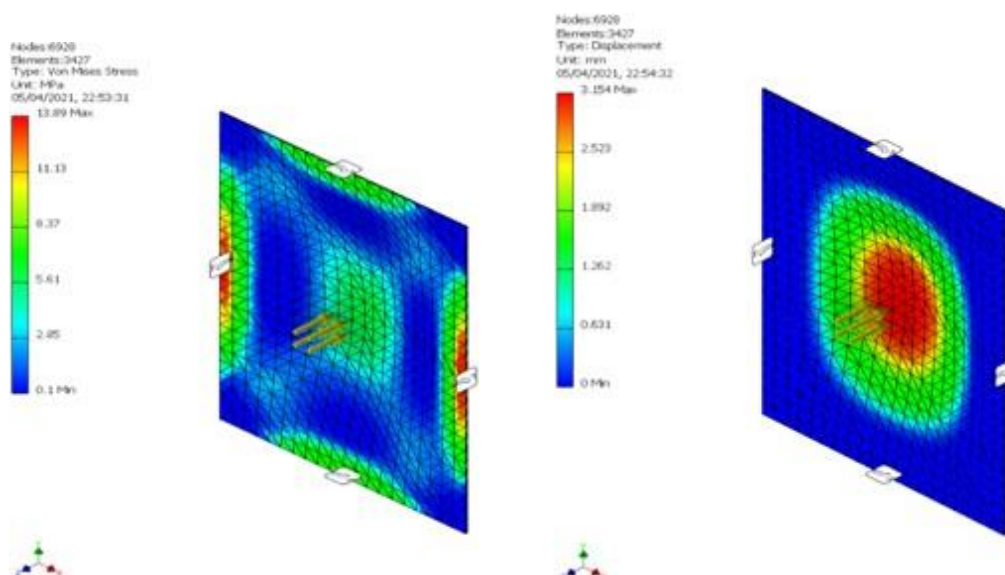
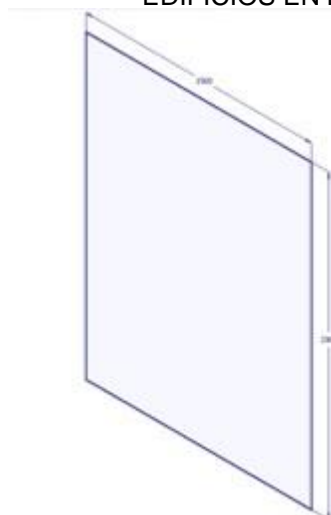
Possibilidad de Rotura	99.86%	Possibilidad de Rotura	34.52%
------------------------	--------	------------------------	--------

Calculos	Flecha Admisible		Tensiones Efectiva admisibles	
	L/200 (mm)	10	SI ES VIDRIO RECOCIDO	SI ES VIDRIO TEMPLADO
			f _{g,d} (N/mm2) 17.23	f _{g,d} (N/mm2) 49.83
Estado limite ultimo				
Una sola variable			Una sola variable	
Fd (KN/m2)	2.376560978	$F_d = \sum_{i=1}^n \frac{[Q_i \cdot G_i] \cdot \gamma_m}{\gamma_n + 1.5 \cdot Q_i \cdot \gamma_n}$	Fd (KN/m2) 1.58437399	$F_d = \sum_{i=1}^n [Q_i \cdot G_i + 1 \cdot Q_i \cdot \lambda_i]$
Fd (N/m2)	2376.560978		Fd (N/m2) 1584.37399	
Varias variables			Varias variables	
Fd (KN/m2)	0	$F_d = \sum_{i=1}^n \frac{[Q_i \cdot G_i] \cdot \gamma_m}{\gamma_n + 1.35 \cdot \sum_{i=1}^n [Q_i \cdot \lambda_i]}$	Fd (KN/m2) 0	$F_d = \sum_{i=1}^n [Q_i \cdot G_i + 0.9 \cdot \sum_{i=1}^n Q_i \cdot \lambda_i]$
Fd (N/m2)	0		Fd (N/m2) 0	

Hemos preparado una hoja de cálculo según las especificaciones de la norma UNE 13474.-1-2 en donde elegimos el correcto vidrio, introducimos los valores de Altura y presión para darle las condiciones más desfavorables que tiene el cristal. Como resultado obtenemos que la presión a esa altura genera una flecha de 7.44mm debajo del límite que son los 10mm.

El vidrio deberá ser necesariamente de 10mm de espesor y templado porque su resistencia es mayor.

En base a estos resultados obtenemos que el vidrio de 10mm templado cumple con las condiciones de diseño a esa altura, también se puede considerar otros tipos de vidrio como son los vidrios laminados que cumplan con el grosor o cristales Insulados considerando en el primer cristal como un vidrio de 10mm y la combinación de otro vidrio. Las especificaciones de traslucidez, transmitancia térmica, transparencia, opacidad, porcentaje de UV, estas condiciones son un tema aparte de selección.

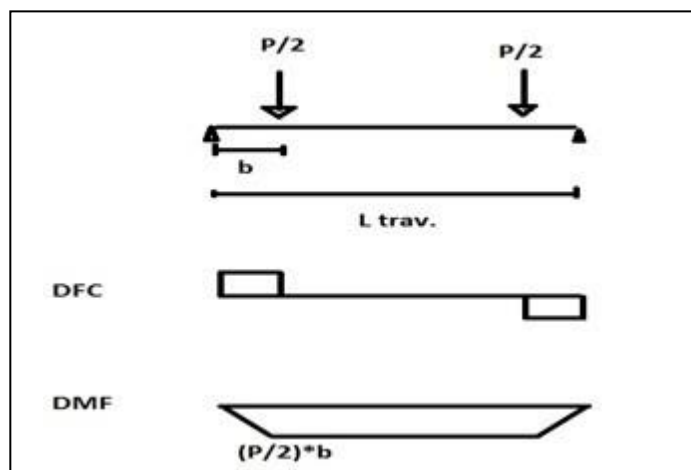


De acuerdo con el resultado por elementos finitos, el máximo esfuerzo se genera en los extremos 13.89Mpa, y un desplazamiento de 3.154mm que se produce en el centro del cristal.

3. Perfil travesaño 6063 T5

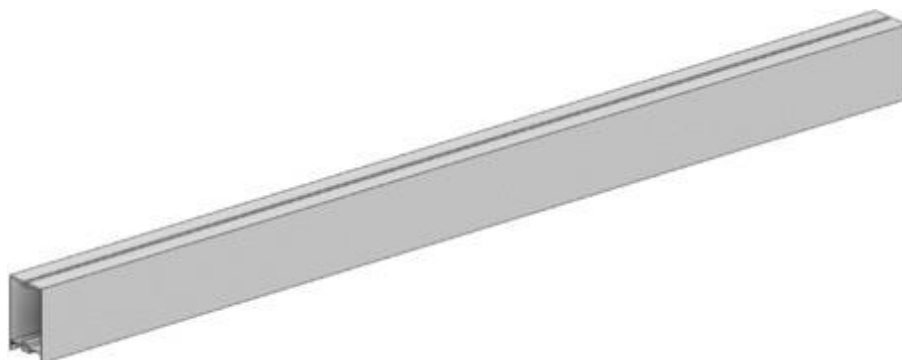
Para el análisis de este perfil consideraremos que el perfil travesaño, esta constantemente sometido al sostenimiento del peso del vidrio de mayor dimensión de 1500 x 2000 mm.

Por lo que calculamos el peso del vidrio y sometemos el perfil a las pruebas respectivas considerando el análisis estático del mismo.



Comportamiento del travesaño sometido a presión.

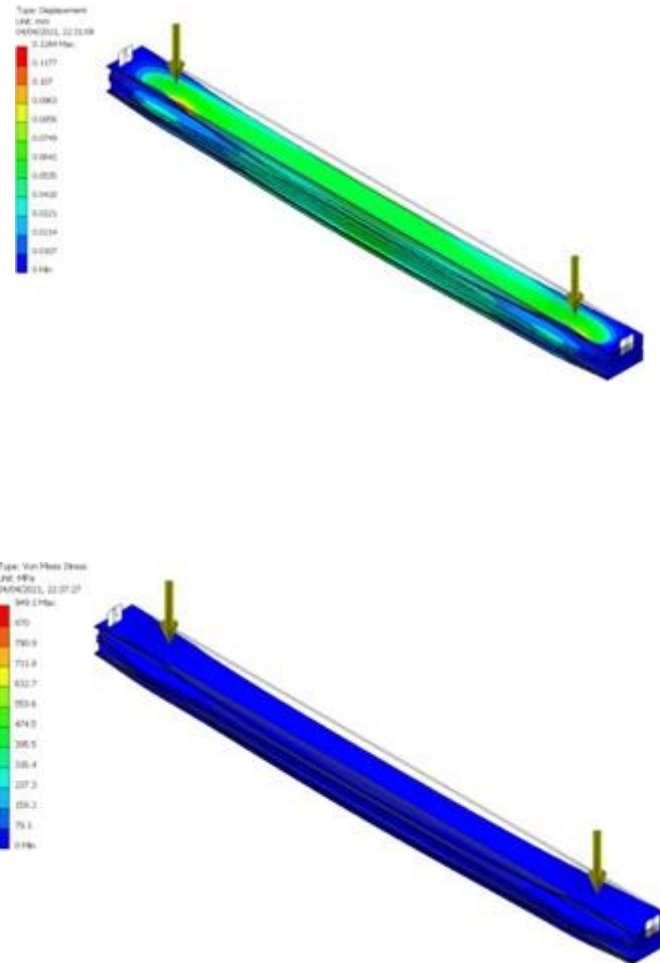
El Perfil montante horizontal el cual soporta el peso del vidrio de mayor dimensión del panel, por lo que vamos a hacer el análisis por elementos finitos.



Se carga el perfil con el peso del cristal de 1500x2000x10mm de espesor el peso es de 75kg. Lo cual se reparte de manera puntual en los extremos del perfil.



De acuerdo con el análisis el perfil tiene un desplazamiento de 0.129mm y un máximo esfuerzo de 949.1Mpa, solo en la zona de máxima donde se encuentra la presión puntual, más allá el perfil no es sometido a esfuerzos máximos que sobrepasen su límite de fluencia.



4. Silicona estructural bicomponente + catalizador

Para el análisis de la silicona debemos calcular el correcto Bite de silicona, teniendo en cuenta las condiciones a la que está sometido para una presión de 193.16 Kg/m². Para eso tomamos como referencian el manual de mayor fabricante de silicona para fachadas como lo es Dow Corning que por su experiencia e investigación ha desarrollado los cálculos para determinar el cordón (Bite) de silicona adecuado que cumplan las especificaciones técnicas de solicitud. He desarrollado un cuadro Excel para determinar el tamaño el cordón tomando en cuenta las referencias teóricas.

PARA CRISTAL MONOLITICO

Calculo del Bite Estructural de Silicona

Nota: los calculos que se analizan siempre es en funcion a los casos criticos que se puedan presentar en obra, formulas han sido tomadas de calculo de Alberto Chiavarini(Dow Corning). La profundidad estructural debe ser de un minimo de 6mm independientemente de otros calculos, nota sumar 2mm al calculo para evitar errores de aplicacion

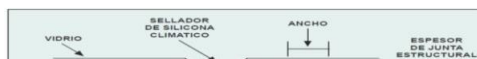
1. Calculo a la carga de viento

Altura(de análisis crítico)	10	metros
Velocidad Inicial V_o	75	Km/h
Velocidad de Altura crítica	75.00	Km/h
Presion de carga de viento a lado menor de cristal (mm)	22.50	kg/m ²
Constante(resistencia de diseño del sellador 20 Psi)	1500	mm
Bite =	14000	kg/m ²
Bite =	1.205	mm
Bite Redondeado =	4.00	mm

2. Calculo al peso propio

Peso del Vidrio	75	Kg
Perimetro del vidrio (m)	7	metros
Resistencia del sellador	700	kg/m ²
Bite =	15.306	mm
Bite Redondeado =	18.00	mm

Face of Architectural Design (formulario no. la revisión del proyecto y control de calidad, en www.dowcorning.com.



Conclusiones	El ancho de silicona es:	18	mm
--------------	--------------------------	-----------	----

Calculo de la Altura del Cordón (Glue Line = GL)

Nota: Sabemos que el GL mas pequeño que se puede tomar es la tercera parte del Bite, para conservar la relacion 3:1. La deformacion maxima de un sellador estructural es del 15%. El peso or del cordón adhesivo debe ser de un minimo de 6.35mm o 1/4", independientemente de otros calculos.

1. Calculo de acuerdo con las deformaciones termicas		
Deformacion termica (vidrio)	0.92	mm
Deformacion termica (aluminio)	2.38	mm
Diferencia de temperatura	50	°C
Diferencia de deformaciones (Δ)	1.46	mm
GL =	2.57	mm

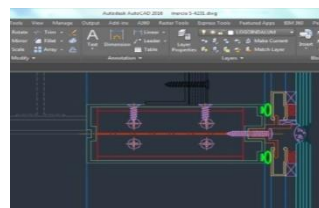
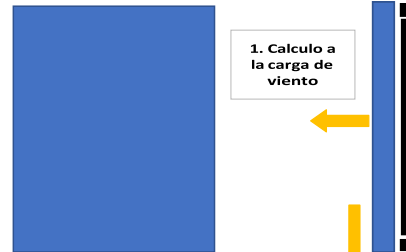
Conclusiones	La altura del cordón (GL) es:	6.00	mm
--------------	-------------------------------	-------------	----

En Resumen: Las dimensiones obtenidas luego de los calculos cumplen con todas las especificaciones tecnicas de Dow Corning, es decir son dimensiones optimas recomendadas.

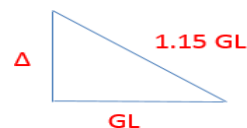
Bite (mm)	18
Glue Line (mm)	6.4

Dimensiones del panel crítico:

Tipo de Cristal:	Templado
Serie:	templex
Espesor de Cristal (mm):	10
Base (mm):	1500
Altura (mm):	2000



Coefficientes de deformacion termica		
Vidrio	9.2E-06	mm/mm °C
Aluminio	2.38E-05	mm/mm °C



De acuerdo con el resultado teórico se requiere de un Bite de 18mm x 6.4mm para sostener 1500 x 2000mm x 10mm del tamaño del vidrio más crítico.

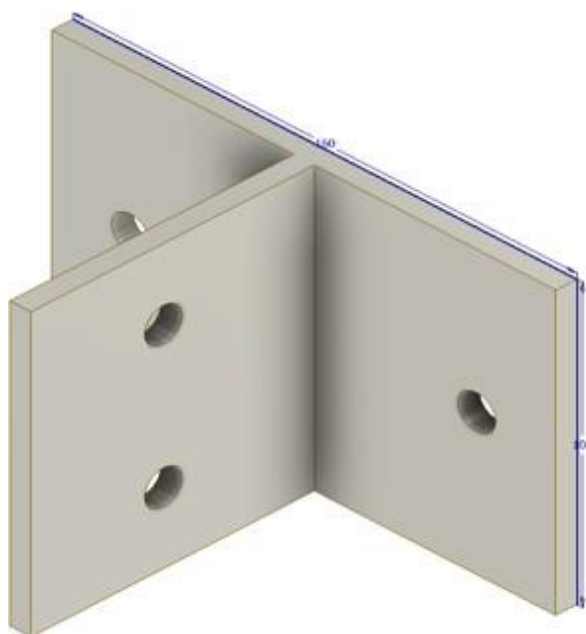
5. Placa de anclaje de acero estructural A36 x 160 x 100 x 90 x 1/4"

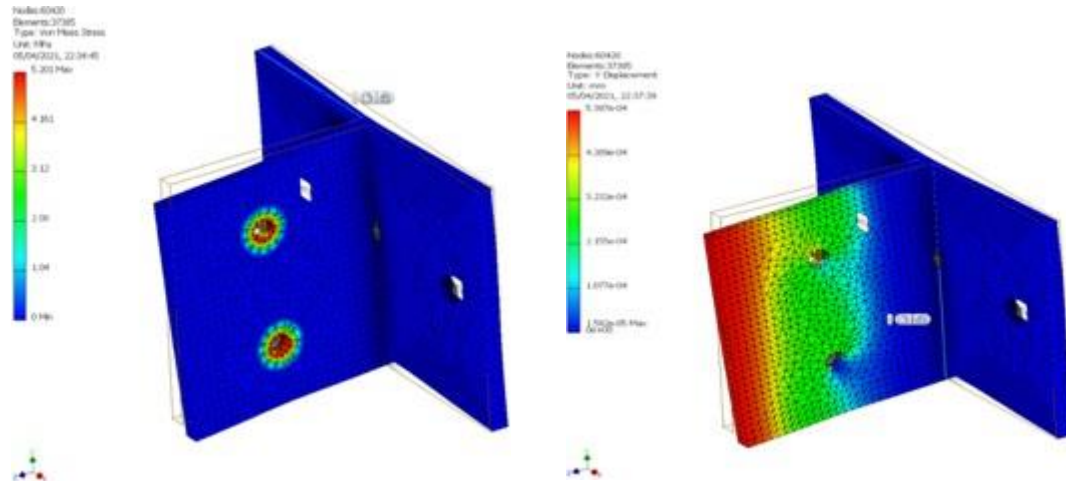
Para el cálculo de la placa de anclaje en donde la mayor afectación es el peso del panel de la fachada y los movimientos sísmicos, por el cual realizaremos el análisis estático de la placa a través del software de elementos finitos – inventor profesional.

En primer lugar, diseñaremos la placa y simularemos su comportamiento estructural aplicando la fuerza provocada por el peso del panel. Calculamos el peso del panel.

Perfiles de aluminio 6063 T5	unid	Longitud	Kg / ml	peso	
Montante vertical 424201 modificada	1	3000	1.5	4.5	kilos
Montante vertical 424202	1	3000	1.71	5.13	kilos
Montante Horizontal 424205	1	1500	2.934	4.401	kilos
Clip de sujeccion 424203	1	12000	0.12	1.44	kilos
Perfil montante estructural 424204	1	300	2.62	0.786	kilos
Perfil Horizontal lateral 424206	2	1500	1.504	2.256	kilos
Cristales	unid	Altura	Ancho	peso	
Cristal Templado Incoloro reflejante 10mm	1	2000	1500	75	kilos
Cristal Templado Incoloro reflejante 10mm	1	1000	1500	37.5	kilos
Silicona Estructural	unid	Altura	Ancho	peso	
Bite de 18mm x 6.5 (20mm x 7mm)	1	12000	0.5	6	kilos
Tornillos	unid			peso	
Tornillos autorroscante flat 8x1"	10		0.02	0.2	kilos
Tornillos autorroscante pan 8x3/4"	20		0.02	0.4	kilos
Tornillos autorroscante pan 8x1"	10		0.02	0.2	kilos
			total	137.813	kilos

En función al peso del panel calculamos la resistencia de la placa de anclaje aplicando las características de la placa.





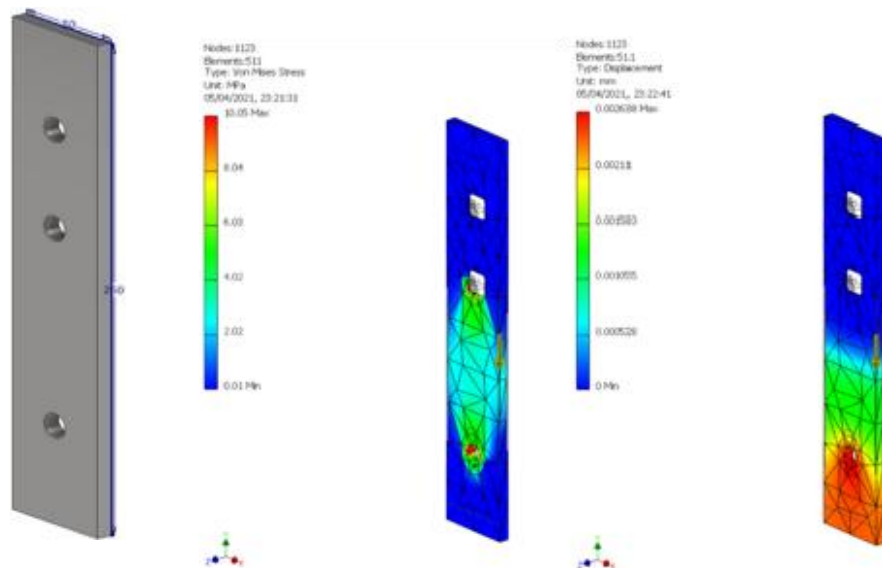
De acuerdo el análisis de elementos finitos por medio de inventor profesional se determina que el máximo desplazamiento es 0.0005387mm y el esfuerzo máximo que es sometido la placa es en la zona de los pernos que conectan la placa con los montantes 5.201 Mpa.

Podemos concluir que la placa de anclaje y su geometría cumplen con el requisito para sostener el panel.

6. Platina de acero de 3/8" acero inoxidable C304

La característica de este perfil es el de ajustar el panel con el perfil estructural y la placa de anclaje, por lo que se tiene que analizar en función de la fuerza que ejerce el peso completo del panel. Otra de las características del perfil es que este sirve para poder izar el panel colocando un cáncamo de izaje en el extremo.

Las dimensiones del perfil es de 50 x 250mm acero inoxidable C304.



De acuerdo con el análisis la platina resiste los esfuerzos y desplazamientos sometidos al peso del panel con 10.05 Mpa y la resistencia del Acero inoxidable es de 210 Mpa pasa de manera muy eficiente. En el caso del desplazamiento 0.002638mm el desplazamiento no llega a 1mm por lo que el desplazamiento es imperceptible. Se queda con este perfil de la serie Frame.

7. Perno de Acero de 1/2"x 2" grado 8.8

El perno de acero de 1/2", tiene la característica de sostener el panel con la placa de anclaje.

El esfuerzo cortante se define $T = V/A$, además T admisible. = 250 Mpa,

Reemplazando: $250000 \text{ Kpa} = 1.352 \text{ KN} / A$

$A = 5.41 \times 10^{-5} \text{ m}^2$,

En el caso del perno se utiliza la formula cilíndrica, $A = (\text{Pi} * D^2) / 4$; resolviendo obtenemos $D = 0.83 \text{ cm}$ por lo que podemos indicar que como mínimo de tener 1 cm de

diámetro ósea de un diámetro de 3/8 “, con 1/2” de diámetro el perno tiene una resistencia adecuada considerando el respectivo valor de seguridad.

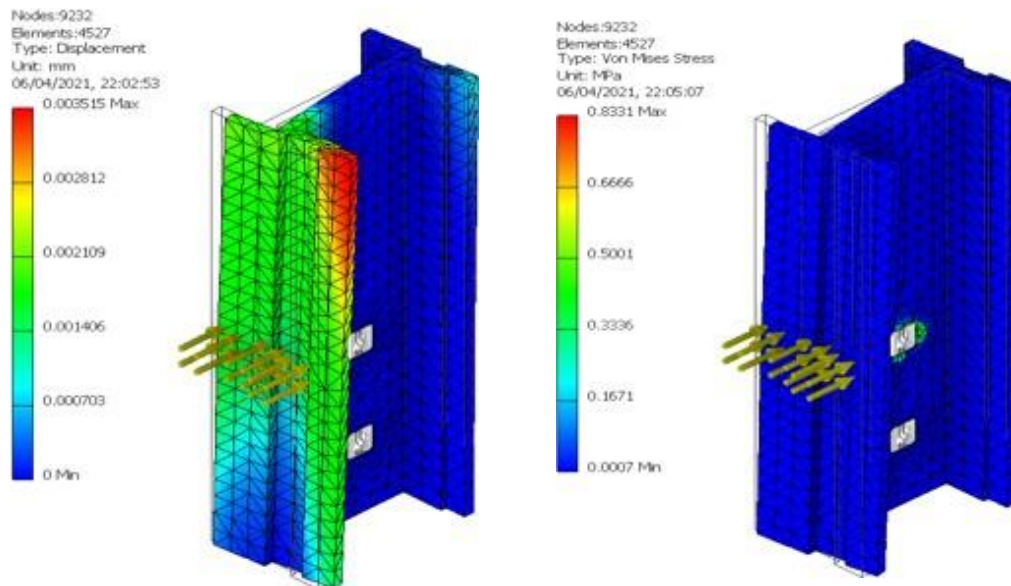
8. Perfil Unión Estructural (Splice) de 5mm espesor x 300mm aluminio 6063 T6

El perfil estructural tiene la característica de servir al panel de guía y apoyo en el momento de la instalación, así el panel que esta arriba se sostiene sobre el panel de abajo. Es por eso por lo que sobresale para recibir el panel.

Adjunto la foto del perfil.



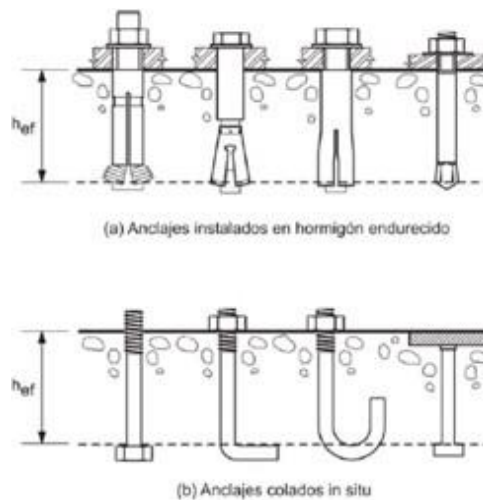
Al perfil le aplicamos la presión 193.16 Kg/m² correspondiente a la altura, la presión la aplicamos porque el perfil servirá de guía para el panel superior.



Podemos determinar según el análisis que el desplazamiento en el perfil es de 0.003515mm y el máximo esfuerzo que se somete el perfil es de 0.8331 Mpa. De acuerdo a estos resultados podemos indicar que el perfil se acepta para la instalación del panel en las condiciones solicitadas.

9. Perno de expansión 3/8 x 3 3/4" grado 8 acero

El perno de expansión es un elemento que conecta la estructura de concreto con la estructura de aluminio de la fachada y es de suma importancia elegir el correcto perno porque está en función a su instalación, seguridad, resistencia al corte, generalmente este es empotrado a la losa, en el caso del tipo Frame es empotrado al borde de losa, por lo que en el momento de instalarlo se debe tener el cuidado de introducirlo de manera correcta para que su eficiencia sea al cien por ciento de su capacidad.



Generalmente el perno que se empotra en losa para sostener la placa de anclaje es Kwik bolt 3 que es un anclaje de torque controlado, para el anclaje mecánico.



Teniendo en cuenta la tabla de HILTI el proveedor mas representativo en el campo de los anclajes, en su tabla técnica el perno de 3/8" de diámetro con el estándar de empotramiento es de 64mm, a corte es 6.5 kN (662.82 Kg-F), en el caso del máximo esfuerzo de tensión 6.9kN (703.6 Kg-F). de acuerdo con estas especificaciones se puede determinar que un solo perno puede sostener seis veces el panel, pero por estabilidad siempre se deben considerar 02 pernos para sujetar la placa de acero.

Anclaje de Expansión Kwik Bolt 3

4.4.2


Cargas permisibles para Kwik Bolt 3 de acero al carbón en concreto ¹

Diámetro del anclaje pulg. (mm)	Prof. del empotramiento pulg. (mm)	$f'c = 2000 \text{ psi (13.8 MPa)}$		$f'c = 3000 \text{ psi (20.7 MPa)}$		$f'c = 4000 \text{ psi (27.6 MPa)}$		$f'c = 6000 \text{ psi (41.4 MPa)}$	
		Tensión lb (kN)	Corte ² lb (kN)	Tensión lb (kN)	Corte ² lb (kN)	Tensión lb (kN)	Corte ² lb (kN)	Tensión lb (kN)	Corte ² lb (kN)
1/4 (6.4)	1 1/8 (29)	300 (1.3)		365 (1.6)		430 (1.9)		550 (2.4)	
	2 (51)	635 (2.8)	530 (2.4)	715 (3.2)	530 (2.4)	800 (3.6)	530 (2.4)	845 (3.8)	530 (2.4)
	3 (76)	755 (3.4)		795 (3.5)		840 (3.7)			
3/8 (9.5)	1 5/8 (41)	790 (3.2)	1135 (5.0)	910 (4.0)	1275 (5.7)	1095 (4.9)	1420 (6.3)	1090 (4.8)	
	2 1/2 (64)	1260 (5.6)	1460 ³ (6.5)	1555 (6.9)	1460 ³ (6.5)	1850 (8.2)	1460 ³ (6.5)	2060 (9.2)	1460 ³ (6.5)
	3 1/2 (89)	1580 (7.0)		1770 (7.9)		1965 (8.7)		2150 (9.6)	
	2 1/4	1235	1865	1430	2300	1620	2735 ⁴	1975	

Resumen:

Los resultados obtenidos de cada componente se agrega en la columna “resultados para controlar la deflexión”, estos resultados le permitirán poder tomar la decisión de manera confiable y segura, brindándole a su cliente final la seguridad, confiabilidad y serviciabilidad que la fachada necesita.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Item	Componente descripción	CAMBIO REALIZADO	Restricciones de deflexion	Limite a la fluencia, del material	RESULTADOS PARA CONTROLAR LA DEFLEXION	FOTO REFERENCIAL
1	Perfil montante A Y B - Aluminio 6063 T5	MODIFICACION DE LA GEOMETRIA DEL PERFIL PARA MEJORAR LA INERCIA	L/200 o 15mm	110 MPA o 1121.69 Kg/cm ²	FLECHA 14.53mm, MAXIMO ESFUERZO DEL MATERIAL 1172.58 Kg/cm ² , INERCIA OBTENIDA 221.08 CM ⁴	



CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En primer lugar para el objetivo específico N.1, al desarrollar las características mecánicas y físicas de los principales componentes de la fachada, conocemos las limitaciones de nuestros materiales de tal forma que podemos incrementar su resistencia cambiando el material, mejorando la aleación o cambiando el material. En el caso de nuestro objetivo específico N.2 se ha tomado como referencia el mapa Eólico del Perú, que encuentra en la NTP E-020 Cargas y que se utiliza para el cálculo estructural en las edificaciones. Nos servirá para determinar cuáles son las zonas más exigentes del Perú y sobre todo de Lima, donde el viento es la variable que se deberá tener en cuenta. El análisis de este trabajo se centrará netamente para edificios de Lima, pero no se descarta que esta misma información lo podamos utilizar para otras zonas del país en donde también se requiere un análisis similar porque las condiciones ambientales siempre son muy cambiantes. Tomamos como referencia la norma técnica E-020 Cargas con el que se ha calculado las velocidades de viento y presiones para edificios de más de 70 metros de altura, con referencia a la norma indica que a partir de los 10 metros se tomara como máximo los 75Km/h. En el caso del objetivo específico N.3 para el calculo de la montante determinamos las deflexiones de acuerdo a la geometría actual por lo cual podremos conocer la presión limite a la que puede estar sometida la montante, Para el diseño de los vidrios se investigado con referencia el cálculo del espesor adecuado dependiendo la altura de instalación, En el caso del objetivo específico N.4 para esto se ha tomado en cuenta la norma europea UNE 13474-1 que nos enuncia la aplicación de las fórmulas para el cálculo de vidrios dependiendo del tratamiento, la altura y la presión sobre el vidrio. Para esto se ha desarrollado en Excel la siguiente estructura de cálculo. Del cual como primer cálculo a una altura de 70 metros que espesor es el más recomendable dependiendo del tipo de vidrio. El cual de esta misma

manera cualquier proyectista podrá calcular dependiendo la máxima altura de trabajo. En el caso del objetivo específico N. 5 el cálculo del bite estructural de silicona es otro de los componentes más importantes de la fachada en donde de hacerlo de manera correcta el Bite sostendrá el peso del vidrio a la vez el sostenimiento del vidrio cuando las presiones de viento sobre el edificio sean de consideración. Para el caso del objetivo específico N. 6 y 7 el demostrar de forma práctica en el laboratorio pudimos comprobar la resistencia de las montantes cuando las presiones son aplicadas sobre la superficie externa. En caso del análisis de los vidrios en el laboratorio pudimos observar que su resistencia son importantes pero tienen un límite dependiendo de su área, en el caso de los vidrios templados tiene una mayor resistencia superficial. En el caso del objetivo específico N.8 en armar un cuadro en donde se coloquen las valoraciones de los componentes analizados, podremos tomar decisiones para poder otorgarle a las características de la fachada propiedades arquitectónicas y estructurales que permitirán mejorar la confianza en el muro cortina. De consideración Para el diseño de perfiles usaremos tres tipos de perfiles del tipo Frame que son los principales para la estructura de la fachada que son de los códigos 424201 Montante Vertical A, 424202 Montante Vertical B y 424205 Travesaño horizontal. Primero se deberá calcular la Inercia de los Perfiles usando el Software AutoCAD y esto es para comprobar que la resistencia de los perfiles soporta las presiones a alturas mayores a los 70 metros de donde se obtiene los siguientes resultados. Para poder evidenciar que los perfiles soportan los 70 metros de altura, se utiliza las fórmulas de la norma europea UNE 13830, que nos proporciona una serie de herramientas para calcular los esfuerzos que tienen los perfiles a esa altura por lo que se desarrolla en Excel y se verifica si los perfiles soportan la presión de 52.97 kg/m². De acuerdo a esta fórmula los perfiles resisten hasta una altura de 719.61 metros considerando que de acuerdo a la inercia de estos la presión lo deforma más de 15mm y sobrepasando su esfuerzo máximo admisible o el límite plástico del material. Presentar la discusión de la investigación.

4.2 Conclusiones

De acuerdo al primer OE1, que es analizar las propiedades mecánicas y físicas de los principales componentes de la fachada tipo frame, hemos realizado el análisis de los más importantes en este caso el de más relevancia es el vidrio el cual las presiones actúan directamente sobre su superficie, luego la estructura de la fachada sería los perfiles de aluminio, luego el Bite estructural que es el elemento que sostiene al vidrio que si este fallara por gravedad provocaría un gran accidente, luego las placas de anclaje y pernos de anclaje que son elementos de acero que sostiene toda la fachada, se menciona otros elementos también importante de la fachada que es la tornillería y viniles de menor relevancia.

De acuerdo al OE2 con referencia a la sectorización de Lima para determinar los vientos, lo analizado en los mapas de los vientos por sectores, observamos que en el Perú se tiene zonas importantes sobretodo en Lima donde existen la mayoría de edificaciones. Donde hay que tener mucho cuidado son las velocidades que bordean los 36.0Km/h en las zonas de Ica y Piura. De acuerdo a la sectorización para Lima Metropolitana debemos tener en cuenta las velocidades en Cieneguilla y Pachacamac que bordean los 36.0 Km/h.

De acuerdo a lo mencionado en el OE3, OE6, OE7, el comportamiento de los perfiles verticales montantes de fachada se analizaron en el laboratorio y se obtuvo 48.61kg/cm² de resistencia hasta su límite de fluencia del perfil si se necesita una mejor resistencia se tendrá que aumentar la inercia del perfil, en el caso de los vidrios también comprobamos su resistencia para vidrios de 8 mm (36.81kg/cm²) y 6 mm (46.84kg/cm²) que son los más usados en los trabajos de fachadas y en este caso mejora su comportamiento del vidrio si se aumenta el espesor o cambiar a templado, teniendo en cuenta las dimensiones del vidrio.

De acuerdo a lo mencionado en el OE4, se utilizaron las normas UNE 13830 cálculo de resistencia de perfiles, UNE 13474-1-2 para el cálculo de los vidrios, desarrollamos hojas de cálculo con referencia a estos dos elementos para diseñar el vidrio y aluminio de

acuerdo a los esfuerzos sometidos por presión.

Con referencia al OE5 por el cálculo del Bite estructural desarrollamos una hoja de cálculo en el cual se determina las dimensiones del bite estructural para la silicona de acuerdo a las recomendaciones del proveedor Down Corning fabricante por muchos años de la silicona estructural para fachadas a nivel mundial.

Con referencia al objetivo general de controlar las deflexiones en los edificios cuando un agente externo actúa sobre él, se concluye que se llega a controlar cuando verificamos que los componentes de la fachada tipo Frame lo adecuamos a la situación, como el caso de la silicona adecuamos el Bite para que su resistencia a la presión ejercida por el vidrio sea la adecuada, en el caso del vidrio su elección adecuada asegura la resistencia a las condiciones adversas. En el caso de la estructura de aluminio la geometría se modifica hasta controlar su deformación en base a estas recomendaciones el fabricante podrá tener una fachada más segura y confiable.

4.3 Aspectos Éticos

Con respecto a los aspectos éticos toda la información contenida en este trabajo de investigación, así como los resultados obtenidos, garantiza la originalidad y autenticidad. También se adjunta todas las referencias bibliográficas, fichas de los ensayos de laboratorio validadas por los laboratorios realizados.

REFERENCIAS

- AAA MCWM-1-89 (diciembre 2002) Metal Curtain Wall manual, Developing specifications for the maintenance.
- Alejandro Vila Castellón (marzo 2003) Diseño y Calculo de un sistema de fijación de fachadas colgadas de piedra – Tesis de grado.
- Amor Adanel Navarro (octubre 2011) Seguridad estructural en fachadas de vidrio y aluminio – Tesis de grado.
- Andrés Víctor, Alex Carballo (2005) Introducción a las Fachadas Ligeras Muro Cortina.
- Aran Molina Yolanda (junio 2011) Fachadas Ligeras – Muros Cortina. Criterios para el diseño de fachadas – España.
- Benito Lauren Aguirregabiria (octubre 2018) Evolución Histórica Muro Cortina, Lucernarios y Vidrio Estructural Universidad Politécnica de Madrid.
- Carlos Prada Rodríguez (marzo 2014) La Fachada de los edificios Altos, director de Krea Ingeniería y Consultoría.
- Corporación de desarrollo tecnológico – Cámara Chilena de la construcción (diciembre 2013) Recomendaciones Técnicas para Muros Cortina.
- Criterios de Diseño y Calculo de muros cortina (Setiembre 2006) empresa INDALUM, Diseño de Fachadas.
- Douglas Noble (2016) Facade Tectonics World Congress los ángeles 2016 conference proceedings.
- Erik Hallebrand and Wilhelm Jakobsson (2016) Structural Design of High Rise Buildings, Edificaciones altas y la exposición a las diversas cargas.
- Felipe Andrés Muñoz Díaz (2008) Análisis de Muros Cortina en la Ciudad de Valdivia – Tesis de Grado.
- Herzog Thomas (2004) Manual en construcción de Fachadas. Criterios en el diseño de Fachadas – Alemania.
- Joan – Lluís Zamora i Mestre, Juan Manuel Calderón (Setiembre 2005) Diseño de Fachadas Ligeras Hydro Buildings Systems - Empresa Hydro.
- Juan Velázquez Ameijide (junio 2010) Calculo estructural de un edificio de oficinas y su fachada, Tesis de Grado.
- Karim P. Allana (2012) Building envelope technology Symposium, Diseño de fachadas.

Kawneer White Paper (1999) Principles of Curtain Walling, Principios del Diseño de un Muro cortina.

Ladifa Barau Muhammad (febrero 2010) Evaluación Sistemática de un muro Cortina – tesis de grado.

Marta Rosell Grau (Setiembre 2009) La arquitectura en edificios de oficinas Clasificación de fachadas según cumplimiento del CTE. Tesis de grado.

Wong Wan Sie (noviembre 2007) Analysis and Design of Curtain Wall System for High Rise Buildings – Tesis de grado.

ANEXOS

ANEXO N. 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA Y CRONOGRAMA

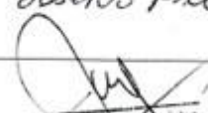
MATRIZ DE CONSISTENCIA				
APLICACIÓN DEL MURO CORTINA TIPO FRAME SERIE 4242 PARA EDIFICIOS MAYORES DE 10 PISOS PARA REDUCIR DEFLEXIONES				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACION
el problema, de como reduciríamos las deflexiones por viento para alturas mayores a los 10 pisos de una edificaciones.	En mi objetivo general enunciamos lo siguiente: "Determinar la relación entre las deflexiones por viento versus la aplicación del sistema 4242".	Mediante la implementación de la fachada serie 4242 se va a reducir las deflexiones para edificios mayores a los 10 pisos.	<ul style="list-style-type: none"> Variable Independiente: reducir deflexiones para edificios mayores a 10 pisos. 	La investigación de la presente tesis es de tipo experimental - Tipo de investigación experimental. El proyecto de investigación será experimental además de cuantitativo en donde evaluaremos las ventajas de este tipo de fachada con una herramienta de diagnóstico para el análisis de la estructura, también se realizara un análisis del problema con la revisión de bibliografía especializada.
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJ ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICCA	VARIABLE DEPENDIENTE	METODO DE INVESTIGACION
DESCONOCIMIENTO DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN UNA FACHADA Y MURO CORTINA	<p>Determinar el espesor y tipo de vidrio que se requiere para contrarrestar las fuerzas de los vientos que no afectarían a la deformación de la fachada 4242.</p> <p>Determinar en función de la altura de la edificación la geometría del perfil del perfil que se requiere para contrarrestar las presiones de los vientos que causan la deflexión.</p>	Mediante la implementación de materiales de vidrio y aluminio más resistente evitaremos deflexiones que transmitan una deformación a los paneles, en una estructura de análisis obtendremos un gran impacto en poder disminuir el riesgo de colapso de una fachada en muro cortina. Mediante el análisis de la geometría del perfil podremos evitar que presiones producidas en edificios de más de 10 pisos.	<ul style="list-style-type: none"> Variable Dependiente: La aplicación de un muro cortina tipo Frame de la serie 4242. 	Las técnicas que se utilizaran son los ensayos en laboratorio en donde se analizaran las muestras y se someterán a los esfuerzos máximos, así como los elementos principales que componen como los vidrios, aluminios, tornillería en general y placas de anclaje, que a través del laboratorio de pruebas podremos simular lo más cercano posible a las circunstancias reales.

Cada uno de los instrumentos, evidencias u otros insertados en los anexos, va en hoja independiente. No pueden ir dos anexos en una misma hoja. Cada hoja que contenga un anexo debe ser numerada: ANEXO N° 1. Título del anexo.

ANEXO N. 2

ANEXO N° 2. Matriz para la evaluación de experto

Tabla 2:
Matriz para evaluación de experto

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:		INFLUENCIA DEL MURO CORTINA TIPO FRAME SERIE 4242 EN LA REDUCCION DE DEFLEXIONES EN EDIFICIOS EN LIMA 2019		
Línea de investigación:		PRE EXPERIMENTAL		
Apellidos y nombres del experto:		Rodríguez Perdomo Helen Hary		
El instrumento de medición pertenece a la variable:				
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?			
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?			
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?			
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?			
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?			
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?			
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?			
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?			
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?			
Sugerencias: no se observó ningún comentario alguno.				
Firma del experto:				
 Helen Hary Rodríguez Perdomo Supervisor de Laboratorio Lima Central UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.				

Fuente: Elaboración propia
Castillo Herrera Luis Erick

Pág.

ANEXO N. 3

GUIA DE OBSERVACION N.

Resultado de Esfuerzos

Autor: Luis Erick Castillo Herrera
 Titulo: Resultados de los esfuerzos producidos en Laboratorio

Variable Independiente: MURO CORTINA

Variable Dependiente: DEFLEXIONES

EQUIPO UTILIZADO: EQUIPO PARA ENSAYO FLEXION 700,000 LIBRAS MARCA FORNEY

Material: PERFIL DE ALUMINIO 424201-424202 X 1.5 MT. LONG
 INERCIA DEL PERFIL : 131.56 CM4

Dimensiones: 150 CM LONGITUD

1



1. Ensayo de esfuerzos:

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 99CM2 - PRESION EJERCIDA DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm2	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
ALUMINIO 6063 - T5	0	0	0	0	la prensa aun no entra en contacto
ALUMINIO 6063 - T5	34	3994.5	40.348	2	la prensa ya entro en contacto con el material se aprecia ya la presion sobre la muestra.
ALUMINIO 6063 - T5	77	4416	44.606	4	la muestra empieza a presentar marcas en las paredes laterales por la presion que esta siendo sometido.
ALUMINIO 6063 - T5	90	4686	47.333	6	La muestra a colapsado, con un sonido metalico en donde el machibrado se separa ya el material se sobrepasa su limite elastico hasta su deformacion.

Firma del experto:

(Handwritten signature)
 Hon Henry Rodriguez Pineda
 Supervisor de Laboratorio
 Lima Central
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C

Observaciones y sugerencias:

Se currió aplomando los stanoor de colado.

GUIA DE OBSERVACION N.

2

Resultado de Esfuerzos

Autor: Luis Erick Castillo Herrera
 Titulo: Resultados de los esfuerzos producidos en Laboratorio

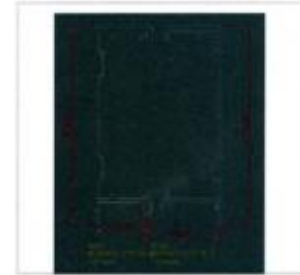
Variable Independiente: MURO CORTINA

Variable Dependiente: DEFLEXIONES

EQUIPO UTILIZADO: EQUIPO PARA ENSAYO FLEXION 700,000 LIBRAS MARCA FORNEY

Material: PERFIL DE ALUMINIO 424201-424202 X 1.0 MT. LONG
 INERCIA DEL PERFIL : 131.56 CM4

Dimensiones: 100 CM LONGITUD



1. Ensayo de esfuerzos:

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 99CM2 - PRESION EJERCIDA DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm2	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
ALUMINIO 6063 - T5	0	0	0	0	la prensa aun no entra en contacto
ALUMINIO 6063 - T5	64	525.5	5.308	1	la prensa ya entro en contacto con el material se aprecia ya la presion sobre la muestra.
ALUMINIO 6063 - T5	72	1303	13.162	2	la muestra empieza a presentar marcas en las paredes laterales por la presion que esta siendo sometido.
ALUMINIO 6063 - T5	97	5413	54.677	5	La muestra a colapsado, con un sonido metalico en donde el machibrado se separa ya el material se sobrepasa su limite elastico hasta su deformacion.

Firma del experto:

[Handwritten Signature]
 Ithon Henry Rodríguez Penajilca
 Supervisor de Laboratorio
 Lima Centro
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C

Observaciones y sugerencias:

Se cumplio aplicando las normas de aplicacion.

GUIA DE OBSERVACION N.

3

Resultado de Esfuerzos

Autor: Luis Erick Castillo Herrera
Título: Resultados de los esfuerzos producidos en Laboratorio

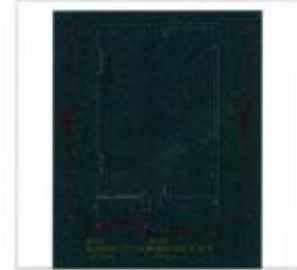
Variable Independiente: MURO CORTINA

Variable Dependiente: DEFLEXIONES

EQUIPO UTILIZADO: EQUIPO PARA ENSAYO FLEXION 700,000 LIBRAS MARCA FORNEY

Material: PERFIL DE ALUMINIO 424201-424202 X 1.5 MT. LONG
INERCIA DEL PERFIL : 131.56 CM4

Dimensiones: 150 CM LONGITUD



1. Ensayo de esfuerzos:

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 99CM2 - PRESION EJERCIDA DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm2	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
ALUMINIO 6063 - T5	0	0	0	0	la prensa aun no entra en contacto
ALUMINIO 6063 - T5	32	2253	22.758	3	la prensa ya entro en contacto con el material se aprecia ya la presion sobre la muestra.
ALUMINIO 6063 - T5	47	3616.5	36.53	4	la muestra empieza a presentar marcas en las paredes laterales por la presion que esta siendo sometido.
ALUMINIO 6063 - T5	73	4339.5	43.833	6	La muestra a colapsado, con un sonido metalico en donde el machimbrado se separa ya el material se sobrepasa su limite elastico hasta su deformacion.

Firma del experto:

Henry Rodríguez Peralta
Supervisor de Laboratorio
Lima Centro
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.

Observaciones y sugerencias:

se cumplio aplicando los standar de calidad

ANEXO N. 4

GUIA DE OBSERVACION N.

4

Resultado de Esfuerzos

Autor: Luis Erick Castillo Herrera
 Titulo: Resultados de los esfuerzos producidos en Laboratorio

Variable Independiente: MURO CORTINA

Variable Dependiente: DEFLEXIONES

EQUIPO UTILIZADO: PRENSA HIDRAULICA DIGITAL 700,000 LIBRAS MARCA FORNEY

Material: VIDRIO INCOLORO DE 6mm 20 X 20 CM

Dimensiones: 20 X 20 CM



1. Ensayo de esfuerzos:

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 314.16CM2 PRESION EJERCIDA DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm2	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
Vidrio Flotado Incoloro	0	0	0	0	la prensa aun no entra en contacto con el vidrio.
Vidrio Flotado Incoloro	72	5230	16.648	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.

Firma del experto:

[Handwritten Signature]
 Jhon Henry Rodriguez Pineda
 Supervisor de Laboratorio
 Lima Perú
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C

Observaciones y sugerencias:

Se cumple aplicando los estándares de calidad

GUIA DE OBSERVACION N.

5

Resultado de Esfuerzos

Autor: Luis Erick Castillo Herrera
Título: Resultados de los esfuerzos producidos en Laboratorio

Variable Independiente: MURO CORTINA

Variable Dependiente: DEFLEXIONES

EQUIPO UTILIZADO: PRENSA HIDRAULICA DIGITAL 700,000 LIBRAS MARCA FORNEY

Material: VIDRIO INCOLORO DE 6mm 20 X 20 CM

Dimensiones: 20 X 20 CM



1. Ensayo de esfuerzos:

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 314.16CM2 PRESION EJERCIDA DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm2	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
Vidrio Flotado Incoloro	0	0	0	0	la prensa aun no entra en contacto con el vidrio
Vidrio Flotado Incoloro	26	5415	17.236	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.

Firma del experto:

Ruben Henry Rodriguez Pineda
Supervisor de Laboratorio
Lima Depto.
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.

Observaciones y sugerencias:

Se cumplió aplicando los estándares de colorado

GUIA DE OBSERVACION N.

6

Resultado de Esfuerzos

Autor: Luis Erick Castillo Herrera
Título: Resultados de los esfuerzos producidos en Laboratorio

Variable Independiente: MURO CORTINA

Variable Dependiente: DEFLEXIONES

EQUIPO UTILIZADO: PRENSA HIDRAULICA DIGITAL 700,000 LIBRAS MARCA FORNEY

Material: VIDRIO INCOLORO DE 6mm 20 X 20 CM

Dimensiones: 20 X 20 CM



1. Ensayo de esfuerzos:

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 314.16CM ² PRESION EJERCIDA DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm ²	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
Vidrio Flotado Incoloro	0	0	0	0	la prensa aun no entra en contacto con el vidrio
Vidrio Flotado Incoloro	8	18130	57.709	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.

Firma del experto:

Jhon Henry Rodriguez Portajulca
Supervisor de Laboratorio
Lima Centro
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.

Observaciones y sugerencias:

se cumple aplicando los estándares de colón

GUIA DE OBSERVACION N.

7

Resultado de Esfuerzos

Autor: Luis Erick Castillo Herrera
Título: Resultados de los esfuerzos producidos en Laboratorio

Variable Independiente: MURO CORTINA

Variable Dependiente: DEFLEXIONES

EQUIPO UTILIZADO: PRENSA HIDRAULICA DIGITAL 700,000 LIBRAS MARCA FORNEY

Material: VIDRIO INCOLORO DE 6mm 20 X 20 CM

Dimensiones: 20 X 20 CM



1. Ensayo de esfuerzos:

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 314.16CM2 PRESION EJERCIDAD DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm2	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
Vidrio Flotado Incoloro	0	0	0	0	la prensa aun no entra en contacto con el vidrio
Vidrio Flotado Incoloro	10	15375	48.94	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.

Firma del experto: *Jhon Henry Rodriguez Pareda*
 Supervisor de Laboratorio
 Lima 2020
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.

Observaciones y sugerencias:
Se concluye aplicando los standar de colado

GUIA DE OBSERVACION N.

8

Resultado de Esfuerzos

Autor: Luis Erick Castillo Herrera
 Titulo: Resultados de los esfuerzos producidos en Laboratorio

Variable Independiente: MURO CORTINA

Variable Dependiente: DEFLEXIONES

EQUIPO UTILIZADO: PRENSA HIDRAULICA DIGITAL 700,000 LIBRAS MARCA FORNEY

Material: VIDRIO LAMINADO INCOLORO 6mm DE 20 X 20 CM

Dimensiones: 20 X 20 CM



1. Ensayo de esfuerzos:

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 314.16CM2 PRESION EJERCIDA DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm2	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
Vidrio LAMINADO Incoloro	0	0	0	0	la prensa aun no entra en contacto con el vidrio
Vidrio LAMINADO Incoloro	45	1790	5.698	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.

Firma del experto: *[Signature]*
 Supervisor de Laboratorio
 Lima Central
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.

Observaciones y sugerencias:
Se cumplio aplicando los standards de calibrado.

GUIA DE OBSERVACION N.

9

Resultado de Esfuerzos

Autor: Luis Erick Castillo Herrera
 Titulo: Resultados de los esfuerzos producidos en Laboratorio

Variable Independiente: MURO CORTINA

Variable Dependiente: DEFLEXIONES

EQUIPO UTILIZADO: PRENSA HIDRAULICA DIGITAL 700,000 LIBRAS MARCA FORNEY

Material: VIDRIO BRONCE 8mm DE 20 X 20 CM

Dimensiones: 20 X 20 CM



1. Ensayo de esfuerzos:

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 314.16CM2 PRESION EJERCIDA DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm2	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
Vidrio LAMINADO Incoloro	0	0	0	0	la prensa aun no entra en contacto con el vidrio
Vidrio LAMINADO Incoloro	53	11565	36.812	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.

Firma del experto: *[Signature]*
 Jhon Henry Rodríguez Pichay
 Supervisor de Laboratorio
 Lima Centro
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.

Observaciones y sugerencias: *Se cumplió aplicando los standar de colección*

GUIA DE OBSERVACION N.

10

Resultado de Esfuerzos

Autor: Luis Erick Castillo Herrera
Título: Resultados de los esfuerzos producidos en Laboratorio

Variable Independiente: MURO CORTINA

Variable Dependiente: DEFLEXIONES

EQUIPO UTILIZADO: PRENSA HIDRAULICA DIGITAL 700,000 LIBRAS MARCA FORNEY

Material: VIDRIO GRIS 10mm DE 20 X 20 CM

Dimensiones: 20 X 20 CM



1. Ensayo de esfuerzos:

MATERIAL	SEGUNDOS DE PRESION SOBRE EL MATERIAL	PRESION EN KG	AREA DE PRESION 314.16CM2 PRESION EJERCIDA DE FORMA DISTRIBUIDA EN kg/cm2	DEFLEXION EN mm	OBSERVACION DEL MATERIAL ANALIZADO
Vidrio LAMINADO Incoloro	0	0	0	0	la prensa aun no entra en contacto con el vidrio
Vidrio LAMINADO Incoloro	35	29305	93.28	0	La muestra de vidrio ha colapsado debido a la capacidad del material para resistir la presion de la prensa.

Firma del experto: *[Handwritten Signature]*
 Ileana Heery Rodríguez Romajulca
 Supervisor de Laboratorio
 Lima Centro
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.

Observaciones y sugerencias:
se cumple aplicando los standar de calidad