

# UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**Profesor Patrocinante:** Ing. Alexander Opazo, Mg

**Profesores Comisión :** Ing. Ángela Salinas Barrera , Mg

Ing. Víctor Rosales Garcés , Mg

## **EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DEFORMACIONES SÍSMICAS EN EDIFICIOS DE MADERA DE MEDIANA ALTURA**

PROYECTO DE TÍTULO PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**ALAN FRANCISCO JARA CISTERNA**

Concepción, Abril 2017

## AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de esta tesis no habría sido posible sin la ayuda de Dios, quien me entrego la tranquilidad y la seguridad necesaria para los momentos complicados

Agradezco a mi familia: mis padres Pedro y Nardy por su constante preocupación; mis hermanos Pedro, Jorge y André por tener siempre una palabra de apoyo y los mejores deseos en momentos que lo requerían; mis Sobrinos Nicolás, Roció, Martín y Catalina por darme puras alegrías y las fuerzas para continuar en este camino. Todos fueron el motor para alcanzar estos objetivos académicos.

Agradezco también a los amigos que forme en esta etapa universitaria, los momentos que vivimos fueron de aprendizaje y de gran ayuda para el enriquecimiento personal, en especial a mi amigo Pablo Flores quien ha sido un pilar fundamental durante este proceso, gracias por el apoyo incondicional, la buena voluntad y las palabras de aliento, todo ello hizo que este proceso se sobrellevara de la mejor manera.

También doy gracias a mi profesor guía, Mg Alexander Opazo quien confió plenamente en mis capacidades, y me ayudo a conducir esta investigación. Gracias por su tiempo, orientación académica y todas las oportunidades brindadas durante mi vida universitaria.

Agradecer a todos los profesores que fueron parte de mi formación académica, sin ellos no sería lo que hoy en día soy. Agradecimientos especiales al profesor Mg Franco Benedetti, sus enseñanzas y su tiempo fueron un gran motor para el desarrollo de mi formación profesional y una gran ayuda para esta tesis.

*“Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano”*

- Isaac Newton

**INDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1 Objetivos .....	3
1.1.1 Objetivo general .....	3
1.1.2 Objetivos específicos .....	4
1.2 Metodología .....	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
2.1 Requerimientos y comparaciones de normativas sísmicas de edificios .....	5
2.1.1 Interacción suelo estructura.....	5
2.1.2 Peligrosidad Sísmica .....	6
2.1.3 Desempeño Sísmico .....	7
2.2 Modelación numérica métodos simplificados para edificios de madera .....	8
2.2.1 Método original propuesto por Casagrande et al (2016) y Rossi et al (2016) .....	9
2.3 Comportamiento de una estructura de madera .....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
3.1 Configuración arquitectónica.....	14
3.2 Método modificado para análisis tridimensional.....	14
3.3 Calibración de parámetros .....	16
3.3.1 Calibración Angle Brackets .....	17
3.3.2 Calibración de Hold Down.....	18
3.3.3 Calibración de Placa de revestimiento .....	18
3.3.4 Calibración de clavos entre placa de revestimiento y bastidor de madera.....	19
3.4 Casos de estudio y cargas ingresadas al modelo.....	19
3.4.1 Cargas ingresadas al modelo .....	20
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	21
4.1 Modelación edificio de cinco pisos .....	21
4.2 Drift alcanzados en edificio habitacional de 5 pisos.....	23
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	26
5.1 Conclusiones .....	26
5.2 Recomendaciones y futuras líneas de investigaciones.....	27
6. BIBLIOGRAFIA.....	29
7. ANEXOS.....	31

## INDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Zonificación sísmica en Chile (NCh 433).....	6
Figura. 2 Representación de deformación relativa de entrepiso.....	7
Figura. 3 Componentes de un muro de corte.....	9
Figura. 4 Componentes que influyen la flexibilidad de un muro de corte (Cassagrande et al 2016).....	9
Figura. 5 Modelo de un muro de corte (Rossi et al 2016).....	10
Figura. 6 Ejemplo de modelo desarrollado por Rossi et al (2016).....	12
Figura. 7 Vista en planta y fachada de la configuración arquitectónica en estudio .....	14
Figura. 8. Modelo Pseudotrídimensional (Guendelman, 2015).....	15
Figura 9. Diagrama de flujo metodología.....	16
Figura 10. Modelo 3D de Angle Bracket “A 23” .....	17
Figura 11. Modelo 3D de Hold Down modelo HD 19 .....	18
Figura 12. Modelo 3D de placa OSB y orientación en muro de corte .....	19
Figura 13. Modelo 3D de clavos y disposición en muro de corte .....	19
Figura 14. Modelo 3D creado en MATLAB de edificio en estudio.....	22
Figura 15. Desplazamiento lateral con un sismo actuando en la dirección longitudinal (Figura 15a) y cuando un sismo actúa en la dirección transversal (Figura 15b).....	22
Figura 16. Drift en la condición de dirección envigado de piso longitudinal para sismo actuando en dirección x (Figura 16a) e y (figura16b) .....	23
Figura 17. Drift en la condición de dirección envigado de piso transversal para sismo actuando en dirección x (Figura 17a) e y (Figura 17b) .....	24
Figura 18. Drift en función del tipo de suelo y dirección del envigado de piso.....	24
Figura 19. Períodos en función del tipo de suelo y dirección del envigado de piso.....	25

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de tipos de suelos entre normativa chilena y norteamericana.....	5
Tabla 2. Valores de aceleración máxima del suelo en las distintas zonas sísmicas .....	6
Tabla 3. Descripción de Niveles de desempeño e indicadores de daño. (SEAOC, 1995) .....	8
Tabla 4. Niveles de drift asociados para distintas demandas sísmicas Tomasi et al. (2014) ...	13
Tabla 5. Cargas ingresadas al modelo estructural .....	20

Tabla 6. Combinaciones de carga según NCh 3171 .....	20
Tabla 7. Parámetros utilizados en el modelo numérico.....	21

## **EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DEFORMACIONES SÍSMICAS EN EDIFICIOS DE MADERA DE MEDIANA ALTURA**

**Autor: Alan Francisco Jara Cisterna**

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío.

alajara@alumnos.ubiobio.cl

**Profesor Patrocinante: Ingeniero Civil Alexander Opazo, Mg.**

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío.

aopazove@ubiobio.cl

### **RESUMEN**

La edificación de mediana altura en madera en Chile, es un desafío mayor que debe armonizar la alta sismicidad presente con las metas de construcción sustentable.

Una dificultad para incrementar el número de edificaciones de este tipo, tiene que ver con los límites estrictos impuestos por la normativa sísmica en Chile para los desplazamientos laterales de entrepiso. Estos límites están calibrados para estructuras de hormigón armado y no para sistemas constructivos que utilizan madera. Por otro lado, el desarrollo inmobiliario promueve configuraciones arquitectónicas de edificios con densidades de muros bajas y asimétricas, lo que complica aún más el cumplimiento normativo.

El presente trabajo implementa una metodología para la modelación tridimensional de edificios en madera, con muros de corte bajo el sistema tipo plataforma, que permita la evaluación del nivel de deformaciones sísmicas y la contrastación con los límites normativos.

Se modela 1 configuración arquitectónica de edificios habitacionales de 5 pisos de interés social, para 3 zonas sísmicas, 2 configuraciones de envigado de piso, dos direcciones de sismo y 4 tipos de suelo. Los modelos consideran las distintas fuentes de flexibilidad del sistema plataforma, incluyendo la no linealidad cinemática de los conectores anti-levantamiento del tipo hold down. Los resultados muestran que las deformaciones laterales sísmicas son fuertemente dependientes del tipo de suelo. De los casos de estudio más favorables, el 92% cumple con las restricciones impuestas por la normativa chilena y un 100% con normativas internacionales.

**Palabras clave:** Deformaciones sísmicas, edificios de madera, modelación numérica

6716 Palabras de texto + 25 Figuras/Tablas\*250 +2Figura/Tabla\*500= 13966 Palabras totales

## **EVALUATION OF THE SEISMIC DEFORMATIONS LEVEL IN WOODEN MID-RISE BUILDING**

**Author: Alan Francisco Jara Cisterna**

Department of Civil and Environmental Engineering, University of Bío-Bío  
alajara@alumnos.ubiobio.cl

**Sponsoring Teacher: Civil Engineering Alexander Opazo, MSc.**

Department of Civil and Environmental Engineering, University of Bío-Bío  
aopazove@ubiobio.cl

### **ABSTRACT**

In Chile, timber mid-rise buildings, are a major challenge that must harmonize the high seismicity present with the goals of sustainable construction.

One difficulty in increasing the number of buildings of this type, are the strict limits imposed by the Chilean seismic regulation for the inter-story lateral displacements. These limits are calibrated for reinforced concrete structures and not for wood structures buildings. On the other hand, real estate development promotes architectural configurations of buildings with asymmetrical and low density walls, which make it difficult to meet the code.

This paper implements a methodology for modeling three-dimensional wood structures buildings with timber framed shear walls that allows the evaluation of the level of seismic deformations and contrasts it with the code's limits.

In this work are modeled 1 architectonic configuration for residential buildings of 5-floors and social interest, 3 seismic zones, 2 direction of floor joist, 2 seismic direction and 4 types of soil. The models consider various sources of flexibility of the timber framed walls, including the non-linearity kinematic of the anti-uprising hold-down type connectors. The results show that the seismic lateral deformations are strongly dependent on the soil type. Of the most favorable case studies, 92% comply with the restrictions imposed by Chilean regulations and 100% with international regulations.

**Keywords:** Seismic deformations, wood structures buildings, numerical modeling

## 1. INTRODUCCIÓN

Chile es un país altamente sísmico, debido a los terremotos de subducción intraplaca causados por la interacción de la Placa de Nazca y la Sudamericana. Este tipo de movimiento es el más agresivo y el que causa mayor daño en general, por lo cual, la construcción de edificios debe satisfacer las altas demandas sísmicas que existen en el país. La normativa vigente en Chile de diseño sísmico de edificios (NCh 433 of 96 mod. 2009), intenta controlar los daños producidos por terremotos, limitando las deformaciones sísmicas de edificios. El límite impuesto por la norma fue calibrado en base a estructuras de hormigón armado, y no para otros materiales de mayor flexibilidad, como es el caso de la madera. Este límite ha sido una de las trabas importantes para la construcción de edificios de madera de mediana altura.

Últimamente en Chile existe un interés en promover el desarrollo de construcciones sustentables, en que la madera juega un rol fundamental. Frente a otros materiales de la construcción, la madera es la que tiene menor huella ecológica, y contribuye a la reducción de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, en Chile a pesar de ser un país con alto potencial forestal, la participación de la madera en la construcción de edificios en altura es muy escasa. Una de las causas de esto, es que no existe metodología clara que permita evaluar el nivel de deformaciones sísmicas de edificios de madera y contrastarlas con los límites normativos.

Esta investigación pretende evaluar el nivel de deformaciones sísmicas de edificios de madera de mediana altura, a través de un modelo numérico, que refleje el comportamiento de un edificio de madera. De esta forma se espera aportar al conocimiento definiendo líneas bases de deformaciones sísmicas de edificios de madera de mediana altura, y establecer brechas para alcanzar las exigencias normativas.

### 1.1 Objetivos

#### *1.1.1 Objetivo general*

Evaluar el nivel de deformaciones sísmicas en edificios de madera de mediana altura bajo el contexto de la normativa vigente en Chile.



### 1.1.2 Objetivos específicos

- Sintetizar el estado del arte de muros de corte de madera bajo el sistema tipo plataforma, detectando variables claves en el desempeño sísmico.
- Seleccionar y validar técnicas de modelación numérica de edificios de madera de muros de corte bajo sistema tipo plataforma, compatibles con el marco normativo sísmico chileno.
- Implementar computacionalmente una metodología que permita estimar las deformaciones sísmicas de edificios de madera de mediana altura, bajo el sistema tipo plataforma.
- Aplicar la metodología propuesta a un edificio del ámbito habitacional, detectando variables más influyentes dentro del nivel de deformaciones sísmicas.

## 1.2 Metodología

El procedimiento realizado en esta memoria es dividido en cuatro etapas principales:

**Etapas 1:** En esta etapa se realiza una revisión bibliográfica asociada a las variables que influyen en el comportamiento de un muro de corte de madera y su implicancia dentro del desempeño sísmico, así como también los requerimientos de la normativa vigente de diseño de sísmico de edificios.

**Etapas 2:** Se estudian técnicas actuales de modelación, con el propósito de capacitación y formación bajo el ámbito de modelamiento de edificios de madera. El hito corresponderá a seleccionar una técnica de modelación con el fin de ampliar dicha metodología al marco sísmico chileno.

**Etapas 3:** En esta etapa se procede a crear un código en MATLAB, que permita implementar la técnica de modelación seleccionada. Estos modelos se validan al ser contrastados con datos reales y/o investigaciones realizadas por otros autores. Esta validación se hace en dos etapas, la primera se realiza en edificios en 2D por su bajo nivel de complejidad y posteriormente se trabaja en edificios 3D.

**Etapas 4:** En esta etapa se generan los distintos escenarios experimentales. Se consideran las variables correspondientes a elementos que interactúan en el desempeño sísmico de edificios de madera.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En este capítulo se presenta una revisión de investigaciones anteriores relevantes para este estudio. Con la revisión de la literatura, se intenta extraer información importante y necesaria para dar un sustento teórico a la realización de los modelos numéricos, junto con evaluar el nivel de deformaciones sísmicas de un edificio de madera.

### 2.1 Requerimientos y comparaciones de normativas sísmicas de edificios

El nivel de deformaciones sísmicas en un edificio según normativas nacionales e internacionales está influenciado por una serie de factores, dentro de las cuales se destacan: la interacción suelo-estructura, peligrosidad sísmica y desempeño sísmico.

#### 2.1.1 Interacción suelo estructura

Los movimientos en el suelo son causados por ondas sísmicas que se propagan a través del suelo desde la fuente. Las características del movimiento en cada lugar dependen, entre otras variables, de las propiedades dinámicas del suelo. La interacción Suelo – Estructura (SSI) modifica el movimiento a nivel de fundación con respecto al movimiento de campo libre (Kramer, 1996; Chopra, 1995). Los efectos de SSI en estructuras rígidas o muy pesadas en suelos blandos es más significativo que en estructuras flexibles sobre suelos duros (Kramer, 1996). Estudios realizados en edificios estructurados en base a muros demuestran que la interacción suelo – estructura modifica la forma de los modos de vibrar y los períodos fundamentales (Balkaya et al., 2012).

Bajo este contexto las normativas de diseño sísmico de edificios tienden a incorporar implícitamente los efectos de sitio. En la Tabla 1 se muestra una comparación de los tipos de suelos entre la normativa chilena y la norteamericana.

**Tabla 1. Comparación de tipos de suelos entre normativa chilena y norteamericana**

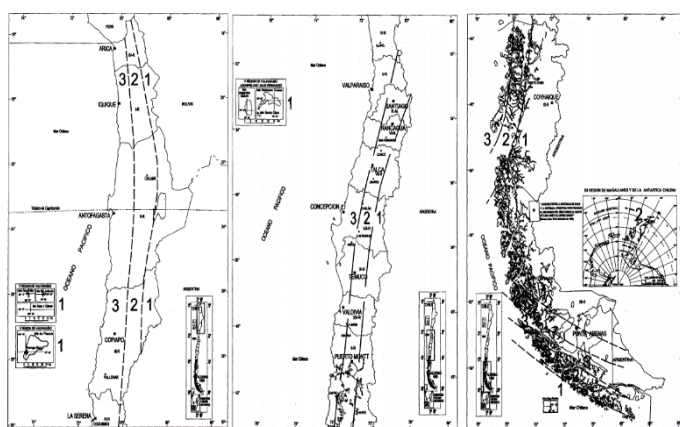
Normativa Chilena DS 61 (2011)			Normativa Norteamericana ASCE 7 (2010)		
	Suelo	Vs(m/s)		Suelo	Vs(m/s)
A	Roca, suelo cementado	$\geq 900$	A	Roca dura	$>1500$
B	Roca blanda	$\geq 500$	B	Roca	$760 < vs \leq 1500$
C	Suelo denso o firme	$\geq 350$	C	Suelo muy denso	$370 < vs \leq 760$
D	Suelo medianamente denso	$\geq 180$	D	Suelo Rígido	$180 < vs \leq 370$
E	Suelo de consistencia mediana	$< 180$	E	Suelo arcillas blandas	$\leq 180$
F	Suelos Especiales	-	F	Suelos Especiales	-

De la Tabla 1 queda en evidencia que existen generalmente seis categorías de suelos, en donde se diferencian desde suelos más densos como la roca (suelos tipo A), hasta suelos más sueltos o que requieran evaluaciones específicas (suelos tipo F). Uno de los parámetros fundamentales es la velocidad de onda de corte ( $V_s$ ), la cual es la velocidad con la cual se transmite una onda sísmica por el estrato de suelo.

### 2.1.2 Peligrosidad Sísmica

Aparte de la interacción suelo estructura, mostrada en el capítulo anterior, cada país tiene características sismológicas que lo hacen poseer un cierto grado de peligro sísmico, dependiendo de su ubicación geográfica. En este capítulo se estudia el concepto de peligrosidad sísmica.

Según la normativa vigente de diseño sísmico (NCh 433), una de las variables a tener en cuenta es el Peak Ground of Acceleration (PGA), el cual representa la aceleración máxima que alcanza un registro sísmico en un lugar determinado. Bajo este contexto, en Chile se presentan tres zonas geográficas con características propias de peligro sísmico. A continuación, en la Figura 1 se muestra Chile y su zonificación sísmica.



**Figura. 1 Zonificación sísmica en Chile (NCh 433)**

De la Figura 1 se desprende que en Chile existen tres zonas sísmicas, donde cada una posee aceleraciones de suelo de distintas magnitudes. En la Tabla 2, se muestran los valores correspondientes a cada zonificación sísmica.

**Tabla 2. Valores de aceleración máxima del suelo en las distintas zonas sísmicas**

Zona	PGA (g)
1	0.2
2	0.3
3	0.4

### 2.1.3 Desempeño Sísmico

En los capítulos anteriores se habló de factores externos a la estructura como lo son: el tipo de suelo de fundación y la peligrosidad sísmica asociada a condiciones geográficas. En el presente capítulo se estudia el desempeño sísmico de edificación en altura.

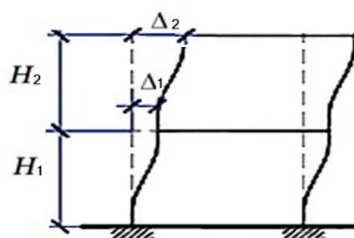
El desempeño sísmico de estructuras se caracteriza por la definición de estados límites, los que corresponden a diferentes niveles de desempeño o estados de daño que sufren las estructuras frente a eventos sísmicos. En la literatura es común encontrar la definición de tres estados límites (Priestley et al ,1996):

**Estado Límite 1: Serviciabilidad.** La estructura se mantiene dentro del rango elástico. La estructura puede ser ocupada inmediatamente después del sismo sin interrupción significativa y no se aprecia daño estructural, no estructural o de las instalaciones interiores.

**Estado Límite 2: Control de daño.** La estructura puede seguir siendo utilizada después del sismo, pero tendrá interrupciones en su servicio debido a reparaciones.

**Estado Límite 3: Último.** La estructura no puede seguir siendo utilizada después del terremoto, pero se resguarda la seguridad de la vida de los ocupantes. No existe colapso o riesgo importante de desplome.

A nivel internacional es común entender el desempeño sísmico de una estructura, en función de la deformación relativa de entrepiso, tal como se muestra en la Figura 2. En la Ecuación (1) se muestra una expresión analítica de la deformación relativa de entrepiso, también conocida como Drift.



**Figura. 2 Representación de deformación relativa de entrepiso**

$$\delta_i = \frac{\Delta_i - \Delta_{i-1}}{H_i} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

- $\delta_i$  : Drift entrepiso
- $\Delta_i$  : Desplazamiento del i-ésimo piso
- $\Delta_{i-1}$  : Desplazamiento del piso i-ésimo-1
- $H_i$  : Altura del i-ésimo Piso

Para cada nivel de desempeño sísmico SEAOC (1995) establece indicadores de daño estructural en función de la deformación relativa de entrepisos (Drift) según se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3. Descripción de Niveles de desempeño e indicadores de daño. (SEAOC, 1995)**

Nivel de desempeño	Descripción	Drift máximo	Drift permanente
Completamente Operacional	Sin interrupción en el servicio. Daño estructural y no estructural despreciable.	0.2 %	Despreciable
Operacional	El servicio puede continuarse inmediatamente después del sismo. Se requieren reparaciones a elemento no estructurales. Daño leve.	0.5 %	Despreciable
Seguridad de la Vida	Daño moderado sin pérdida de la estabilidad de la estructura. Se protege la vida de los ocupantes y el edificio debe ser evacuado luego del sismo. Es posible la reparación, pero económicamente impracticable.	1.5 %	0.5%
Cerca del Colapso	Daño severo, pero se previene el colapso estructural. Los elementos no estructurales pueden caer. No es posible la reparación.	2.5 %	2.5%

La normativa vigente en Chile exige limitaciones a las deformaciones sísmicas para obtener estructuras sanas y un adecuado comportamiento sísmico. Bajo ese contexto la NCh 433, establece los siguientes límites:

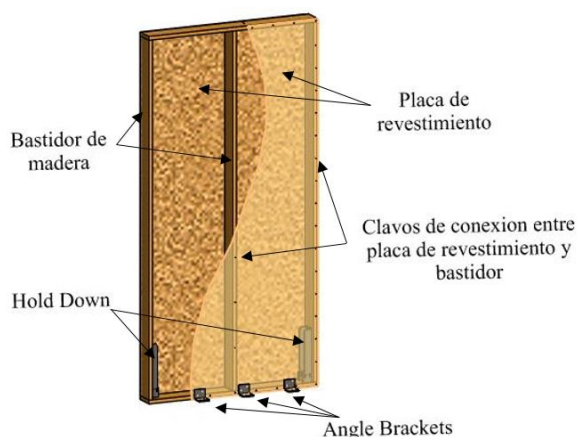
- El desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, medido en el centro de masas en cada una de las direcciones de análisis, no debe ser mayor que la altura de entrepiso multiplicada por 0.2 %.
- El desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, medido en cualquier punto de la planta en cada una de las direcciones de análisis, no debe exceder en más de 0.1% h al desplazamiento relativo correspondiente medido en el centro de masas, en que h es la altura de entrepiso.

Los límites de Drift chilenos indicados anteriormente, son bastante más exigentes que los propuestos por normativas internacionales para estructuras de madera. Dolan et al (2008) establecen una comparación entre la normativa chilena (NCh 433) y la de EEUU (ASCE 7 2010), en la cual la norteamericana tiene una restricción de Drift de 0.625%, lo cual verifica la rigurosidad de la normativa vigente en Chile que exige un límite de 0.2%. Cabe destacar que Dolan et al (2008) hizo la comparación para una casa de 3 pisos mientras que, al evaluar para una estructura de 5 pisos, el límite norteamericano de drift sería de 0.5%.

## 2.2 Modelación numérica métodos simplificados para edificios de madera

El comportamiento de un edificio de madera, está compuesto por varios factores (Asiz et al 2010; Rossi et al 2016; Cassagrande et al 2016), lo que implica cierto grado de complejidad en el modelamiento en comparación a otros materiales constructivos. El elemento estructural que

tiene mayor relevancia en el control de desplazamientos laterales en edificios de madera, son los muros de corte (entramado liviano en configuración plataforma). En la Figura 3 se pueden ver todos los elementos de un muro de corte.

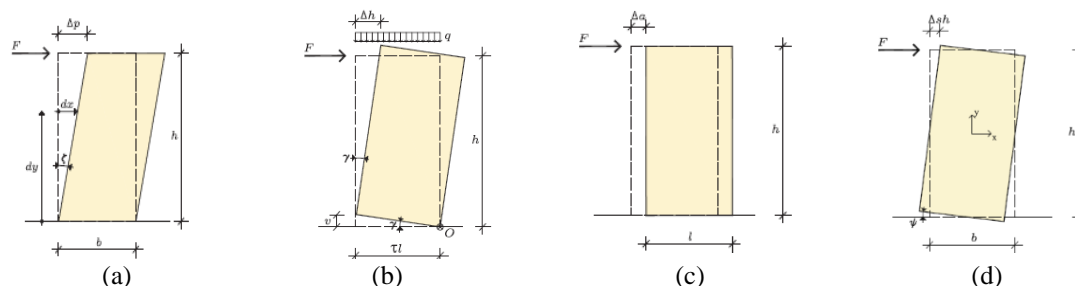


**Figura. 3 Componentes de un muro de corte**

### 2.2.1 Método original propuesto por Casagrande et al (2016) y Rossi et al (2016)

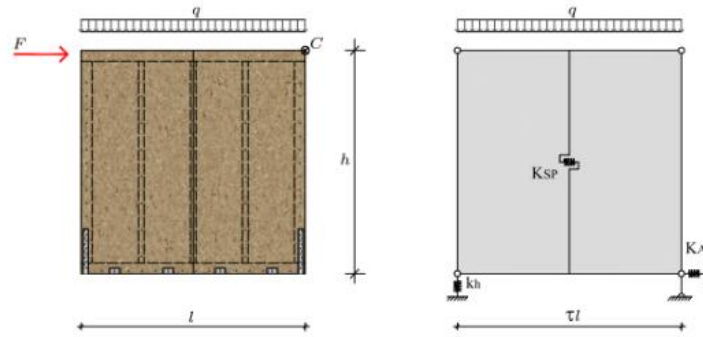
Casagrande et. al. (2016) establecieron un procedimiento de modelación numérica simplificado para encontrar la respuesta de muros de corte para estructuras de madera de un piso. Se considera que la rigidez de la estructura está dada por la sumatoria de las rigideces de cada muro de corte, y estos a su vez, dependerán de todos los elementos conectores, tales como:

- Desangulación de la placa de revestimiento (Figura 4.a)
- Rigidez lateral entregada por anclajes anti levantamiento (hold down) (Figura 4.b)
- Rigidez al deslizamiento entregada por angle brackets (Figura 4.c)
- Rigidez lateral entre los clavos y la placa de revestimiento (Figura 4.d)



**Figura. 4 Componentes que influyen la flexibilidad de un muro de corte (Cassagrande et al 2016)**

Conociendo el aporte por elemento se establece en la Figura 5, el modelo que representa la rigidez de un muro de corte para un sistema tipo plataforma:



**Figura. 5 Modelo de un muro de corte (Rossi et al 2016)**

La flexibilidad (inverso de la rigidez) asociada a la combinación de la desangulación de la placa de revestimiento y clavos, se muestran en la Ecuación (2). Por otra parte, las Ecuaciones (3) y (4) representan el aporte de flexibilidad de los angle brackets y hold down respectivamente. Por último en la Ecuación (5) se muestra la rigidez total del muro.

$$\frac{1}{K_{SP}} = \frac{h}{G_p \cdot n_{bs} \cdot t_p \cdot l} + \frac{S_c \cdot \lambda}{k_c \cdot n_{bs} \cdot l} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$\frac{1}{K_A} = \frac{i_a}{k_a \cdot l} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$\frac{1}{K_H} = \frac{h^2}{k_h \cdot (\tau \cdot l)^2} \quad (\text{Ec. 4})$$

$$K_{tot} = \left( \frac{1}{K_{SP}} + \frac{1}{K_A} + \frac{1}{K_H} \right)^{-1} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

$K_{SP}$  : Rigidez lateral combinada que aporta la placa de revestimiento y los clavos

$K_A$  : Rigidez lateral total que aportan conectores Angle Brackets

$K_H$  : Rigidez lateral total que aportan anclajes anti levantamiento (Hold Down)

$K_{tot}$  : Rigidez lateral total de un muro de corte

$G_p$  : Módulo de corte placa de revestimiento

$n_{bs}$  : Cantidad de placas de revestimiento (interior-exterior)

$k_c$  : Rigidez lateral de clavos que conectan placa de revestimiento y madera

$t_p$  : Espesor de la placa de revestimiento

$h$  : Altura del muro de corte

$S_c$  : Espaciamiento entre clavos

$i_a$  : Espaciamiento entre angle brackets

$k_a$  : Rigidez lateral individual de angle brackets

$k_h$  : Rigidez vertical individual de hold down

$\lambda$  : Parámetro relacionado con la forma del panel

$l$  : Largo del muro de corte

$\tau$  : Es un parámetro que considera la distancia entre anclajes Hold Down, típicamente [0.9,1]

Para obtener el desplazamiento lateral de un muro de corte es necesario restar el desplazamiento horizontal debido a las cargas verticales tal como muestran las Ecuaciones (6) y (7).

$$\Delta_N = \frac{q \cdot l/2 \cdot h}{\tau \cdot l \cdot k_h} \quad (\text{Ec. 6})$$

$$\Delta = \frac{F}{K_{tot}} - \Delta_N \quad (\text{Ec. 7})$$

Donde :

$\Delta_N$  : Desplazamiento horizontal debido a cargas verticales en el muro

$q$  : Carga vertical uniformemente distribuida en el muro

$F$  : Carga horizontal en muro de corte

$\Delta$  : Desplazamiento total de un muro de corte

Posteriormente Rossi et al (2016) ampliaron el estudio anterior trabajando en múltiples pisos, en donde, ocupando el método de superposición establecieron un modelo capaz de calcular los desplazamientos y fuerzas actuantes en cada muro. La generalización de este modelo se muestra en las Ecuaciones (8), (9), (10), (11)

$$K_{sys} = \sum_{i=1}^n K_{tot,i} \quad (\text{Ec. 8})$$

$$\Delta_{N,i} = \sum_{r=1}^j \frac{M_r}{|M_r|} \left( \sum_{y=r}^m N_y \right) \cdot \frac{z_j - z_{r-1}}{k_h \cdot \tau \cdot l} \quad (\text{Ec. 9})$$

$$F_{N,sys} = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \Delta_{N,i} \quad (\text{Ec. 10})$$

$$\Delta = K_{sys}^{-1} \cdot (F - F_{N,sys}) \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde :

$K_{sys}$  : Rigidez del sistema

$K_{tot,i}$  : Rigidez lateral total que aporta el i-ésimo muro

$M_r$  : Momento flector en el r-ésimo piso

$\Delta_{N,i}$  : Desplazamiento horizontal del i-ésimo muro debido a cargas verticales en el N-ésimo piso

$\Delta$  : Desplazamiento horizontal de cada piso

$N_y$  : Carga vertical concentrada en el y-ésimo piso

$F_{N,sys}$  : Carga horizontal aplicada al sistema debido a las cargas verticales del N-ésimo piso

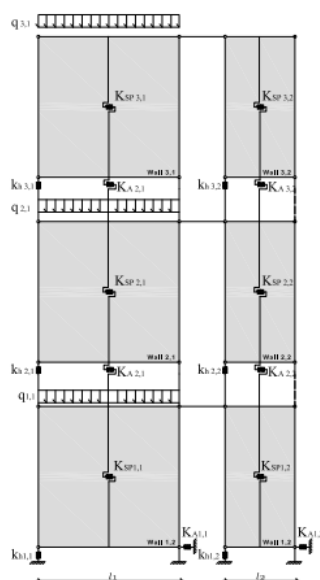
$F$  : Carga horizontal aplicada al sistema

El modelo propuesto por los autores Rossi et al (2016) y Casagrande et al (2016) considera dos grandes iteraciones, debido a la no linealidad cinemática que entregan los hold down. Esta no linealidad se ve reflejada en que los hold down solo se activan cuando existen fuerzas de tracción en ellos que logran superar a las componentes de compresión provenientes de las cargas



verticales. Por lo tanto, la primera iteración tiene que ver con que no se conoce a priori el signo de los momentos flectores en los muros y por ende su efecto en los desplazamientos horizontales, debido a las cargas verticales (Ecuación 8). Por su parte, la segunda iteración está relacionada con que no se conoce previamente que hold down están traccionados y cuales comprimidos. Estas iteraciones implican asumir condiciones iniciales que se van revisando paso a paso hasta lograr la convergencia.

Rossi et al (2016), establecieron un ejemplo de dos muros de corte, para una elevación de tres pisos, tal como lo muestra la Figura 6.



**Figura. 6 Ejemplo de modelo desarrollado por Rossi et al (2016)**

Desarrollando el modelo propuesto por Rossi et al (2016), lograron encontrar el desplazamiento de cada muro, y por ende el desplazamiento de cada piso. Los detalles del ejemplo están presentados en el ANEXO A

### 2.3 Comportamiento de una estructura de madera

A fin de entender el comportamiento de una estructura de madera bajo una demanda sísmica, Tomasi et al. (2014) establecieron mediante una prueba de mesa vibratoria que una estructura de madera no presenta daño significativo frente a cargas cíclicas elevadas, debido a que la estructura trabaja en el rango lineal en torno a 0.5g de PGA (Peak Ground of Aceleración), y que incluso para eventos en torno al 1 g la estructura no presenta algún daño visible. A continuación, en la Tabla 4 se presentan los datos mencionados anteriormente:

**Tabla 4. Niveles de drift asociados para distintas demandas sísmicas Tomasi et al. (2014)**

Primer piso	CH 41 (Interno)	Sensor óptico (Externo)
Ensayo	%	
0.07g	0.03	0.02
0.28g	0.21	0.14
0.50g	0.45	0.59
0.70g	0.79	0.63
1.00g	1.12	1.24

Nota: CH41 es un sensor que registra el desplazamiento dentro de la estructura; El sensor óptico captura los desplazamientos desde el exterior de la estructura

Pese a que la madera tiene un excelente comportamiento frente a la actividad sísmica, según la norma chilena de diseño sísmico de edificios, ésta sólo se cumpliría parcialmente para las aceleraciones de 0.07g y 0.28g, ya que la norma sólo admite un 0.2% de desplazamiento relativo entre pisos. Lindt et al (2010) establecen experimentos sobre un edificio de madera de 6 pisos en donde incluso para drift máximos en torno al 2%, la estructura no presenta daño estructural significativo.

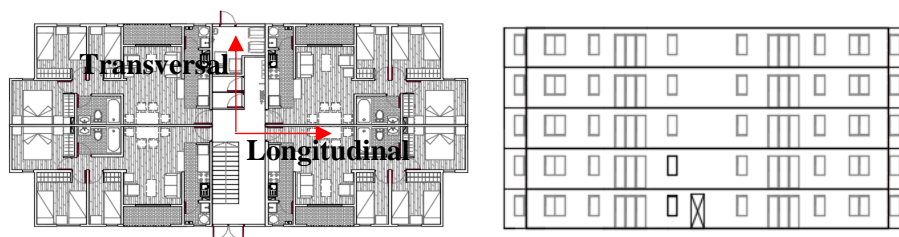
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se presentan los materiales y metodología para evaluar el nivel de desplazamiento lateral sísmico de edificios de madera.

#### 3.1 Configuración arquitectónica

En este sub capítulo se muestra la configuración arquitectónica que se utilizó para encontrar el nivel de desplazamiento lateral debido a cargas sísmicas. El estudio consideró la modelación de un edificio habitacional de interés social de cinco pisos, con una altura entrepiso de 2.44 m. Se analizaron 2 direcciones de envigado de piso, una en la dirección longitudinal y otra en la dirección transversal. Se define la dirección longitudinal del edificio, como la dirección que tiene una mayor longitud, por otro lado, la dirección transversal será la que tiene menor longitud en la vista en planta.

La configuración arquitectónica de estudio es un edificio de planta regular. Con dimensiones de 24 m x 12 m. En la Figura 7 se muestra la vista en planta y la fachada del edificio. Todas las elevaciones se muestran en el ANEXO B

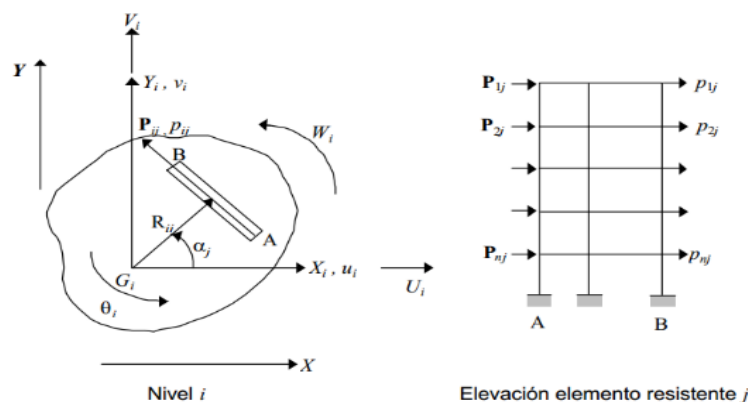


**Figura. 7 Vista en planta y fachada de la configuración arquitectónica en estudio**

#### 3.2 Método modificado para análisis tridimensional

Para evaluar el nivel de deformaciones sísmicas de un edificio es necesario analizar una estructura tridimensional completa. Es por ello que se requiere ampliar la metodología propuesta Rossi et al (2016) a través de un análisis pseudo-tridimensional asumiendo un supuesto de diafragma rígido. En términos generales, las rigideces de cada muro son llevadas a coordenadas de piso, considerando la posición relativa de cada muro en la planta estructural.

Las expresiones matemáticas que permiten esta conversión se muestran en ecuaciones (12) y (13) y la Figura 8.



**Figura. 8. Modelo Pseudotridimensional (Guendelman, 2015)**

$$[\beta^j]_{(nx3n)} = [-\sin \alpha_j \cdot [I] \ : \ \cos \alpha_j \cdot [I] \ : \ [R_j]] \tag{Ec. 12}$$

$$K_c = \sum_{j=1}^m [\beta^j]^T \cdot [K^j] \cdot [\beta^j] \tag{Ec. 13}$$

Donde :

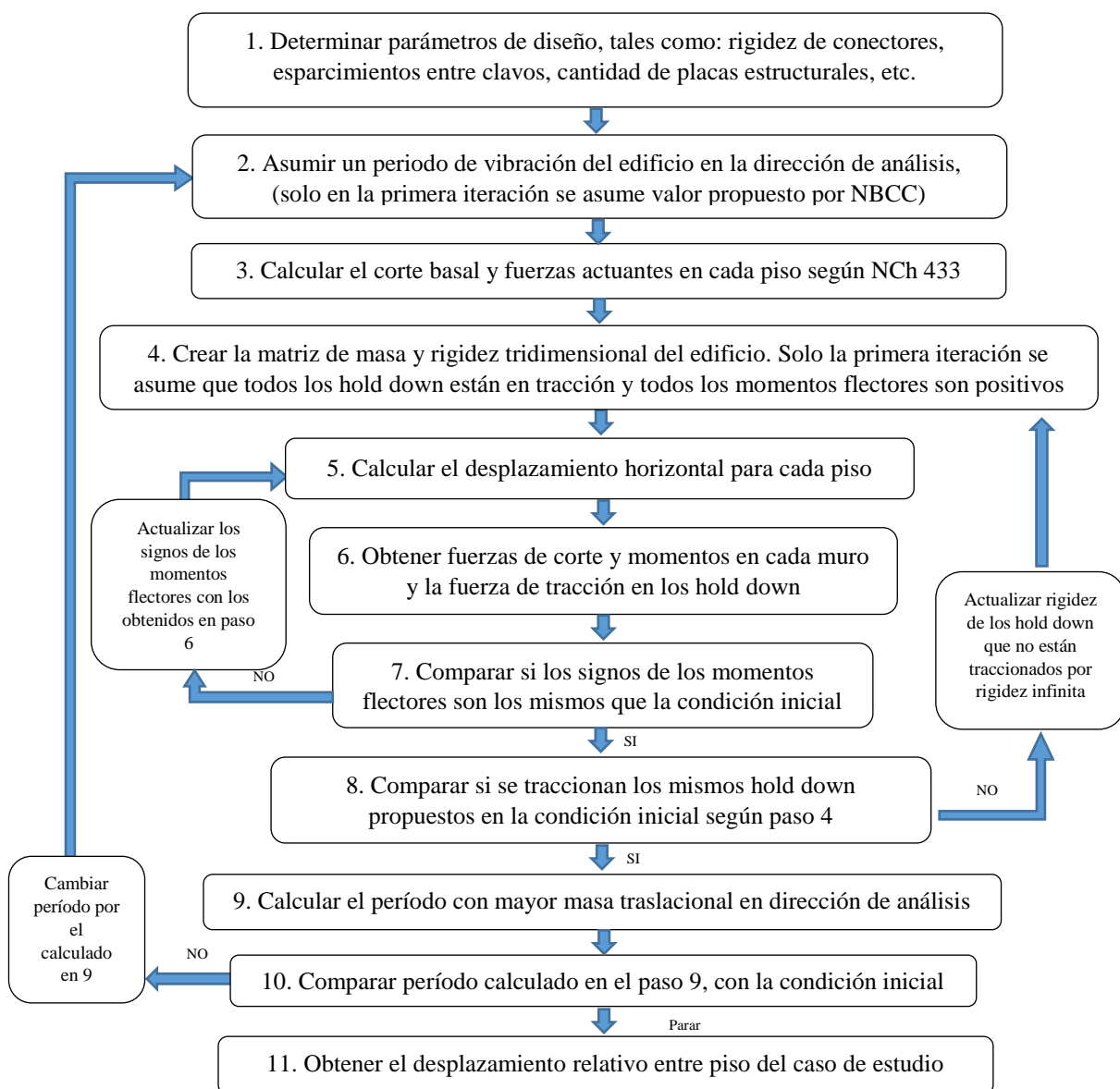
$K_c$  : Rigidez lateral del edificio en coordenadas de piso

$\beta$  : Matriz de transformación de coordenadas locales a coordenadas globales

$\alpha, R$  : Coordenadas polares de la traza del elemento resistente

Las fuerzas sísmicas y momentos torsores fueron considerados de acuerdo al análisis estático equivalente de la norma de diseño sísmico de edificios (NCh 433 of 96 mod. 2009). En términos generales, este método calcula un corte basal que se distribuye en fuerzas en altura. Para poder obtener estas cargas se requiere conocer la zona sísmica, el tipo de suelo, junto con el período de la estructura. Dado que el período de la estructura es fuertemente dependiente de si se produce o no levantamiento de los anclajes hold down, es necesario especificar un valor inicial de período para comenzar la iteración, lo que conlleva a una nueva iteración en la metodología propuesta por Rossi et al (2016) y Casagrande et al (2016). Una opción para poder estimar la condición inicial del período, es el que propone el código nacional de edificios de Canadá (NBCC), el cual contempla que el período de una estructura estará dado por  $0.05 \cdot hn^{0.75}$ , donde hn es la altura del edificio en metros. En la Figura 9, se muestra un diagrama de flujo que contempla la metodología utilizada.

La metodología aplicada se programó mediante el software MATLAB, dicha rutina se puede revisar en el ANEXO C.



**Figura 9. Diagrama de flujo metodología**

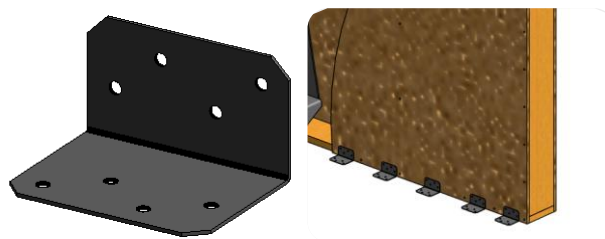
### 3.3 Calibración de parámetros

El edificio fue modelado en base a muros de corte bajo el sistema tipo plataforma, en donde cada uno de ellos contempla: un bastidor de madera, placa de revestimiento (interior y exterior), anclajes hold down y angle brackets. Para encontrar el desplazamiento real de un muro de corte es necesario calibrar los parámetros ingresados al modelo. Cabe destacar que los parámetros utilizados para la modelación equivalen a los más favorables para maximizar la rigidez lateral de la estructura.

En este sub capítulo se muestra la calibración realizada para encontrar los parámetros necesarios para evaluar el desplazamiento relativo entre piso.

### 3.3.1 Calibración Angle Brackets

Los herrajes Angle Brackets son los encargados que el muro de corte no se desplace de forma traslacional. La calibración de los Angle brackets fue realizada para encontrar la rigidez de estos herrajes. La empresa Simpson Strong-Tie establece en sus catálogos (Wood Construction Connectors 2017) distintos tipos de estos productos, en el cual establece una carga admisible para cada modelo. El modelo utilizado para encontrar esta rigidez es el “A 23”, el cual se puede ver en la Figura 10.



**Figura 10. Modelo 3D de Angle Bracket “A 23”**

El herraje mostrado en la Figura 10 tiene como característica, que todas las conexiones son en base a clavos (3.759 mm de diámetro). En el catálogo “Wood Construction Connectors” (2017) en la Tabla de los modelos “A Angle” se encuentra que la carga admisible al corte para estos modelos es de 2.513 [kN].

Para encontrar la rigidez de este herraje es necesario utilizar la fórmula de módulo de corrimiento propuesto por la normativa chilena de construcción en madera para uniones entre placas de acero y madera (NCh 1198 mod 2014). A continuación, en la Ecuación 14 se presenta la expresión matemática para encontrar el módulo de corrimiento (símil a la rigidez) para uniones entre placas de acero y madera sin agujero guía.

$$C = \frac{5 \cdot P_{adm}}{d_c} \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

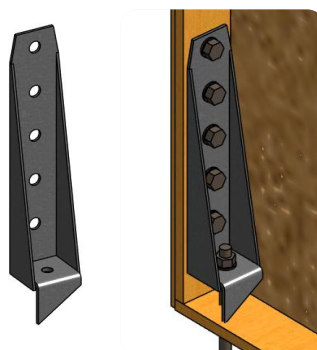
$P_{adm}$  : Carga admisible de herraje

$d_c$  : Diámetro del clavo

Al aplicar la Ecuación 14 se encuentra que el módulo de corrimiento es de 3342 [N/mm]. También es necesario señalar que se utiliza un espaciamiento entre Angle Brackets de 150 [mm], este espaciamiento se utiliza para evitar fallas por capacidad de los Angle Brackets.

### 3.3.2 Calibración de Hold Down

Los anclajes Hold Down son los encargados que el muro no tienda a levantarse. La calibración de los anclajes Hold Down fue realizada para encontrar su rigidez vertical, la cual es necesaria para aplicar la metodología ampliada. En el catálogo “Wood Construction Connectors” (2017) entregado por la empresa Simpson Strong-tie, establecen distintos tipos de estos productos, en la cual establece una carga admisible y desplazamientos para cada modelo. El modelo utilizado para encontrar esta rigidez es el “HD 19”, el cual se puede ver en la Figura 11.



**Figura 11. Modelo 3D de Hold Down modelo HD 19**

El anclaje mostrado en la Figura 11 tiene como característica, que todas las conexiones son en base a pernos. En el catálogo “Wood Construction Connectors” (2017) en la Tabla anclajes hold down “HDB/HD” se encuentra que la carga admisible para este modelo es de 72.106 [kN] y el desplazamiento máximo es de 3.48 [mm]. Al dividir la carga admisible entre el desplazamiento máximo, se puede encontrar que la rigidez del anclaje Hold Down D19, es de 20721 [N/mm].

### 3.3.3 Calibración de Placa de revestimiento

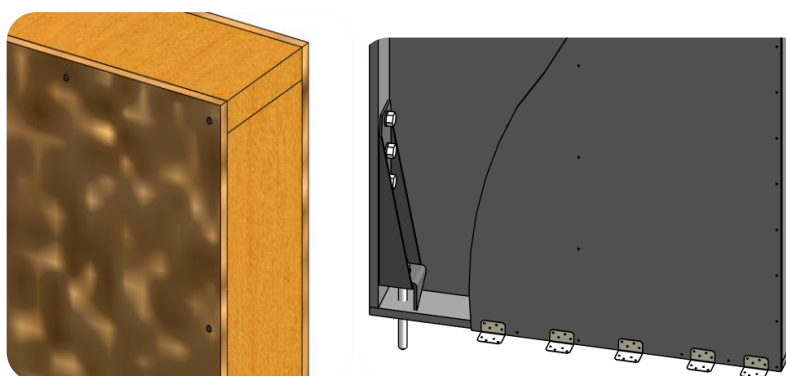
La placa de revestimiento tiene como principal objetivo, permitir que el muro de corte actúe como un diafragma rígido, para ello es necesario conocer el módulo de corte y el espesor de la placa de revestimiento. Para el modelo en estudio se utiliza una placa de OSB (Oriented Strand Board), tanto para el exterior como el interior, tal como muestra la Figura 12. Según el SPDW (2005) en la Tabla C4.2.2A, establece que el módulo de corte para una placa de OSB de 15.1 [mm] de espesor, es de 1027 [MPa].



**Figura 12. Modelo 3D de placa OSB y orientación en muro de corte**

### 3.3.4 Calibración de clavos entre placa de revestimiento y bastidor de madera

Los clavos son los encargados de mantener unidos la placa de revestimiento con el bastidor de madera tal como lo muestra la Figura 13. Los parámetros relevantes desde el punto de vista de la evaluación del nivel de deformaciones sísmicas en un edificio de madera, es el espaciamiento entre clavos y la rigidez de estos.



**Figura 13. Modelo 3D de clavos y disposición en muro de corte**

Según la Tabla 4.2A, propuesta por el SPDW (2014) para el diseño de un muro de corte, el valor mínimo para espaciar los clavos es de 50 [mm]. Cabe destacar que el espaciamiento perimetral es distinto al central, por lo cual el método propuesto por Cassagrande et al (2016), establece que el espaciamiento central será el doble del espaciamiento perimetral. Por su parte el módulo de corrimiento (símil a la rigidez) de un clavo según la NCh 1198 mod 2014 en la Tabla 14, es de 600 [N/mm] para el caso de estudio.

### 3.4 Casos de estudio y cargas ingresadas al modelo

El análisis considera las variables de la normativa chilena de diseño sísmico de edificios, la cual contempla, 3 zonas sísmicas asociadas a un cierto grado de peligrosidad sísmica. Por otra parte,



se establecen 5 tipos de suelos, desde suelos más duros como la Roca (tipo A), hasta suelos más blandos o sueltos (tipo E). Debido a análisis previos se optó por no considerar la condición de suelo tipo E, debido a fallas por capacidad de los conectores Hold down. Una variable que se estudiará será la dirección del envigado de piso, que, dadas las características arquitectónicas, éste se puede considerar tanto en la dirección longitudinal del edificio, como en la dirección transversal.

### 3.4.1 Cargas ingresadas al modelo

En este subcapítulo se evidencian las cargas ingresadas al modelo, tanto de peso propio como sobrecarga de uso y de techo. En la Tabla 5 se evidencian todas las cargas ingresadas a la rutina computacional. Las sobrecargas ingresadas, están calculadas según la normativa NCh 1537 of 2009.

**Tabla 5. Cargas ingresadas al modelo estructural**

Carga de peso propio de muros (kgf/m)	Carga de peso propio de muros + sobrelosa de hormigón (kgf/m <sup>2</sup> )	Sobrecarga de Uso (kgf/m <sup>2</sup> )	Sobrecarga de Techo (kgf/m <sup>2</sup> )
107.982	196.65	200	101.972

Nota: Los detalles de las cargas ingresadas se pueden ver en el ANEXO D

Al ingresar todas las cargas, es necesario establecer todas las combinaciones dispuestas en la NCh 3171 of 2010, para tensiones admisibles, las cuales están resumidas en la Tabla 6:

**Tabla 6. Combinaciones de carga según NCh 3171 of 2010**

Combinación	Peso propio (Pp)	Sobrecarga (Sc)	Sobrecarga de techo (Sct)	Sismo X	Sismo Y
1	1	-	-	-	-
2	1	1	-	-	-
3	1	-	1	-	-
4	1	0.75	0.75	-	-
5	1	-	-	1	-
6	1	-	-	-1	-
7	1	-	-	-	1
8	1	-	-	-	-1
9	1	0.75	-	0.75	-
10	1	0.75	-	-0.75	-
11	1	0.75	-	-	0.75
12	1	0.75	-	-	-0.75
13	0.6	-	-	1	-
14	0.6	-	-	-1	-
15	0.6	-	-	-	1
16	0.6	-	-	-	-1

Nota: En las combinaciones que incluyen sismo, también se le agrego el fenómeno de momento torsor en ambas direcciones, de acuerdo a NCh 433 of 96 modificada 2009

#### 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos en base a la metodología propuesta para encontrar el nivel de deformaciones sísmicas de un edificio de madera. El drift a analizar es el medido entre los centros de masas de cada planta para la comparación con la restricción de drift de la normativa chilena de edificios (NCh 433 of 96 mod. 2009) y la normativa norteamericana (ASCE 7). Se establecen dos direcciones de sismo actuante, una en dirección longitudinal del edificio (sismo en x) y otra en la dirección transversal del edificio (sismo en y).

Al realizar una modelación numérica, es importante validar la rutina computacional. En este trabajo se realizó una validación de la metodología propuesta para un sistema en dos y tres dimensiones, en base al ejemplo entregado por Rossi et al (2016), para una elevación de tres pisos, la validación se muestra en el ANEXO E.

##### 4.1 Modelación edificio de cinco pisos

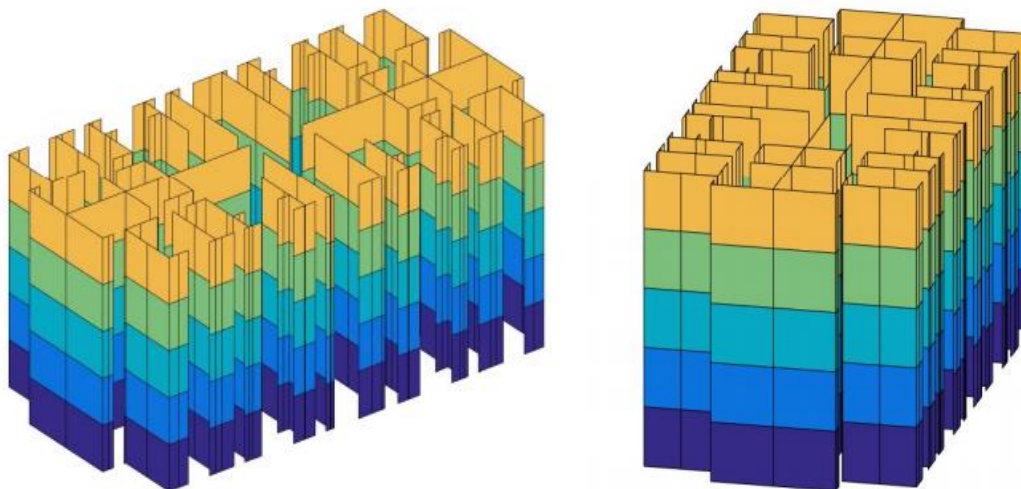
En este subcapítulo se muestran los resultados obtenidos al aplicar la metodología propuesta para un edificio habitacional de 5 pisos para el sistema tipo plataforma mostrado en el capítulo de metodología.

Al aplicar la metodología propuesta es importante definir los parámetros utilizados para el modelamiento de un muro de corte. En la Tabla 7 se pueden ver los parámetros que se utilizan para realizar la modelación y el análisis estructural para obtener el nivel de desplazamiento de un edificio de madera.

**Tabla 7. Parámetros utilizados en el modelo numérico**

Elemento	Parámetro	Valor
Placa de revestimiento	$G_p \cdot t_p$	15518 [N/mm]
	$n_{bs}$	2
Angle Brackets	$k_a$	3000 [N/mm]
	$i_a$	150 [mm]
Hold down	$k_h$	20000 [N/mm]
	$\tau$	0.9
Clavos placa de revestimiento-madera	$S_c$	50 [mm]
	$k_c$	600 [N/mm]

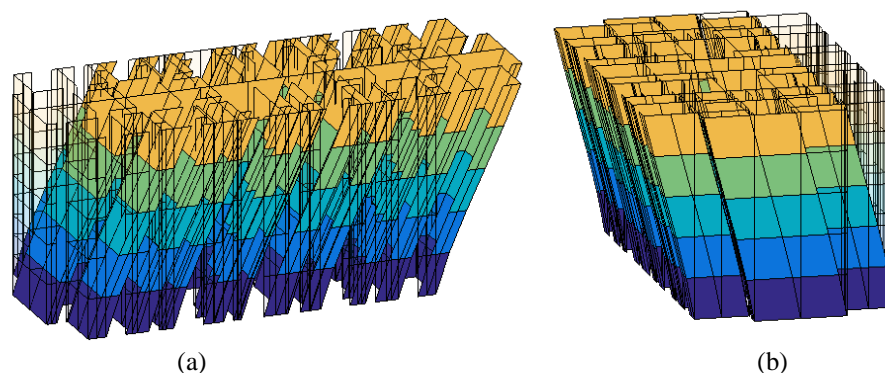
Uno de los factores importantes es definir la cantidad de muros de corte que tiene el edificio. A continuación, en la Figura 14 se muestra el modelamiento tridimensional de la estructura en estudio.



**Figura 14. Modelo 3D creado en MATLAB de edificio en estudio**

Como se puede apreciar en la Figura 14 en base a la configuración arquitectónica propuesta, se definieron 72 muros de corte, 27 muros en la dirección longitudinal del edificio y 45 muros actuando en la dirección transversal. Las características y cargas ingresadas a cada muro se pueden ver en el ANEXO F.

A continuación, en la Figura 15 se muestra el comportamiento de la estructura al aplicar un sismo en la dirección x (Figura 15a) y un sismo en la dirección y (Figura 15b).



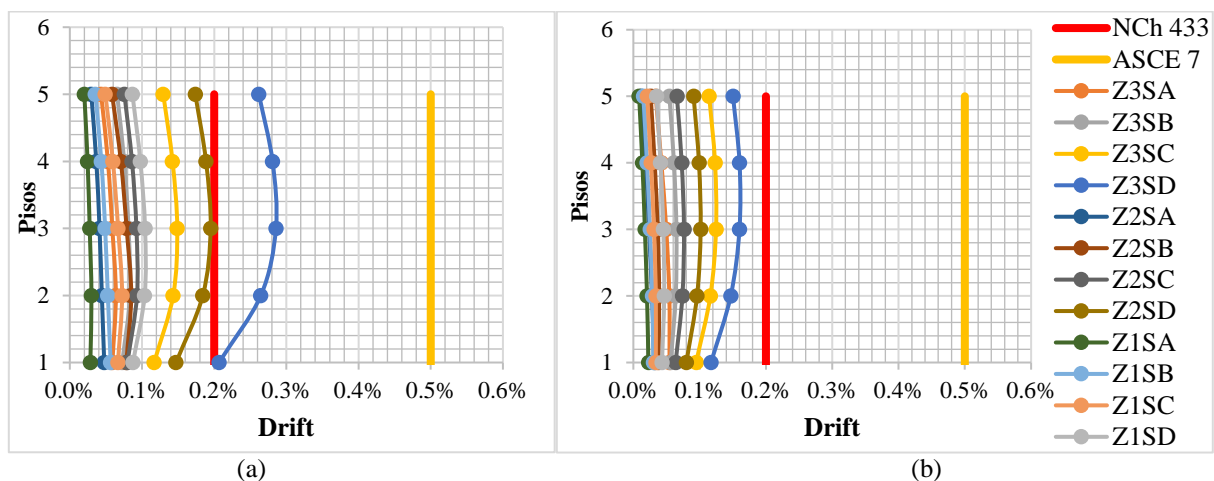
**Figura 15. Desplazamiento lateral con un sismo actuando en la dirección longitudinal (Figura 15a) y cuando un sismo actúa en la dirección transversal (Figura 15b)**

Como se puede apreciar en la Figura 15, el comportamiento de desplazamientos de la estructura es del tipo traslacional y no se evidencian problemas de rotación por parte del edificio. Cabe

destacar que para visualizar mejor la deformación del edificio se aplicó una amplificación de 150 veces ese efecto.

#### 4.2 Drift alcanzados en edificio habitacional de 5 pisos

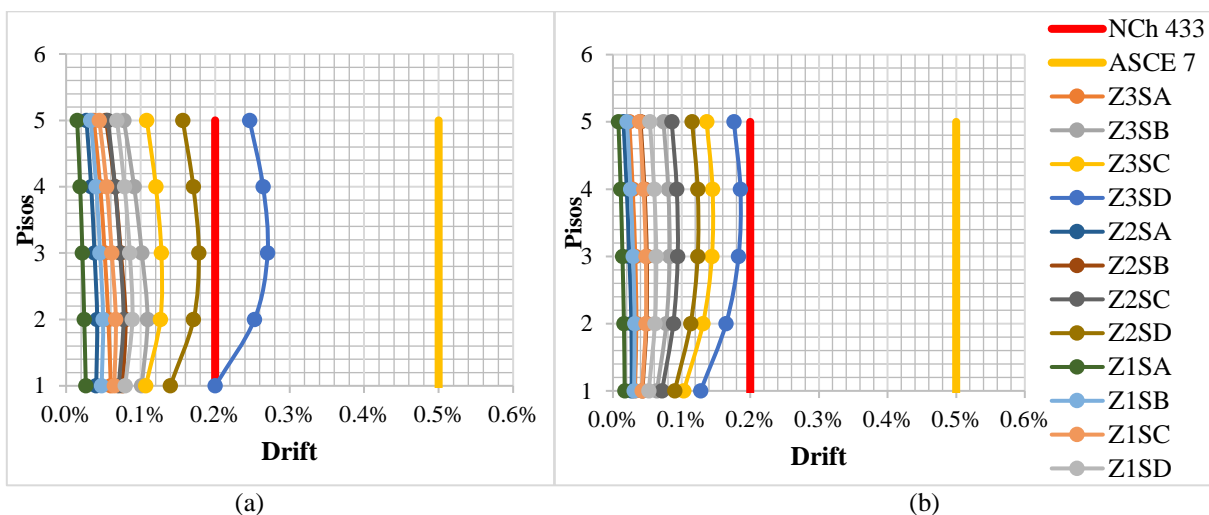
En este sub capítulo se muestran los resultados obtenidos en cuanto al nivel de desplazamiento relativo de entrepiso (drift). Los resultados mostrados en este capítulo corresponden a la combinación de carga más desfavorable para el nivel de drift que corresponde a la combinación de carga de 0.6D+S. Los resultados para todas las combinaciones de carga se muestran en el ANEXO G. A continuación, en la Figura 16 se muestran los drift obtenidos para la configuración arquitectónica en estudio, estableciendo un envigado de piso en la dirección longitudinal. En ella se evidencia la dirección de sismo en x (Figura 16a) y la de sismo en y (Figura 16b).



**Figura 16. Drift en la condición de dirección envigado de piso longitudinal para sismo actuando en dirección x (Figura 16a) e y (figura16b)**

Al analizar lo que ocurre considerando el envigado de piso en la dirección longitudinal, se puede observar en la Figura 16, que el drift máximo es alrededor de 0.3% la altura de entrepiso, para un sismo actuando en la dirección x, por otra parte, cuando el sismo actúa en la dirección y, el drift máximo ronda el 0.18%.

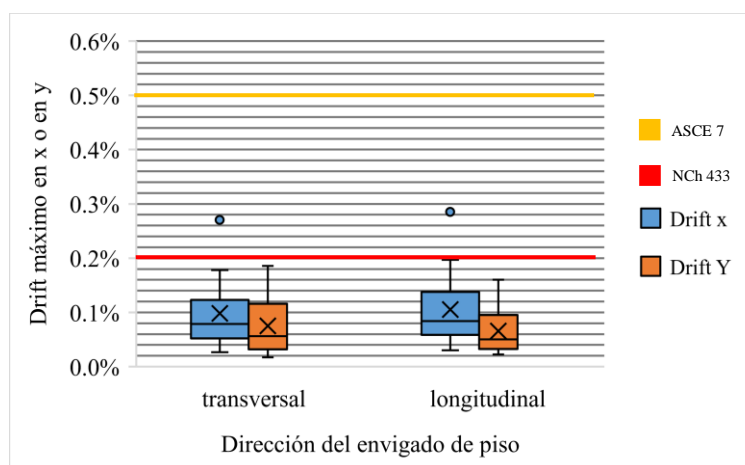
Por otro lado, en la Figura 14 se muestran los drift obtenidos para la configuración arquitectónica en estudio, estableciendo un envigado de piso en la dirección transversal. En ella se evidencia la dirección de sismo en x (Figura 17a) y la de sismo en y (Figura 17b).



**Figura 17. Drift en la condición de dirección envigado de piso transversal para sismo actuando en dirección x (Figura 17a) e y (Figura 17b)**

De la Figura 17 se puede concluir que el drift máximo ocurre con un sismo actuando en dirección x (Figura 21a), con un valor en torno al 0.27%. Por otro lado, al analizar lo que ocurre frente a un sismo actuando en la dirección y, se evidencia que el drift máximo ronda en torno a 0.18%. Cabe recalcar que bajo este escenario el edificio en estudio no cumpliría únicamente para la condición de zona sísmica 3 para suelo tipo D.

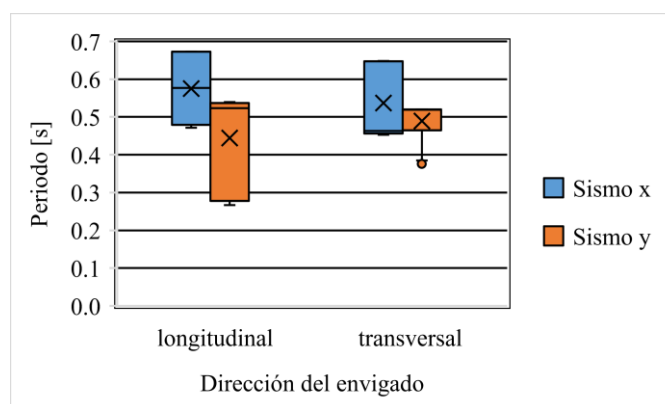
La Figura 18 muestra una comparación entre los resultados entregados y las brechas con la normativa chilena de diseño sísmico de edificios (NCh 433 of 96 modificada 2009) y la norteamericana (ASCE 7 2010).



**Figura 18. Drift en función del tipo de suelo y dirección del envigado de piso**

Como se ve en la Figura 18 la condición de envigado longitudinal esta estaría al borde del no cumplimiento con los estándares impuestos por normativas nacionales, pero cumpliría todos los estándares internacionales. Por otra parte, en la condición de envigado transversal existe una disminución del nivel de drift, cumpliendo bajo este escenario con cierta holgura las restricciones de la normativa chilena de edificios y las restricciones impuestas por la normativa norteamericana. En general existen diferencias en torno al 10% entre envigado transversal y envigado longitudinal.

A continuación, en la Figura 19 se muestra los períodos obtenidos para la configuración arquitectónica en estudio. En ella se evidencian dos direcciones de sismo, una en x y otra en y.



**Figura 19. Períodos en función del tipo de suelo y dirección del envigado de piso**

Como se puede ver en la Figura 19, la dirección del envigado de piso es influyente en la variabilidad de rigidez lateral de un edificio de madera. Se desprende de la Figura 19 que, al tener un envigado de piso en la dirección longitudinal del edificio, éste tendrá claramente una diferencia evidente entre las dos direcciones de sismo actuante estableciéndose valores promedios de 12% y 23% para envigado transversal y longitudinal respectivamente. Al analizar la condición de un envigado de piso en la dirección transversal del edificio, la variabilidad entre las direcciones de análisis, tienden a ser homogéneas. Esto quiere decir que el nivel de rigidez lateral del edificio se ve distribuido de manera más equitativa en esta condición de envigado.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

En la presente memoria de título se logró estudiar el nivel de deformaciones sísmicas de un edificio de madera de mediana altura bajo el sistema tipo plataforma. De acuerdo a los análisis de los resultados y la información recopilada se concluye que:

Se logró evaluar el nivel de deformaciones sísmicas en edificios de madera de mediana altura, contrastando con normativa nacional e internacional. Estas brechas indicaron que el edificio de madera estudiado cumple en un 100% lo requerido por normativa internacional y en un 92% lo propuesto por la normativa nacional.

Se determinaron las variables influyentes en el nivel de desplazamiento de un edificio de madera bajo el sistema tipo plataforma. Desde el punto de vista del sistema constructivo, las variables que influyen el nivel de deformaciones sísmicas, son las propiedades mecánicas de anclajes hold down, placas de revestimiento, angle brackets y conectores entre la placa de revestimiento y la madera. Por otro lado, existen factores que son inherentes de la estructura, tales como la zona sísmica y el tipo de suelo en donde éste emplazada la estructura, cuyos factores también influyen el nivel de deformaciones sísmicas de un edificio de madera.

Se logró identificar, seleccionar y validar técnicas de modelación numérica para edificios de madera bajo el sistema tipo plataforma. Se ampliaron metodologías actuales, desarrollando una rutina computacional en MATLAB, la cual estableció modelos pseudo tridimensionales que reflejen el comportamiento real de un edificio de madera de mediana altura.

Se pudo aplicar de manera óptima la metodología propuesta para un edificio de madera de cinco pisos. Estableciendo brechas entre la normativa chilena y la norteamericana, determinando escenarios óptimos para que la estructura cumpla en gran parte lo impuesto por estas dos normativas. Bajo este contexto y debido a análisis previos, no se considera la condición de emplazar una estructura para suelos tipo E, debido a que en este escenario existen elementos que fallan por capacidad. Por lo cual se requieren de tecnologías de conexión más sofisticadas que las estudiadas en este trabajo.

Desde el punto de vista de la disposición del envigado de piso, se detectó su fuerte influencia en los niveles de variabilidad de la flexibilidad lateral del edificio. Cuando se dispone de un envigado de piso en la dirección longitudinal, se logró identificar la existencia de un eje fuerte

y un eje débil del edificio estableciendo diferencias máximas promedios de un 23%. Por otro lado, cuando el envigado de piso estaba dispuesto en la dirección transversal, la variabilidad de la flexibilidad tendió a ser homogénea teniendo diferencias promedio torno a un 12%.

Para el edificio estudiado se pudo observar que el tipo de suelo es el factor predominante para la atenuación o amplificación del desplazamiento lateral relativo de entrepiso. De hecho, para los casos más desfavorables, se obtuvieron drift en suelos sueltos de mala calidad (tipo D) 4 veces mayores que en suelos Rocosos (tipo A).

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se interpreta que el comportamiento de un edificio habitacional de 5 pisos tiende a ser óptimo desde el punto de vista de las deformaciones sísmicas. Cabe recalcar que para el caso estudiado la factibilidad técnica de construir un edificio habitacional frente al escenario sísmico propuesto por la normativa de diseño es alta. Estableciendo cuatro tipos de suelos en donde se puede construir un edificio de madera (suelo tipo A, B, C, D) en 2 zonas sísmicas (Zona sísmica I y II), en estos casos se cumpliría el 100% de los escenarios propuestos. Por otro lado, cabe destacar que para zona sísmica III el cumplimiento total de los escenarios, sería solo para suelos tipo A, B y C.

## **5.2 Recomendaciones y futuras líneas de investigaciones**

En general se recomienda utilizar esta metodología de trabajo, puesto que es simple y refleja fielmente el comportamiento de un edificio de madera bajo el rango elástico.

Una de las características importantes en el desarrollo del modelo, es tener una concepción más acabada en cuanto al correcto diseño de un edificio de madera. Es por ello que se recomienda realizar un diseño óptimo para abaratar costos y tener un escenario más detallado y fiel a la realidad.

Se recomienda en futuras investigaciones, determinar el aumento en la rigidez asociada a la flexión de los pies derechos, ya que esto aminoraría el nivel de desplazamiento relativo entrepiso de un edificio de madera.

Debido a la gran flexibilidad que tiene la metodología propuesta, es factible ampliar dicha metodología a soluciones más innovadoras, como es el caso de la madera contra laminada (CLT) y aplicar dicha metodología al mismo caso de estudio, detectando diferencias entre ambos sistemas constructivos.



Se propone crear un software para distribución a los profesionales del área, el cual tenga recomendaciones, de elementos, escuadrías y costos para la creación de muros de corte.

Se recomienda en futuras investigaciones, abordar el sistema de envigado de piso como un sistema mixto, de tal forma que sea equitativo en ambas direcciones, cargando muros que necesiten la suficiente carga axial para que no se produzca levantamiento.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. American Forest and Paper Association. 2005. Special Design Provisions for Wind and Seismic with Commentary (SDPWS), 2005 edition. AF&PA, Washington, D.C
2. American Wood Council. 2015. Special Design Provisions for Wind and Seismic (SDPWS), 2014 edition. AWC, Washington, D.C
3. ASCE (2010). Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. American Society of Civil Engineers.
4. Asiz, A., Chui, Y. H., Zhou, L., Smith. 2010, Three-dimensional numerical model of progressive failure in wood light-frame buildings. In: Proc. 11th World Conf. Timber Eng., Riva del Garda, Italy, June 20-24, 2010, p6
5. Balkaya et al. (2012). Soil – Structure interactions effects on the fundamental periods of the shear wall dominant buildings. The Structural Design of Tall and Special Buildings. 21. P. 416-430.
6. Chopra (1995). Dynamics of Structures, Ed. Prentice Hall.
7. D. Casagrande, S. Rossi, T. Sartori, R. Tomasi. 2016, Proposal of an analytical procedure and a simplified numerical model for elastic response of single-storey timber shear-walls, Construction, and Building Materials. 102 (2016) 1101–1112
8. Dolan D. et al. (2008). Comparison of Chilean and US Seismic Design Provisions for Timber Structures. 51<sup>st</sup> international convention of society of wood science and technology, Concepcion, Chile.
9. Instituto Nacional de Normalización. 2009. NCh 433 of 96 modificada en 2009: Diseño Sísmico de Edificios. Santiago, INN Chile
10. Instituto Nacional de Normalización. 2014. NCh 1198 of 2014: Madera – Construcción en madera – Cálculo. Santiago, INN Chile

11. Instituto Nacional de Normalización. 2010. NCh 3171 of 2010: Diseño Estructural: Combinaciones de Carga. Santiago, INN Chile.
12. Instituto Nacional de Normalización. 2009. NCh 1537 of 2009: Diseño Estructural: Cargas permanentes y cargas de uso. Santiago, INN Chile.
13. Kramer (1996) Geotechnical Earthquake Engineering. Ed. Prentice Hall.
14. Lindt, J. W. van de, Pei, S., Pryor, S. E., Shimizu, H., & Isoda, H. (2010). Experimental Seismic Response of a Full-Scale Six-Story Light-Frame Wood Building. *Journal of Structural Engineering*, 136(10), 1262–1272.
15. Priestley, M. J. N, Seible, F, Calvi, G. M. 1996, *Seismic Design and Retrofit of Bridges*, New York, John Wiley & Sons, Inc, Vol. 1, 1996
16. R. Tomasi, T. Sartori, D. Casagrande, M. Piazza. 2014, Shaking table testing of a full scale prefabricated three-story timber framed building, *J. Earthquake Eng.* (2014).
17. S.Rossi, Simone Casagrande, Daniele Tomasi, Roberto, Piazza, Maurizio. 2016, Seismic elastic analysis of light timber-frame multi-storey buildings: Proposal of an iterative approach, *Construction, and Building Materials*. 102 (2016) 1154-1167
18. SEAOC (Structural Engineers Association of California) (1999). *Vision 2000: Performance Based Seismic Engineering of Buildings*. San Francisco.
19. Simpson Strong Tie. *Wood Construction Connectors Catalog 2017-2018*. (2017).
20. Tomás Guendelman, *Análisis Estático y Dinámico de Estructuras*, Capítulo 5: Análisis de Edificios, 1–22.

## **7. ANEXOS**

**INDICE GENERAL DE ANEXOS**

ANEXO A ..... 35  
 ANEXO B ..... 37  
 ANEXO C ..... 42  
 ANEXO D ..... 54  
 ANEXO E ..... 56  
 ANEXO F ..... 60  
 ANEXO G ..... 77

**INDICE DE TABLAS DE ANEXOS**

Tabla A 1. Características geométricas y mecánicas para ejemplo propuesto por Rossi et al (2016) ..... 36  
 Tabla A 2. Desplazamientos laterales totales por piso para ejemplo propuesto por Rossi et al (2016) ..... 36

Tabla D 1. Cargas muertas consideras para muros cargados con envigado de piso..... 55  
 Tabla D 2. Cargas muertas consideras para muros que no están cargados con envigado de piso ..... 55

Tabla F 1 . Muros de corte 1-9, con envigado de piso en dirección longitudinal ..... 61  
 Tabla F 2 . Muros de corte 10-18, con envigado de piso en dirección longitudinal ..... 62  
 Tabla F 3 . Muros de corte 19-27, con envigado de piso en dirección longitudinal ..... 63  
 Tabla F 4 . Muros de corte 28-36, con envigado de piso en dirección longitudinal ..... 64  
 Tabla F 5 . Muros de corte 37-45, con envigado de piso en dirección longitudinal ..... 65  
 Tabla F 6 . Muros de corte 46-54, con envigado de piso en dirección longitudinal ..... 66  
 Tabla F 7 . Muros de corte 55-63, con envigado de piso en dirección longitudinal ..... 67  
 Tabla F 8 . Muros de corte 64-72, con envigado de piso en dirección longitudinal ..... 68  
 Tabla F 9 . Muros de corte 1-9, con envigado de piso en dirección transversal ..... 69  
 Tabla F 10 . Muros de corte 10-18, con envigado de piso en dirección transversal ..... 70  
 Tabla F 11 . Muros de corte 19-27, con envigado de piso en dirección transversal ..... 71

Tabla F 12 . Muros de corte 28-36, con envigado de piso en dirección transversal .....	72
Tabla F 13 . Muros de corte 37-45, con envigado de piso en dirección transversal .....	73
Tabla F 14 . Muros de corte 46-54, con envigado de piso en dirección transversal .....	74
Tabla F 15 . Muros de corte 55-63, con envigado de piso en dirección transversal .....	75
Tabla F 16 . Muros de corte 64-72, con envigado de piso en dirección transversal .....	76
Tabla G 1. Drift máximo de los 5 pisos para combinación D+S, para envigado transversal ...	78
Tabla G 2. Drift máximo para combinación D+0.75S+0.75L, para envigado transversal .....	79
Tabla G 3. Drift máximo para combinación 0.6D+0.75S, para envigado transversal .....	80
Tabla G 4. Corte Basal para combinación de carga D+S, para un envigado transversal .....	81
Tabla G 5. Corte Basal para combinación de carga D+0.75S+0.75L, para un envigado transversal .....	82
Tabla G 6. Corte Basal para combinación de carga 0.6D+S, para un envigado transversal ....	83
Tabla G 7. Drift máximo para combinación D+S, para envigado longitudinal .....	84
Tabla G 8. Drift máximo para combinación S+0.75S+0.75L, para envigado longitudinal ....	85
Tabla G 9. Drift máximo para combinación 0.6D+S, para envigado longitudinal .....	86
Tabla G 10. Corte Basal para combinación de carga D+S, para envigado longitudinal .....	87
Tabla G 11. Corte Basal para combinación de carga D+0.75S+L, para envigado longitudinal .....	88
Tabla G 12. Corte Basal para combinación de carga 0.6D+S, para envigado longitudinal ....	89

### **INDICE DE FIGURAS DE ANEXOS**

Figura B 1. Vista en planta de configuración arquitectónica de estudio .....	38
Figura B 2. Elevación A de la configuración arquitectónica de estudio .....	38
Figura B 3. Elevaciones B y G de la configuración arquitectónica de estudio .....	38
Figura B 4. Elevación H de la configuración arquitectónica de estudio .....	39
Figura B 5. Elevaciones F y C de la configuración arquitectónica de estudio .....	39
Figura B 6. Elevaciones I y J de la configuración arquitectónica de estudio .....	39
Figura B 7. Elevación D de la configuración arquitectónica de estudio .....	40
Figura B 8. Elevación 1-14-5-10 de la configuración arquitectónica de estudio .....	40
Figura B 9. Elevación 2-4-6-13-11-9-5-10 de la configuración arquitectónica de estudio .....	40
Figura B 9. Elevación 7-8-3-12 de la configuración arquitectónica de estudio .....	41

Figura E 1. Ejemplo Rossi (2016) creado en MATLAB (Figura E 1a), Deformada (Figura E 1b)..... 57

Figura E 2. Comparación de resultados propuestos por Rossi et al (2016) y rutina programada en MATLAB ..... 57

Figura E 3. Vista en planta basado e ejemplo propuesto por Rossi et al (2016) (Figura E 3a); Modelo 3D creado en MATLAB (Figura E 3b)..... 58

Figura E 4. Comparación de resultados propuestos por Rossi et al (2016) y rutina programada en MATLAB ..... 58

ANEXO A

Ejemplo propuesto por Rossi et al (2016)



La Tabla A1 muestra los parámetros ingresados al modelo de Rossi et al (2016), para encontrar los desplazamientos de cada piso.

**Tabla A 1.** Características geométricas y mecánicas para ejemplo propuesto por Rossi et al (2016)

	Muro 1			Muro 2		
	Primer piso	Segundo Piso	Tercer Piso	Primer piso	Segundo Piso	Tercer Piso
l(mm)	2500	2500	2500	1250	1250	1250
h(mm)	2500	2500	2500	2500	2500	2500
q(kN/m)	5	5	5	0	0	0
nbs	2	2	2	2	2	2
G(MPa)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
tp(mm)	15	15	15	15	15	15
b(mm)	1250	1250	1250	1250	1250	1250
kc(N/mm)	500	500	500	500	500	500
Sc(mm)	100	100	100	100	100	100
kh(N/mm)	5000	2500	2500	5000	2500	2500
ka(N/mm)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
na	4	4	4	2	2	2

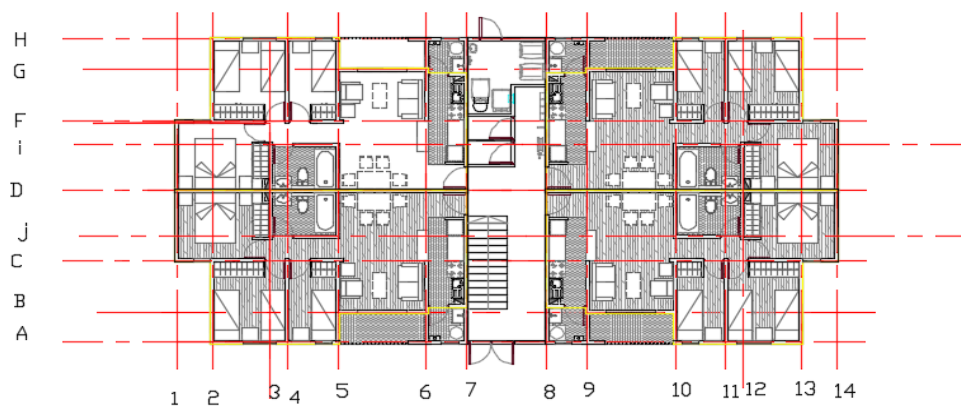
La Tabla A2 en cambio, muestra los resultados obtenidos para los desplazamientos laterales de cada piso, este proceso requirió de cuatro iteraciones:

**Tabla A 2.** Desplazamientos laterales totales por piso para ejemplo propuesto por Rossi et al (2016)

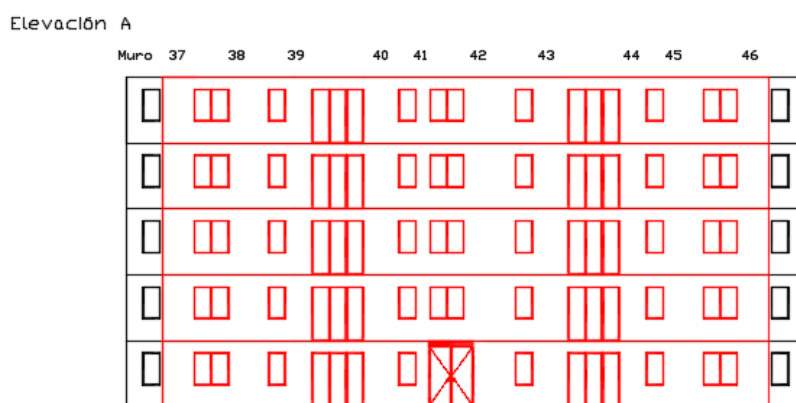
Piso	Desplazamiento lateral (mm)
1	7.9
2	14.38
3	15.38

## ANEXO B

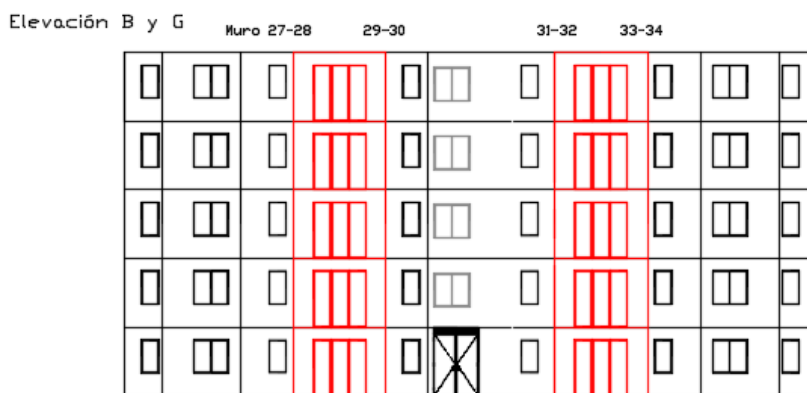
Elevaciones edificio de estudio



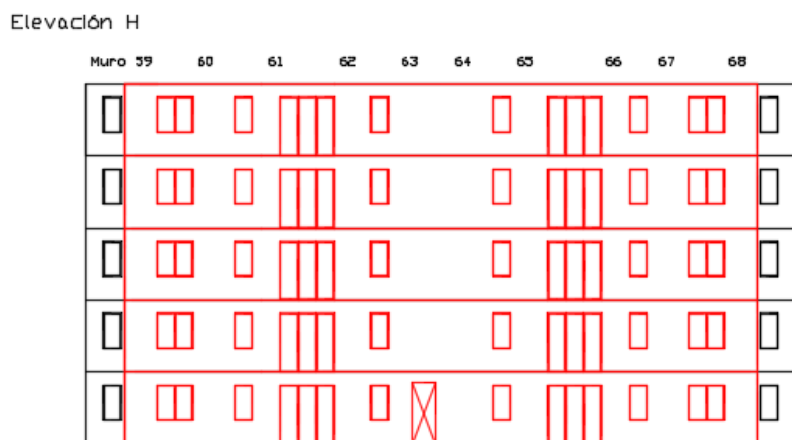
**Figura B 1. Vista en planta de configuración arquitectónica de estudio**



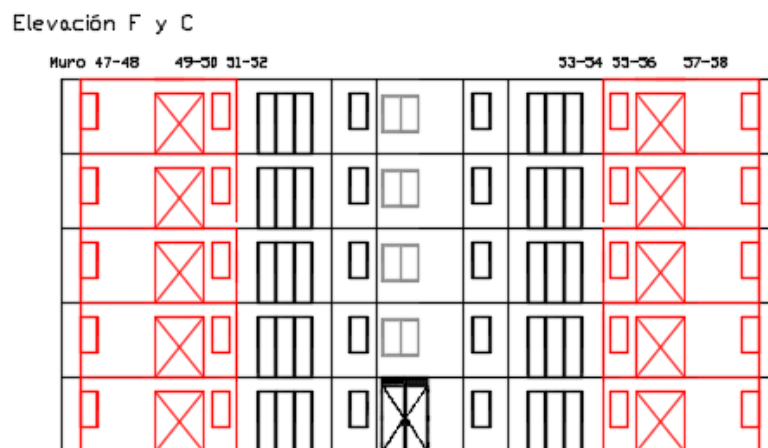
**Figura B 2. Elevación A de la configuración arquitectónica de estudio**



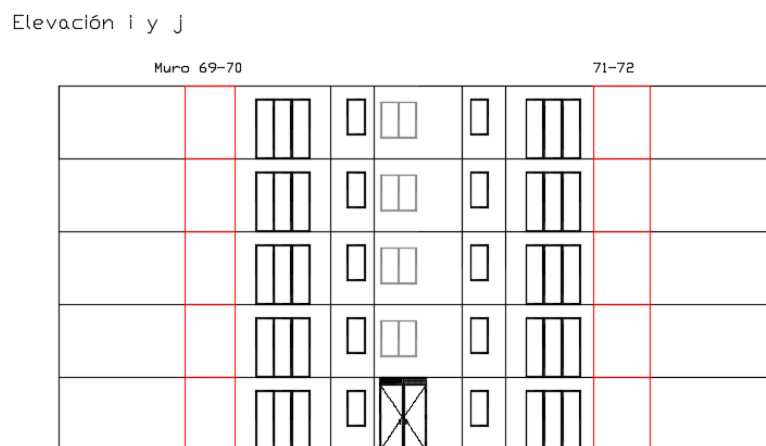
**Figura B 3. Elevaciones B y G de la configuración arquitectónica de estudio**



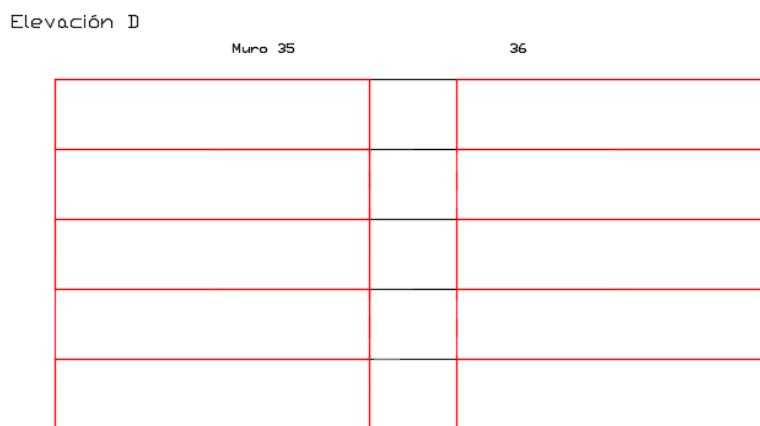
**Figura B 4. Elevación H de la configuración arquitectónica de estudio**



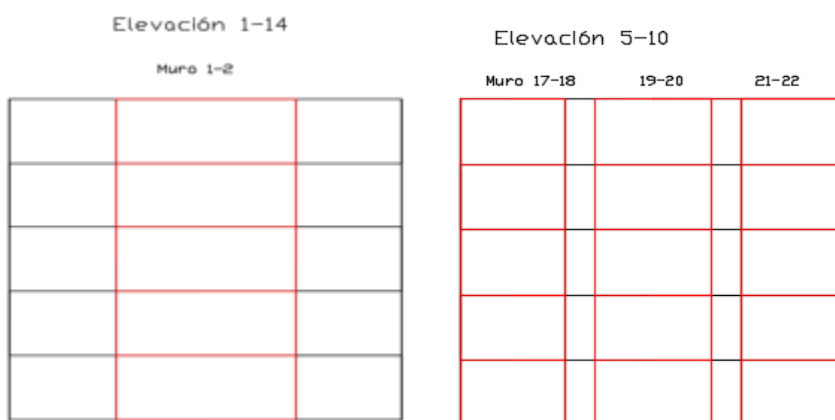
**Figura B 5. Elevaciones F y C de la configuración arquitectónica de estudio**



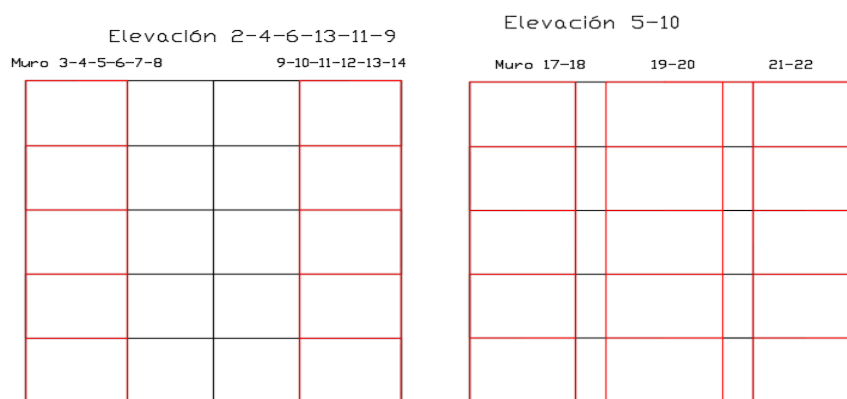
**Figura B 6. Elevaciones I y J de la configuración arquitectónica de estudio**



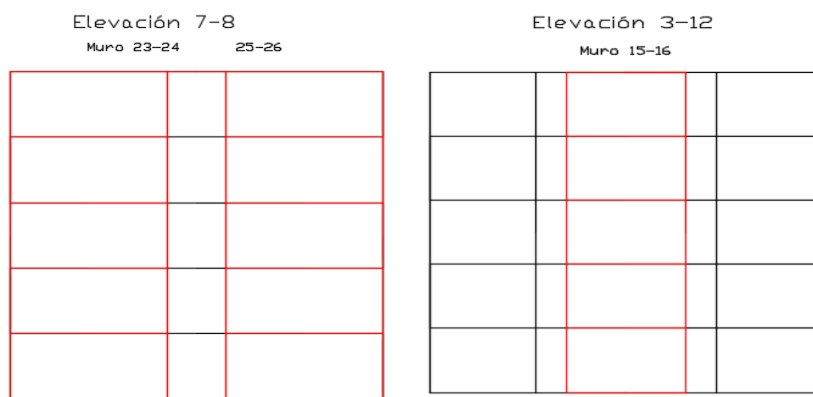
**Figura B 7. Elevación D de la configuración arquitectónica de estudio**



**Figura B 8. Elevación 1-14-5-10 de la configuración arquitectónica de estudio**



**Figura B 9. Elevación 2-4-6-13-11-9-5-10 de la configuración arquitectónica de estudio**



**Figura B 10. Elevación 7-8-3-12 de la configuración arquitectónica de estudio**

## ANEXO C

Rutina computacional creada en MATLAB

```

clc
clear all
tipo_suelo=menu('escoga tipo de suelo','A','B','C','D','E','Todos');
zona_sismica=menu('escoga zona sismica','1','2','3','todas');
direccion_sismo=menu('escoga direccion del sismo','x','y','todas');
combinacion_de_carga=menu('escoga combinacion de
carga','D','D+L','D+Lr','D+0,75L+0,75Lr','D+S+MT','D+S-MT','D-S-MT','D-
S+MT','D+0,75S+0,75MT+0,75L','D+0,75S-0,75MT+0,75L','D-0,75S-
0,75MT+0,75L','D-0,75S+0,75MT+0,75L','0,6D+S+MT','0,6D+S-MT','0,6D-S-
MT','0,6D-S+MT','todas','solo 0.6D');
if tipo_suelo==1
    suelo1=1;
    suelo2=suelo1;
elseif tipo_suelo==2
    suelo1=2;
    suelo2=suelo1;
elseif tipo_suelo==3
    suelo1=3;
    suelo2=suelo1;
elseif tipo_suelo==4
    suelo1=4;
    suelo2=suelo1;
elseif tipo_suelo==5
    suelo1=5;
    suelo2=suelo1;
else
    suelo1=1;
    suelo2=5;
end
if zona_sismica==1
    zona1=1;
    zona2=zona1;
elseif zona_sismica==2
    zona1=2;
    zona2=zona1;
elseif zona_sismica==3
    zona1=3;
    zona2=zona1;
else
    zona1=1;
    zona2=3;
end

if direccion_sismo==1
    sismo1=1;
    sismo2=sismo1;
elseif direccion_sismo==2
    sismo1=2;
    sismo2=sismo1;
else
    sismo1=1;
    sismo2=2;
end

if combinacion_de_carga==1
    combinacion1=1;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==2
    combinacion1=2;

```



```

    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==3
    combinacion1=3;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==4
    combinacion1=4;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==5
    combinacion1=5;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==6
    combinacion1=6;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==7
    combinacion1=7;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==8
    combinacion1=8;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==9
    combinacion1=9;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==10
    combinacion1=10;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==11
    combinacion1=11;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==12
    combinacion1=12;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==13
    combinacion1=13;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==14
    combinacion1=14;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==15
    combinacion1=15;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==16
    combinacion1=16;
    combinacion2=combinacion1;
elseif combinacion_de_carga==18
    combinacion1=13;
    combinacion2=16;
else
    combinacion1=1;
    combinacion2=16;
end

% Datos de paneles
nro_muros=72;
nro_pisos=5;
datos=zeros(nro_pisos,21,nro_muros);
R=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
theta=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
l=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);

```

```

h=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
q=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
qn=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
nbs=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
gp=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
tp=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
b=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
kc=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
sc=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
kh=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
ka=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
na=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
z=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
masas=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
x=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
y=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
for i=1:nro_muros
    filename=sprintf('Hoja%d',i);
    datos(:, :, i)=xlsread('datos muros corregidos 5 piso coordenadas
completa',filename, 'C5:W9');
end
z=datos(:,16,:);
x=datos(:,20,:);
y=datos(:,21,:);
l=datos(:,1,:);
theta=datos(:,18,:);
modelo3d(x,y,z,nro_muros,theta,l) %funcion que construye los muros de
corte
for combinacion=combinacion1:combinacion2
for sismo=sismo1:sismo2
for zona=zona2:-1:zonal
for suelo=suelo1:suelo2
% R=datos(:,17,:);
theta=datos(:,18,:);
l=datos(:,1,:);
h=datos(:,2,:);
if combinacion==1
    factorp=1;
    factors=0;
    factorst=0;
    factorsismo=0;
    factormt=0;
    archivo=('Edificio A comb D');
elseif combinacion==2
    factorp=1;
    factors=1;
    factorst=0;
    factorsismo=0;
    factormt=0;
    archivo=('Edificio A comb D+L');
elseif combinacion==3
    factorp=1;
    factors=0;
    factorst=1;
    factorsismo=0;
    factormt=0;
    archivo=('Edificio A comb D+Lr');
elseif combinacion==4
    factorp=1;

```

```
factors=0.75;
factorst=0.75;
factorsismo=0;
factormt=0;
archivo=('Edificio A comb D+0,75L+0,75Lr');
elseif combinacion==5
    factorp=1;
    factors=0;
    factorst=0;
    factorsismo=1;
    factormt=1;
    archivo=('Edificio A comb D+S+MT');
elseif combinacion==6
    factorp=1;
    factors=0;
    factorst=0;
    factorsismo=1;
    factormt=-1;
    archivo=('Edificio A comb D+S-MT');
    elseif combinacion==7
        factorp=1;
        factors=0;
        factorst=0;
        factorsismo=-1;
        factormt=-1;
        archivo=('Edificio A comb D-S-MT');
    elseif combinacion==8
        factorp=1;
        factors=0;
        factorst=0;
        factorsismo=-1;
        factormt=1;
        archivo=('Edificio A comb D-S+MT');
elseif combinacion==9
    factorp=1;
    factors=0.75;
    factorst=0;
    factorsismo=0.75;
    factormt=0.75;
    archivo=('Edificio A comb D+0,75S+0,75MT+0,75L');
elseif combinacion==10
    factorp=1;
    factors=0.75;
    factorst=0;
    factorsismo=0.75;
    factormt=-0.75;
    archivo=('Edificio A comb D+0,75S-0,75MT+0,75L');
    elseif combinacion==11
        factorp=1;
        factors=0.75;
        factorst=0;
        factorsismo=-0.75;
        factormt=-0.75;
        archivo=('Edificio A comb D-0,75S-0,75MT+0,75L');
    elseif combinacion==12
        factorp=1;
        factors=0.75;
        factorst=0;
        factorsismo=-0.75;
```

```

factormt=0.75;
archivo=('Edificio A comb D-0,75S+0,75MT+0,75L');
    elseif combinacion==13
        factorp=0.6;
        factors=0;
        factorst=0;
        factorsismo=1;
        factormt=1;
        archivo=('Edificio A comb 0,6D+S+MT');
    elseif combinacion==14
        factorp=0.6;
        factors=0;
        factorst=0;
        factorsismo=1;
        factormt=-1;
        archivo=('Edificio A comb 0,6D+S-MT');
    elseif combinacion==15
        factorp=0.6;
        factors=0;
        factorst=0;
        factorsismo=-1;
        factormt=-1;
        archivo=('Edificio A comb 0,6D-S-MT');
    elseif combinacion==16
        factorp=0.6;
        factors=0;
        factorst=0;
        factorsismo=-1;
        factormt=1;
        archivo=('Edificio A comb 0,6D-S+MT');
end
qs=datos(:,5,:)*factors;
qp=datos(:,4,:)*factorp;
qst=datos(:,6,:)*factorst;
for i=1:nro_muros
for j=nro_pisos:-1:1
qn(j,1,i)=sum(qs(j:nro_pisos,1,i))+sum(qp(j:nro_pisos,1,i))+sum(qst(j:nro_p
isos,1,i));
end
end
q=qp+qs+qst;
nbs=datos(:,7,:);
gp=datos(:,8,:);
tp=datos(:,9,:);
b=datos(:,10,:);
kc=datos(:,11,:);
sc=datos(:,12,:);
kh=datos(:,13,:);
ka=datos(:,14,:);
na=datos(:,15,:);

masas=datos(:,19,:);

ia=1./na;
tau=0.9;
mrrr=ones(nro_pisos,1,nro_muros);
thdd=ones(nro_pisos,1,nro_muros);
mm=nro_pisos;
nn=nro_muros;

```

```

alfa=h./b;
eta=1/6*(ones(nro_pisos,1,nro_muros)+3*alfa);
chi=alfa.*alfa/12.*(6*ones(nro_pisos,1,nro_muros)+5/2*alfa);
lambda=(alfa.*alfa).*(1./eta+1./chi);
KSP_inv=h./(gp.*nbs.*tp.*1)+(sc.*lambda)./(nbs.*kc.*1);
KA_inv=ia./(ka.*1);
xcm=zeros(nro_pisos,1);
ycm=zeros(nro_pisos,1);
distancia=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
Masa_rot=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
masa_rot=zeros(nro_pisos,1);
masa_x=zeros(nro_pisos,1);
masa_y=zeros(nro_pisos,1);

for cont16=1:nro_pisos
xcm(cont16,1)=sum(x(cont16, :, :).*masas(cont16, :, :))/sum(masas(cont16, :, :));
ycm(cont16,1)=sum(y(cont16, :, :).*masas(cont16, :, :))/sum(masas(cont16, :, :));
masa_x(cont16,1)=sum(masas(cont16, :, :));
masa_y(cont16,1)=sum(masas(cont16, :, :));
distancia(cont16, :, :)=(x(cont16, :, :)-
xcm(cont16,1)*ones(1,1,nro_muros)).^2+(y(cont16, :, :)-
ycm(cont16,1)*ones(1,1,nro_muros)).^2).^0.5;
Masa_rot(cont16, :)=masas(cont16, :, :).*distancia(cont16, :, :).^2;
masa_rot(cont16,1)=sum(Masa_rot(cont16, :));
end

for cont19=1:nro_muros
if theta(1, :, cont19)==0
R(:, :, cont19)=x(:, :, cont19)-xcm;
else
R(:, :, cont19)=ycm-y(:, :, cont19);
end
end

Ptot=sum(masa_x)*9.81; %Peso en kN
Ppisos=masa_x.*9.81;
Hn=12.2; % altura en metros
A_0=[0.2;0.3;0.4];
A0=A_0(zona);
S_0=[0.9;1;1.05;1.2;1.3];
S=S_0(suelo);
T_prima_0=[0.20;0.35;0.45;0.85;1.35];
T_prima=T_prima_0(suelo);
n_0=[1;1.33;1.4;1.8;1.8];
n=n_0(suelo);
bkx=24*1000;
bky=12*1000;
T_asterisco1=0.05*(Hn^0.75);
T_asterisco=0;
factorR=5.5;
C=(2.75*S*A0/factorR)*(T_prima/T_asterisco1)^n;
Prueba1=0;
while Prueba1==0;
C=(2.75*S*A0/factorR)*(T_prima/T_asterisco1)^n;
Cmax=A0*S*0.4;
Cmin=A0*S/6;
if C>Cmax
Ccalc=Cmax;

```

```

elseif C<Cmin
    Ccalc=Cmin;
else
    Ccalc=C;
end
I=1;
Ccalc;
Q0=Ccalc*I*Ptot;
Z=[0;2440;2440*2;2440*3;2440*4;2440*5];
A=zeros(nro_pisos,1);
for cont17=1:nro_pisos
    A(cont17,1)=(1-Z(cont17)/(Hn*1000))^0.5-(1-Z(cont17+1)/(Hn*1000))^0.5;
end
Ftr_pisos=A.*Ppisos*Q0/dot(A,Ppisos);
ey=0.1*bkx*Z(2:nro_pisos+1)/(Hn*1000);
ex=0.1*bky*Z(2:nro_pisos+1)/(Hn*1000);
Mtsy=Ftr_pisos.*ey;
Mtsx=Ftr_pisos.*ex;

if sismo==1
F=[Ftr_pisos*factrorsismo;zeros(nro_pisos,1);Mtsx*factormt]; % Direccion x
else
F=[zeros(nro_pisos,1);Ftr_pisos*factrorsismo;Mtsy*factormt]; % Direccion y
end

prueba=0;
Thd1=ones(nro_pisos,1,nro_muros);
while prueba==0
KH_inv=(h.*h)./(kh.*(tau*1).*(tau*1));
U=zeros(nro_pisos,nro_pisos,nro_muros);
for cont1=1:nro_muros
    for cont2=1:nro_pisos
        for cont3=1:nro_pisos
            U(cont2,cont3,cont1)=0;
            for cont4=1:min(cont2,cont3)
                if cont4==1

U(cont2,cont3,cont1)=U(cont2,cont3,cont1)+KSP_inv(cont4,1,cont1)+KA_inv(con
t4,1,cont1)+(z(cont3,1,cont1))*(z(cont2,1,cont1))/(kh(cont4,1,cont1)*(tau*1
(cont4,1,cont1)).*(tau*1(cont4,1,cont1)));
                    else

U(cont2,cont3,cont1)=U(cont2,cont3,cont1)+KSP_inv(cont4,1,cont1)+KA_inv(con
t4,1,cont1)+(z(cont3,1,cont1)-z(cont4-1,1,cont1))*(z(cont2,1,cont1)-
z(cont4-
1,1,cont1))/(kh(cont4,1,cont1)*(tau*1(cont4,1,cont1)).*(tau*1(cont4,1,cont1
)));
                end
            end
        end
    end
end
U=U*1000;
K=zeros(nro_pisos,nro_pisos,nro_muros);
for cont5=1:nro_muros
    K(:, :, cont5)=inv(U(:, :, cont5));
end
M=ones(nro_pisos,1,nro_muros);

```

```

N=q.*1/2;
Mr=-1*ones(nro_pisos,1,nro_muros);
deltaN=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
cont=0;
while cont==0
for cont6=1:nro_muros

    for cont7=1:nro_pisos
        deltaN(cont7,1,cont6)=0;
        for cont8=1:cont7
            if cont8==1

deltaN(cont7,1,cont6)=deltaN(cont7,1,cont6)+M(cont8,1,cont6)/abs(M(cont8,1,
cont6))*sum(N(cont8:nro_pisos,1,cont6))*(z(cont7,1,cont6))/(kh(cont8,1,cont
6)*tau*1(cont8,1,cont6));
                if isnan(deltaN(cont7,1,cont6))
                    disp('Delta');
                    return
                end
            else

deltaN(cont7,1,cont6)=deltaN(cont7,1,cont6)+M(cont8,1,cont6)/abs(M(cont8,1,
cont6))*sum(N(cont8:nro_pisos,1,cont6))*(z(cont7,1,cont6)-z(cont8-
1,1,cont6))/(kh(cont8,1,cont6)*tau*1(cont8,1,cont6));
                end
            end
        end
    end
end
beta=zeros(nro_pisos,3*nro_pisos,nro_muros);
Kpiso=zeros(3*nro_pisos,3*nro_pisos);
fNpiso=zeros(3*nro_pisos,1);
Kglob=zeros(3*nro_pisos,3*nro_pisos,nro_muros);
fN=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
fNglob=zeros(3*nro_pisos,1,nro_muros);
for cont9=1:nro_muros
    R2=diag(R(:, :, cont9));
    beta(:, :, cont9)=[-
1*sind(theta(1,1,cont9))*eye(nro_pisos), cosd(theta(1,1,cont9))*eye(nro_piso
s),R2];
    Kglob(:, :, cont9)=beta(:, :, cont9)'*K(:, :, cont9)*beta(:, :, cont9);
    fN(:, :, cont9)=K(:, :, cont9)*deltaN(:, :, cont9);
    fNglob(:, :, cont9)=beta(:, :, cont9)'*fN(:, :, cont9);
    Kpiso=Kpiso+Kglob(:, :, cont9);
    fNpiso=fNpiso+fNglob(:, :, cont9);
end

%
desp=inv(Kpiso)*(F-fNpiso);

delta=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
fi=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
Mr=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);

for cont10=1:nro_muros
    delta(:, :, cont10)=beta(:, :, cont10)*desp;
    fi(:, :, cont10)=K(:, :, cont10)*(delta(:, :, cont10)+deltaN(:, :, cont10));

    for cont11=1:nro_pisos
        if cont11==1

```

```

    Mr(cont11,1,cont10)=sum(fi(:, :, cont10).*z(:, :, cont10))/1000;
    else
        zpaso=z(cont11:nro_pisos, :, cont10)-z(cont11-
1,1,cont10)*ones(nro_pisos-(cont11-1),1);
        Mr(cont11,1,cont10)=sum(fi(cont11:nro_pisos, :, cont10).*zpaso)/1000;
    end
end
    if isnan( Mr(cont11,1,cont10))
        disp('Mr');
        return
    end
end

if sign(M)==sign(Mr)
    cont=1;
else
    cont=0;
end
M=Mr;
end
fc=zeros(nro_pisos,1,nro_muros);
for cont20=1:nro_muros
for cont21=1:nro_pisos
    fc(cont21, :, cont20)=sum(fi(cont21:nro_pisos, :, cont20));
end
end
Thd=abs(Mr)./(tau*1/1000)-qn.*1/2*(1/1000); %ojo aqui el axial va
acumulado...error de paper

for cont12=1:nro_muros
    for cont13=1:nro_pisos
        if sign(Thd(cont13,1,cont12))~=1
            kh(cont13,1,cont12)=1e100;
        end
    end
end

if sign(Thd)==sign(Thd1)
    prueba=1;
else
    prueba=0;
end
Thd1=Thd;
end

Mpiso=zeros(3*nro_pisos,3*nro_pisos);
masas2=zeros(nro_pisos,nro_pisos,nro_muros);
% Comienza calculo de masas y periodos
masa=[(diag(masa_x)), zeros(nro_pisos,nro_pisos), zeros(nro_pisos,nro_pisos);
zeros(nro_pisos,nro_pisos), (diag(masa_y)), zeros(nro_pisos,nro_pisos); zeros(
nro_pisos,nro_pisos), zeros(nro_pisos,nro_pisos), (diag(masa_rot))];

[modos,w2]=eig(inv(masa)*Kpiso*1000);
periodos=2*pi()./(diag(w2).^0.5);
influencia_y=[0;0;0;0;0;1;1;1;1;1;0;0;0;0;0];
influencia_x=[1;1;1;1;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0];
participacion_x=zeros(nro_pisos*3,1);
participacion_y=zeros(nro_pisos*3,1);
for cont15=1:3*nro_pisos

```



```

participacion_x(cont15,1)=(modos(:,cont15)'*masa*influencia_x)^2/(modos(:,c
ont15)'*masa*modos(:,cont15));

participacion_y(cont15,1)=(modos(:,cont15)'*masa*influencia_y)^2/(modos(:,c
ont15)'*masa*modos(:,cont15));
end

if sismo==1
posicion=find(participacion_x==(max(participacion_x)));
else
posicion=find(participacion_y==(max(participacion_y)));
end

T_asterisco=periodos(posicion);
desp;

Pruebal=T_asterisco/T_asterisco1;
T_asterisco1=T_asterisco;

if Pruebal>0.99999 && Pruebal<1.000001
    Pruebal=1;
else
    Pruebal=0;
end

end

if suelo==1
    suelo='A';
elseif suelo==2
    suelo='B';
elseif suelo==3
    suelo='C';
elseif suelo==4
    suelo='D';
elseif suelo==5
    suelo='E';
end
hoja=sprintf('zona %d suelo %c',zona,suelo);
if sismo==1

% titulo={'THd max (kN)'};
% titulo3={'Drift X'};
% titulo1={'Periodo (s)'};
% titulo5={'Max AB (kN)'};
% titulo6={'Max clavo (kN)'};
% titulo2={'C calc'};
% titulo4={'Drift Y'};
%
guardar={[''],titulo,titulo1,titulo2,titulo5,titulo6,[''],titulo3,titulo4];
% xlswrite(archivo,guardar,hoja,'A1:I1');
for muro=1:nro_muros
    fuerzas_muro(:,muro)=fc(:, :,muro);
    largo_muro(:,muro)=l(1, :,muro);
    cantidad_angle(:,muro)=na(1, :,muro);
    cantidad_clavos(:,muro)=round(l(1, :,muro)/sc(1, :,muro));
    Thd_muro(:,muro)=Thd(:, :,muro);
    cantidad_angles(:,muro)=na(:, :,muro);

```

```

    cantidad_clavoss(:,muro)=round(l(:, :,muro)./sc(:, :,muro));
    fuerza_angle=fuerzas_muro./cantidad_angles;
    fuerza_clavos=fuerzas_muro./cantidad_clavoss;
end
Fuerzas_bracket=max(fuerzas_muro)./cantidad_angle;
Fuerzas_clavos=max(fuerzas_muro)./cantidad_clavos;
guardar_archivos=[max(max(Thd)),T_asterisco,Ccalc,max(Fuerzas_bracket),max(
Fuerzas_clavos)];
xlswrite(archivo,guardar_archivos,hoja,'B2:F2');
drift_x=(desp(1:(nro_pisos))-[0;desp(1:(nro_pisos-1))])/2440;
xlswrite(archivo,(desp(1:(nro_pisos))-[0;desp(1:(nro_pisos-
1))])/2440,hoja,'H2');
xlswrite(archivo,Thd_muro,hoja,'H9');
xlswrite(archivo,fuerza_angle,hoja,'H25');
xlswrite(archivo,fuerza_clavos,hoja,'H39');
elseif sismo==2
% direcciones={'x';'y'};
% xlswrite(archivo,direcciones,hoja,'A2');
for muro=1:nro_muros
    fuerzas_muro(:,muro)=fc(:, :,muro);
    largo_muro(:,muro)=l(1, :,muro);
    cantidad_angle(:,muro)=na(1, :,muro);
    cantidad_clavos(:,muro)=round(l(1, :,muro)/sc(1, :,muro));
    Thd_muro(:,muro)=Thd(:, :,muro);
    cantidad_angles(:,muro)=na(:, :,muro);
    cantidad_clavoss(:,muro)=round(l(:, :,muro)./sc(:, :,muro));
    fuerza_angle=fuerzas_muro./cantidad_angles;
    fuerza_clavos=fuerzas_muro./cantidad_clavoss;
end
Fuerzas_bracket=max(fuerzas_muro)./cantidad_angle;
Fuerzas_clavos=max(fuerzas_muro)./cantidad_clavos;
guardar_archivosy=[max(max(Thd)),T_asterisco,Ccalc,max(Fuerzas_bracket),max(
(Fuerzas_clavos))];
xlswrite(archivo,guardar_archivosy,hoja,'B3:F3');
drift_y=(desp(6:(5+nro_pisos))-[0;desp(6:(5+nro_pisos-1))])/2440;
xlswrite(archivo,(desp(6:(5+nro_pisos))-[0;desp(6:(5+nro_pisos-
1))])/2440,hoja,'I2');
xlswrite(archivo,Thd_muro,hoja,'H16');
xlswrite(archivo,fuerza_angle,hoja,'H32');
xlswrite(archivo,fuerza_clavos,hoja,'H47');
end
end
end
end
% esfuezos(x,y,z,nro_muros,theta,l,M)
% deformada(x,y,z,nro_muros,theta,l,desp,sismo)
beep

```

ANEXO D  
Estimación de cargas

La NCh1537 en la Tabla numero 4 propone que la sobrecarga de uso para edificio habitacional sea de 200 [kgf/m<sup>2</sup>]

Para la estimación de la sobrecarga de techo se utilizó la NCh1537 of 2009 la cual indica que para edificios que solo tienen acceso a mantención una pendiente del 0%, la sobrecarga de techo aplicada será de 1[kPa],

A continuación, en la Tabla D 1 se muestran las cargas muertas consideradas para el piso, cabe destacar que para el envigado de piso se consideró que este estuviese espaciado cada 60 [cm] y cadeneteado cada 40 [cm]

**Tabla D 1. Cargas muertas consideradas para muros cargados con envigado de piso**

Componentes del Piso	Carga muerta (kgf/m <sup>2</sup> )
Afinado de Piso (e=5cm)	100
Peso propio no estructural	50
Terciado estructural sobre piso(18mm)	9.608
Yeso cartón para cielo (e=12.5mm)	10
Envigado de piso (vigas de 2"x10")	26.042
<b>Peso propio total</b>	<b>195.65</b>

Nota: Cabe destacar que el último piso no tendrá el afinado de piso.

A continuación, en la Tabla D 2 se muestran las cargas muertas que están actuando en cada muro por metro lineal. Esto se realiza para ingresar las cargas de los muros que no están siendo cargados por el envigado de piso.

**Tabla D 2. Cargas muertas consideradas para muros que no están cargados con envigado de piso**

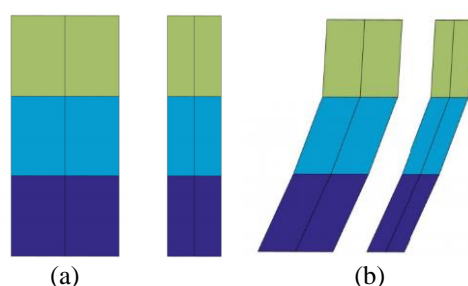
Componentes de un muro de corte	Peso en el muro (kgf/m)
OSB (Oriented Strand Board) (e=15.1mm)	53.607
Peso Propio madera (soleras y pies derechos)	30.375
Yeso cartón para muro (e=12.5mm)	24
<b>Peso Propio sobre muros</b>	<b>107.982</b>

## ANEXO E

### Validación de metodología aplicada

## E.1 Validación de metodología en dos dimensiones

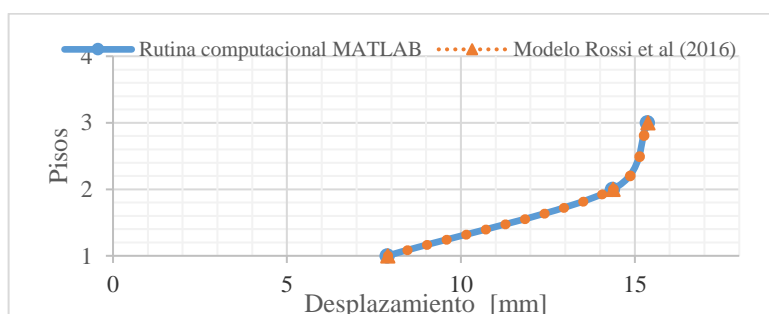
Para validar la rutina computacional, primero se analizará el caso de dos dimensiones, por su menor nivel de complejidad. Para ello se recreará el ejemplo de Rossi et al (2016), con el objetivo de llegar a los mismos niveles de desplazamientos. En la Figura E1, se muestra el modelo creado en Matlab con su respectiva deformada.



**Figura E 1. Ejemplo Rossi (2016) creado en MATLAB (Figura E 1a), Deformada (Figura E 1b)**

Como se puede apreciar en la Figura E1b los desplazamientos se ven amplificados, ya que estos al ser tan pequeños no se podrían distinguir a simple vista.

A continuación, en la Figura E2 se comparan los desplazamientos obtenidos por la rutina computacional y los resultados obtenidos por Rossi et al (2016).

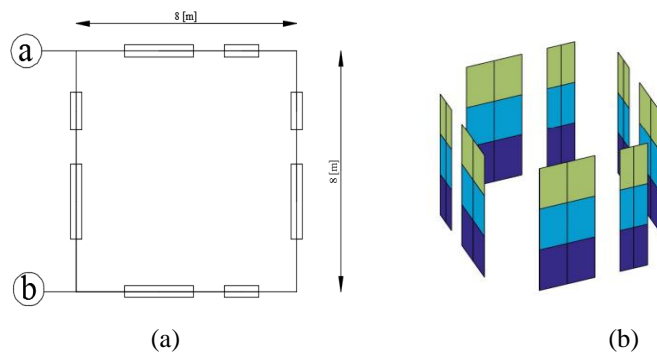


**Figura E 2. Comparación de resultados propuestos por Rossi et al (2016) y rutina programada en MATLAB**

Como se pudo ver en la Figura E 2, el modelo creado para 2 dimensiones, satisface enormemente lo propuesto por los autores Rossi et al (2016).

## E.2 Validación de metodología en tres dimensiones

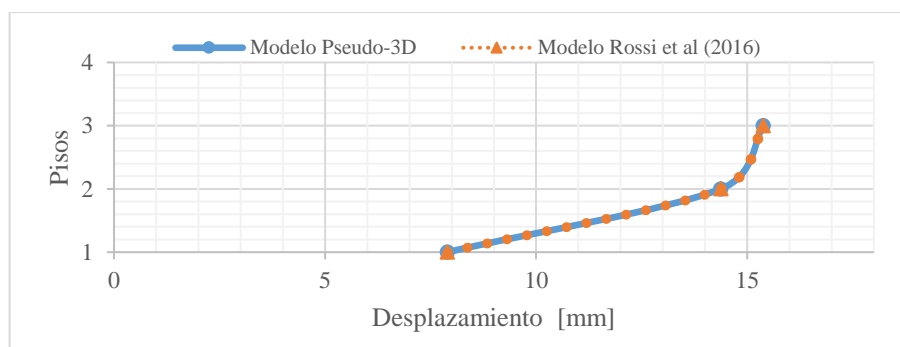
Como se pudo ver en el Sub capítulo anterior, la rutina computacional fue validada para el sistema de dos dimensiones. Ahora para evaluar el modelo en 3 dimensiones se procederá a ampliar el caso propuesto anteriormente, para ello se establece en la Figura E3, una configuración arquitectónica de una estructura simple de 3 pisos.



**Figura E 3. Vista en planta basado e ejemplo propuesto por Rossi et al (2016) (Figura E 3a); Modelo 3D creado en MATLAB (Figura E 3b)**

Los muros cargados por el envigado de piso serán los ejes A y B (Figura E3a), tales ejes tendrán las mismas características que los propuestos por los autores Rossi et al (2016).

La rigidez lateral en el ejemplo de tres dimensiones será el doble que el ejemplo de dos dimensiones, es por ello que al aplicar una fuerza del doble de magnitud los desplazamientos totales serán los mismos. Al aplicar una fuerza en la dirección longitudinal de los ejes A y B, se obtienen los desplazamientos de cada piso. A continuación, en la Figura E4 se puede ver una comparación entre los desplazamientos obtenidos por el modelo Pseudo tridimensional y los valores entregados por los autores Rossi et al (2016).



**Figura E 4. Comparación de resultados propuestos por Rossi et al (2016) y rutina programada en MATLAB**

Como se pudo ver en la Figura E4, el modelo creado para 3 dimensiones es muy eficiente para conocer el desplazamiento de un sistema elástico para un edificio de madera bajo el sistema tipo plataforma.



## ANEXO F

Características de cada muro de corte ingresados a la rutina computacional

**Tabla F 1 . Muros de corte 1-9, con envigado de piso en dirección longitudinal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
1	1	5478	4.09	3.26	3.33	0	36	0	2.28	0	5969
	2	5478	4.09	3.26	3.33	0	36	0	2.28	0	5969
	3	5478	4.09	3.26	3.33	0	36	0	2.28	0	5969
	4	5478	4.09	3.26	3.33	0	36	0	2.28	0	5969
	5	5478	2.02	1.59	0.00	1.7	36	0	1.13	0	5969
2	1	5478	4.09	3.26	3.33	0	36	0	2.28	24058	5969
	2	5478	4.09	3.26	3.33	0	36	0	2.28	24058	5969
	3	5478	4.09	3.26	3.33	0	36	0	2.28	24058	5969
	4	5478	4.09	3.26	3.33	0	36	0	2.28	24058	5969
	5	5478	2.02	1.59	0.00	1.7	36	0	1.13	24058	5969
3	1	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	1306	10322.5
	2	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	1306	10322.5
	3	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	1306	10322.5
	4	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	1306	10322.5
	5	3231	1.94	1.53	0.00	1.633	21	0	0.64	1306	10322.5
4	1	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.79	4004	10322.5
	2	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.79	4004	10322.5
	3	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.79	4004	10322.5
	4	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.79	4004	10322.5
	5	3231	1.18	0.93	0.00	0.99	21	0	0.39	4004	10322.5
5	1	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.65	9087	10322.5
	2	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.65	9087	10322.5
	3	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.65	9087	10322.5
	4	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.65	9087	10322.5
	5	3231	3.54	3.13	0.00	1.639	21	0	1.17	9087	10322.5
6	1	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	22752	10322.5
	2	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	22752	10322.5
	3	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	22752	10322.5
	4	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	22752	10322.5
	5	3231	1.94	1.53	0.00	1.633	21	0	0.64	22752	10322.5
7	1	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.79	20014	10322.5
	2	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.79	20014	10322.5
	3	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.79	20014	10322.5
	4	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.79	20014	10322.5
	5	3231	1.18	0.93	0.00	0.99	21	0	0.39	20014	10322.5
8	1	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.65	14971	10322.5
	2	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.65	14971	10322.5
	3	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.65	14971	10322.5
	4	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.65	14971	10322.5
	5	3231	3.54	3.13	0.00	1.639	21	0	1.17	14971	10322.5
9	1	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	1306	1615.5
	2	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	1306	1615.5
	3	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	1306	1615.5
	4	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.30	1306	1615.5
	5	3231	1.94	1.53	0.00	1.633	21	0	0.64	1306	1615.5

**Tabla F 2 . Muros de corte 10-18, con envigado de piso en dirección longitudinal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
10	1	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.786	4004	1615.5
	2	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.786	4004	1615.5
	3	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.786	4004	1615.5
	4	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.786	4004	1615.5
	5	3231	1.18	0.93	0.00	0.99	21	0	0.387	4004	1615.5
11	1	3231	8.05	6.41	6.55	35.73	21	0	2.650	9087	1615.5
	2	3231	8.05	6.41	6.55	27.68	21	0	2.650	9087	1615.5
	3	3231	8.05	6.41	6.55	19.64	21	0	2.650	9087	1615.5
	4	3231	8.05	6.41	6.55	11.59	21	0	2.650	9087	1615.5
	5	3231	3.54	3.13	0.00	1.639	21	0	1.167	9087	1615.5
12	1	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.296	22752	1615.5
	2	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.296	22752	1615.5
	3	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.296	22752	1615.5
	4	3231	3.93	3.13	3.20	0	21	0	1.296	22752	1615.5
	5	3231	1.94	1.53	0.00	1.633	21	0	0.639	22752	1615.5
13	1	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.786	20014	1615.5
	2	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.786	20014	1615.5
	3	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.786	20014	1615.5
	4	3231	2.39	1.90	1.94	0	21	0	0.786	20014	1615.5
	5	3231	1.18	0.93	0.00	0.99	21	0	0.387	20014	1615.5
14	1	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.650	14971	1615.5
	2	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.650	14971	1615.5
	3	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.650	14971	1615.5
	4	3231	8.05	6.41	6.55	0	21	0	2.650	14971	1615.5
	5	3231	3.54	3.13	0.00	1.639	21	0	1.167	14971	1615.5
15	1	3612	6.76	5.38	5.50	0	24	0	2.487	3396	5969
	2	3612	6.76	5.38	5.50	0	24	0	2.487	3396	5969
	3	3612	6.76	5.38	5.50	0	24	0	2.487	3396	5969
	4	3612	6.76	5.38	5.50	0	24	0	2.487	3396	5969
	5	3612	3.33	2.63	0.00	2.804	24	0	1.227	3396	5969
16	1	3612	6.76	5.38	5.50	0	24	0	2.487	20658	5969
	2	3612	6.76	5.38	5.50	0	24	0	2.487	20658	5969
	3	3612	6.76	5.38	5.50	0	24	0	2.487	20658	5969
	4	3612	6.76	5.38	5.50	0	24	0	2.487	20658	5969
	5	3612	3.33	2.63	0.00	2.804	24	0	1.227	20658	5969
17	1	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	5882	10322.5
	2	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	5882	10322.5
	3	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	5882	10322.5
	4	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	5882	10322.5
	5	3231	3.05	2.41	0.00	2.57	21	0	1.006	5882	10322.5
18	1	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	18176	10322.5
	2	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	18176	10322.5
	3	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	18176	10322.5
	4	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	18176	10322.5
	5	3231	3.05	2.41	0.00	2.57	21	0	1.006	18176	10322.5

**Tabla F 3 . Muros de corte 19-27, con envigado de piso en dirección longitudinal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
19	1	3612	7.58	6.04	6.17	0	24	0	2.790	5882	5969
	2	3612	7.58	6.04	6.17	0	24	0	2.790	5882	5969
	3	3612	7.58	6.04	6.17	0	24	0	2.790	5882	5969
	4	3612	7.58	6.04	6.17	0	24	0	2.790	5882	5969
	5	3612	3.74	2.95	0.00	3.145	24	0	1.376	5882	5969
20	1	3612	7.58	6.04	6.17	0	24	0	2.790	18176	5969
	2	3612	7.58	6.04	6.17	0	24	0	2.790	18176	5969
	3	3612	7.58	6.04	6.17	0	24	0	2.790	18176	5969
	4	3612	7.58	6.04	6.17	0	24	0	2.790	18176	5969
	5	3612	3.74	2.95	0.00	3.145	24	0	1.376	18176	5969
21	1	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	5882	1615.5
	2	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	5882	1615.5
	3	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	5882	1615.5
	4	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	5882	1615.5
	5	3231	3.05	2.41	0.00	2.57	21	0	1.006	5882	1615.5
22	1	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	18176	1615.5
	2	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	18176	1615.5
	3	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	18176	1615.5
	4	3231	6.19	4.93	5.04	0	21	0	2.039	18176	1615.5
	5	3231	3.05	2.41	0.00	2.57	21	0	1.006	18176	1615.5
23	1	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	10560	9423
	2	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	10560	9423
	3	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	10560	9423
	4	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	10560	9423
	5	5030	2.62	2.07	0.00	2.205	33	0	1.343	10560	9423
24	1	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	13498	9423
	2	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	13498	9423
	3	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	13498	9423
	4	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	13498	9423
	5	5030	2.62	2.07	0.00	2.205	33	0	1.343	13498	9423
25	1	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	10560	2515
	2	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	10560	2515
	3	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	10560	2515
	4	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	10560	2515
	5	5030	2.62	2.07	0.00	2.205	33	0	1.343	10560	2515
26	1	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	13498	2515
	2	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	13498	2515
	3	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	13498	2515
	4	5030	5.31	4.23	4.32	0	33	0	2.724	13498	2515
	5	5030	2.62	2.07	0.00	2.205	33	0	1.343	13498	2515
27	1	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	6233	1194
	2	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	6233	1194
	3	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	6233	1194
	4	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	6233	1194
	5	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	6233	1194

**Tabla F 4 . Muros de corte 28-36, con envigado de piso en dirección longitudinal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
28	1	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	6233	10744
	2	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	6233	10744
	3	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	6233	10744
	4	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	6233	10744
	5	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	6233	10744
29	1	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	8750.5	1194
	2	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	8750.5	1194
	3	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	8750.5	1194
	4	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	8750.5	1194
	5	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	8750.5	1194
30	1	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	8750.5	10744
	2	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	8750.5	10744
	3	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	8750.5	10744
	4	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	8750.5	10744
	5	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	8750.5	10744
31	1	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	15307.5	1194
	2	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	15307.5	1194
	3	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	15307.5	1194
	4	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	15307.5	1194
	5	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	15307.5	1194
32	1	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	15307.5	10744
	2	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	15307.5	10744
	3	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	15307.5	10744
	4	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	15307.5	10744
	5	673	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.073	15307.5	10744
33	1	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	17825	1194
	2	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	17825	1194
	3	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	17825	1194
	4	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	17825	1194
	5	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	17825	1194
34	1	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	17825	10744
	2	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	17825	10744
	3	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	17825	10744
	4	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	17825	10744
	5	702	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.076	17825	10744
35	1	10560	6.36	5.28	4.31	0	70	270	6.846	5280	5969
	2	10560	6.36	5.28	4.31	0	70	270	6.846	5280	5969
	3	10560	6.36	5.28	4.31	0	70	270	6.846	5280	5969
	4	10560	6.36	5.28	4.31	0	70	270	6.846	5280	5969
	5	10560	3.67	3.12	0.00	2.2	70	270	3.953	5280	5969
36	1	10560	6.36	5.28	4.31	0	70	270	6.846	18778	5969
	2	10560	6.36	5.28	4.31	0	70	270	6.846	18778	5969
	3	10560	6.36	5.28	4.31	0	70	270	6.846	18778	5969
	4	10560	6.36	5.28	4.31	0	70	270	6.846	18778	5969
	5	10560	3.67	3.12	0.00	2.2	70	270	3.953	18778	5969

**Tabla F 5 . Muros de corte 37-45, con envigado de piso en dirección longitudinal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
37	1	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	1861	0
	2	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	1861	0
	3	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	1861	0
	4	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	1861	0
	5	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	1861	0
38	1	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	4339	0
	2	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	4339	0
	3	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	4339	0
	4	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	4339	0
	5	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	4339	0
39	1	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	6118	0
	2	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	6118	0
	3	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	6118	0
	4	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	6118	0
	5	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	6118	0
40	1	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	9038	0
	2	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	9038	0
	3	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	9038	0
	4	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	9038	0
	5	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	9038	0
41	1	475	1.06	1.06	0.00	0	3	270	0.051	10509.5	0
	2	475	1.06	1.06	0.00	0	3	270	0.051	10509.5	0
	3	475	1.06	1.06	0.00	0	3	270	0.051	10509.5	0
	4	475	1.06	1.06	0.00	0	3	270	0.051	10509.5	0
	5	475	1.06	1.06	0.00	0	3	270	0.051	10509.5	0
42	1	1491	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.161	12890.5	0
	2	1491	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.161	12890.5	0
	3	1491	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.161	12890.5	0
	4	1491	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.161	12890.5	0
	5	1491	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.161	12890.5	0
43	1	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	15020	0
	2	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	15020	0
	3	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	15020	0
	4	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	15020	0
	5	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	15020	0
44	1	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	17940	0
	2	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	17940	0
	3	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	17940	0
	4	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	17940	0
	5	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	17940	0
45	1	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	19719	0
	2	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	19719	0
	3	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	19719	0
	4	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	19719	0
	5	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	19719	0

**Tabla F 6 . Muros de corte 46-54, con envigado de piso en dirección longitudinal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
46	1	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	22197	0
	2	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	22197	0
	3	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	22197	0
	4	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	22197	0
	5	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	22197	0
47	1	610	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.066	305	8707
	2	610	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.066	305	8707
	3	610	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.066	305	8707
	4	610	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.066	305	8707
	5	610	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.066	305	8707
48	1	610	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.066	305	3231
	2	610	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.066	305	3231
	3	610	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.066	305	3231
	4	610	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.066	305	3231
	5	610	1.06	1.06	0.00	0	4	270	0.066	305	3231
49	1	1915	2.95	2.36	2.36	0	12	270	0.576	2177.5	8707
	2	1915	2.95	2.36	2.36	0	12	270	0.576	2177.5	8707
	3	1915	2.95	2.36	2.36	0	12	270	0.576	2177.5	8707
	4	1915	2.95	2.36	2.36	0	12	270	0.576	2177.5	8707
	5	1915	2.49	2.19	0.00	1.203	12	270	0.486	2177.5	8707
50	1	1915	2.95	2.36	2.36	0	12	270	0.576	2177.5	3231
	2	1915	2.95	2.36	2.36	0	12	270	0.576	2177.5	3231
	3	1915	2.95	2.36	2.36	0	12	270	0.576	2177.5	3231
	4	1915	2.95	2.36	2.36	0	12	270	0.576	2177.5	3231
	5	1915	2.49	2.19	0.00	1.203	12	270	0.486	2177.5	3231
51	1	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	5331.5	8707
	2	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	5331.5	8707
	3	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	5331.5	8707
	4	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	5331.5	8707
	5	1101	2.13	1.91	0.00	0.905	7	270	0.240	5331.5	8707
52	1	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	5331.5	3231
	2	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	5331.5	3231
	3	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	5331.5	3231
	4	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	5331.5	3231
	5	1101	2.13	1.91	0.00	0.905	7	270	0.240	5331.5	3231
53	1	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	18726.5	8707
	2	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	18726.5	8707
	3	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	18726.5	8707
	4	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	18726.5	8707
	5	1101	2.13	1.91	0.00	0.905	7	270	0.240	18726.5	8707
54	1	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	18726.5	3231
	2	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	18726.5	3231
	3	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	18726.5	3231
	4	1101	3.24	2.80	1.77	0	7	270	0.364	18726.5	3231
	5	1101	2.13	1.91	0.00	0.905	7	270	0.240	18726.5	3231

**Tabla F 7 . Muros de corte 55-63, con envigado de piso en dirección longitudinal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
55	1	1915	2.95	2.36	2.36	0.00	12	270	0.576	21880.5	8707
	2	1915	2.95	2.36	2.36	0.00	12	270	0.576	21880.5	8707
	3	1915	2.95	2.36	2.36	0.00	12	270	0.576	21880.5	8707
	4	1915	2.95	2.36	2.36	0.00	12	270	0.576	21880.5	8707
	5	1915	2.49	2.19	0.00	1.20	12	270	0.486	21880.5	8707
56	1	1915	2.95	2.36	2.36	0.00	12	270	0.576	21880.5	3231
	2	1915	2.95	2.36	2.36	0.00	12	270	0.576	21880.5	3231
	3	1915	2.95	2.36	2.36	0.00	12	270	0.576	21880.5	3231
	4	1915	2.95	2.36	2.36	0.00	12	270	0.576	21880.5	3231
	5	1915	2.49	2.19	0.00	1.20	12	270	0.486	21880.5	3231
57	1	610	1.06	1.06	0.00	0.00	4	270	0.066	23753	8707
	2	610	1.06	1.06	0.00	0.00	4	270	0.066	23753	8707
	3	610	1.06	1.06	0.00	0.00	4	270	0.066	23753	8707
	4	610	1.06	1.06	0.00	0.00	4	270	0.066	23753	8707
	5	610	1.06	1.06	0.00	0.00	4	270	0.066	23753	8707
58	1	610	1.06	1.06	0.00	0.00	4	270	0.066	23753	3231
	2	610	1.06	1.06	0.00	0.00	4	270	0.066	23753	3231
	3	610	1.06	1.06	0.00	0.00	4	270	0.066	23753	3231
	4	610	1.06	1.06	0.00	0.00	4	270	0.066	23753	3231
	5	610	1.06	1.06	0.00	0.00	4	270	0.066	23753	3231
59	1	1110	1.06	1.06	0.00	0.00	7	270	0.120	1861	11938
	2	1110	1.06	1.06	0.00	0.00	7	270	0.120	1861	11938
	3	1110	1.06	1.06	0.00	0.00	7	270	0.120	1861	11938
	4	1110	1.06	1.06	0.00	0.00	7	270	0.120	1861	11938
	5	1110	1.06	1.06	0.00	0.00	7	270	0.120	1861	11938
60	1	1406	1.06	1.06	0.00	0.00	9	270	0.152	4339	11938
	2	1406	1.06	1.06	0.00	0.00	9	270	0.152	4339	11938
	3	1406	1.06	1.06	0.00	0.00	9	270	0.152	4339	11938
	4	1406	1.06	1.06	0.00	0.00	9	270	0.152	4339	11938
	5	1406	1.06	1.06	0.00	0.00	9	270	0.152	4339	11938
61	1	932	1.06	1.06	0.00	0.00	6	270	0.101	6118	11938
	2	932	1.06	1.06	0.00	0.00	6	270	0.101	6118	11938
	3	932	1.06	1.06	0.00	0.00	6	270	0.101	6118	11938
	4	932	1.06	1.06	0.00	0.00	6	270	0.101	6118	11938
	5	932	1.06	1.06	0.00	0.00	6	270	0.101	6118	11938
62	1	1248	1.06	1.06	0.00	0.00	8	270	0.135	9038	11938
	2	1248	1.06	1.06	0.00	0.00	8	270	0.135	9038	11938
	3	1248	1.06	1.06	0.00	0.00	8	270	0.135	9038	11938
	4	1248	1.06	1.06	0.00	0.00	8	270	0.135	9038	11938
	5	1248	1.06	1.06	0.00	0.00	8	270	0.135	9038	11938
63	1	808	1.06	1.06	0.00	0.00	5	270	0.087	10676	11938
	2	808	1.06	1.06	0.00	0.00	5	270	0.087	10676	11938
	3	808	1.06	1.06	0.00	0.00	5	270	0.087	10676	11938
	4	808	1.06	1.06	0.00	0.00	5	270	0.087	10676	11938
	5	808	1.06	1.06	0.00	0.00	5	270	0.087	10676	11938



**Tabla F 8 . Muros de corte 64-72, con envigado de piso en dirección longitudinal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
64	1	1936	1.06	1.06	0.00	0	12	270	0.209	12818	11938
	2	1936	1.06	1.06	0.00	0	12	270	0.209	12818	11938
	3	1936	1.06	1.06	0.00	0	12	270	0.209	12818	11938
	4	1936	1.06	1.06	0.00	0	12	270	0.209	12818	11938
	5	1936	1.06	1.06	0.00	0	12	270	0.209	12818	11938
65	1	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	15020	11938
	2	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	15020	11938
	3	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	15020	11938
	4	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	15020	11938
	5	1248	1.06	1.06	0.00	0	8	270	0.135	15020	11938
66	1	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	17940	11938
	2	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	17940	11938
	3	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	17940	11938
	4	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	17940	11938
	5	932	1.06	1.06	0.00	0	6	270	0.101	17940	11938
67	1	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	19719	11938
	2	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	19719	11938
	3	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	19719	11938
	4	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	19719	11938
	5	1406	1.06	1.06	0.00	0	9	270	0.152	19719	11938
68	1	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	22197	11938
	2	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	22197	11938
	3	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	22197	11938
	4	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	22197	11938
	5	1110	1.06	1.06	0.00	0	7	270	0.120	22197	11938
69	1	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	5058	7775
	2	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	5058	7775
	3	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	5058	7775
	4	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	5058	7775
	5	1648	1.49	1.40	0.00	0.36	10	270	0.250	5058	7775
70	1	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	5058	4189
	2	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	5058	4189
	3	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	5058	4189
	4	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	5058	4189
	5	1648	1.49	1.40	0.00	0.36	10	270	0.250	5058	4189
71	1	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	19000	7775
	2	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	19000	7775
	3	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	19000	7775
	4	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	19000	7775
	5	1648	1.49	1.40	0.00	0.36	10	270	0.250	19000	7775
72	1	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	19000	4189
	2	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	19000	4189
	3	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	19000	4189
	4	1648	1.93	1.75	0.71	0	10	270	0.324	19000	4189
	5	1648	1.49	1.40	0.00	0.36	10	270	0.250	19000	4189

**Tabla F 9 . Muros de corte 1-9, con envigado de piso en dirección transversal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
1	1	5478	3.11	2.69	1.67	0	36	0	1.736	0	5969
	2	5478	3.11	2.69	1.67	0	36	0	1.736	0	5969
	3	5478	3.11	2.69	1.67	0	36	0	1.736	0	5969
	4	5478	3.11	2.69	1.67	0	36	0	1.736	0	5969
	5	5478	2.07	1.86	0.00	0.851	36	0	1.156	0	5969
2	1	5478	3.11	2.69	1.67	0	36	0	1.736	24058	5969
	2	5478	3.11	2.69	1.67	0	36	0	1.736	24058	5969
	3	5478	3.11	2.69	1.67	0	36	0	1.736	24058	5969
	4	5478	3.11	2.69	1.67	0	36	0	1.736	24058	5969
	5	5478	2.07	1.86	0.00	0.851	36	0	1.156	24058	5969
3	1	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	1306	10322.5
	2	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	1306	10322.5
	3	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	1306	10322.5
	4	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	1306	10322.5
	5	3231	1.08	1.07	0.00	0.017	21	0	0.355	1306	10322.5
4	1	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	4004	10322.5
	2	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	4004	10322.5
	3	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	4004	10322.5
	4	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	4004	10322.5
	5	3231	1.65	1.56	0.00	0.38	21	0	0.544	4004	10322.5
5	1	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	9087	10322.5
	2	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	9087	10322.5
	3	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	9087	10322.5
	4	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	9087	10322.5
	5	3231	3.01	2.60	0.00	1.639	21	0	0.990	9087	10322.5
6	1	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	22752	10322.5
	2	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	22752	10322.5
	3	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	22752	10322.5
	4	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	22752	10322.5
	5	3231	1.08	1.07	0.00	0.017	21	0	0.355	22752	10322.5
7	1	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	20014	10322.5
	2	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	20014	10322.5
	3	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	20014	10322.5
	4	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	20014	10322.5
	5	3231	1.65	1.56	0.00	0.38	21	0	0.544	20014	10322.5
8	1	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	14971	10322.5
	2	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	14971	10322.5
	3	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	14971	10322.5
	4	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	14971	10322.5
	5	3231	3.01	2.60	0.00	1.639	21	0	0.990	14971	10322.5
9	1	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	1306	1615.5
	2	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	1306	1615.5
	3	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	1306	1615.5
	4	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	1306	1615.5
	5	3231	1.08	1.07	0.00	0.017	21	0	0.355	1306	1615.5

**Tabla F 10 . Muros de corte 10-18, con envigado de piso en dirección transversal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
10	1	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	4004	1615.5
	2	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	4004	1615.5
	3	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	4004	1615.5
	4	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	4004	1615.5
	5	3231	1.65	1.56	0.00	0.38	21	0	0.544	4004	1615.5
11	1	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	9087	1615.5
	2	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	9087	1615.5
	3	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	9087	1615.5
	4	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	9087	1615.5
	5	3231	3.01	2.60	0.00	1.639	21	0	0.990	9087	1615.5
12	1	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	22752	1615.5
	2	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	22752	1615.5
	3	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	22752	1615.5
	4	3231	1.10	1.09	0.03	0	21	0	0.362	22752	1615.5
	5	3231	1.08	1.07	0.00	0.017	21	0	0.355	22752	1615.5
13	1	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	20014	1615.5
	2	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	20014	1615.5
	3	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	20014	1615.5
	4	3231	2.26	2.08	0.75	0	21	0	0.745	20014	1615.5
	5	3231	1.65	1.56	0.00	0.38	21	0	0.544	20014	1615.5
14	1	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	14971	1615.5
	2	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	14971	1615.5
	3	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	14971	1615.5
	4	3231	5.01	4.20	3.21	0	21	0	1.649	14971	1615.5
	5	3231	3.01	2.60	0.00	1.639	21	0	0.990	14971	1615.5
15	1	3612	4.73	3.98	2.99	0	24	0	1.741	3396	5969
	2	3612	4.73	3.98	2.99	0	24	0	1.741	3396	5969
	3	3612	4.73	3.98	2.99	0	24	0	1.741	3396	5969
	4	3612	4.73	3.98	2.99	0	24	0	1.741	3396	5969
	5	3612	2.87	2.49	0.00	1.523	24	0	1.056	3396	5969
16	1	3612	4.73	3.98	2.99	0	24	0	1.741	20658	5969
	2	3612	4.73	3.98	2.99	0	24	0	1.741	20658	5969
	3	3612	4.73	3.98	2.99	0	24	0	1.741	20658	5969
	4	3612	4.73	3.98	2.99	0	24	0	1.741	20658	5969
	5	3612	2.87	2.49	0.00	1.523	24	0	1.056	20658	5969
17	1	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	5882	10322.5
	2	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	5882	10322.5
	3	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	5882	10322.5
	4	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	5882	10322.5
	5	3231	1.40	1.32	0.00	0.283	21	0	0.460	5882	10322.5
18	1	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	18176	10322.5
	2	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	18176	10322.5
	3	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	18176	10322.5
	4	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	18176	10322.5
	5	3231	1.40	1.32	0.00	0.283	21	0	0.460	18176	10322.5

**Tabla F 11 . Muros de corte 19-27, con envigado de piso en dirección transversal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
19	1	3612	2.42	2.14	1.11	0	24	0	0.891	5882	5969
	2	3612	2.42	2.14	1.11	0	24	0	0.891	5882	5969
	3	3612	2.42	2.14	1.11	0	24	0	0.891	5882	5969
	4	3612	2.42	2.14	1.11	0	24	0	0.891	5882	5969
	5	3612	1.73	1.59	0.00	0.565	24	0	0.637	5882	5969
20	1	3612	2.42	2.14	1.11	0	24	0	0.891	18176	5969
	2	3612	2.42	2.14	1.11	0	24	0	0.891	18176	5969
	3	3612	2.42	2.14	1.11	0	24	0	0.891	18176	5969
	4	3612	2.42	2.14	1.11	0	24	0	0.891	18176	5969
	5	3612	1.73	1.59	0.00	0.565	24	0	0.637	18176	5969
21	1	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	5882	1615.5
	2	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	5882	1615.5
	3	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	5882	1615.5
	4	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	5882	1615.5
	5	3231	1.40	1.32	0.00	0.283	21	0	0.460	5882	1615.5
22	1	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	18176	1615.5
	2	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	18176	1615.5
	3	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	18176	1615.5
	4	3231	1.74	1.60	0.55	0	21	0	0.573	18176	1615.5
	5	3231	1.40	1.32	0.00	0.283	21	0	0.460	18176	1615.5
23	1	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	10560	9423
	2	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	10560	9423
	3	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	10560	9423
	4	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	10560	9423
	5	5030	3.21	2.76	0.00	1.812	33	0	1.647	10560	9423
24	1	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	13498	9423
	2	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	13498	9423
	3	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	13498	9423
	4	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	13498	9423
	5	5030	3.21	2.76	0.00	1.812	33	0	1.647	13498	9423
25	1	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	10560	2515
	2	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	10560	2515
	3	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	10560	2515
	4	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	10560	2515
	5	5030	3.21	2.76	0.00	1.812	33	0	1.647	10560	2515
26	1	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	13498	2515
	2	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	13498	2515
	3	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	13498	2515
	4	5030	5.42	4.54	3.55	0	33	0	2.781	13498	2515
	5	5030	3.21	2.76	0.00	1.812	33	0	1.647	13498	2515
27	1	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	6233	1194
	2	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	6233	1194
	3	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	6233	1194
	4	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	6233	1194
	5	702	1.92	1.52	0.00	1.6175	4	270	0.138	6233	1194

**Tabla F 12 . Muros de corte 28-36, con envigado de piso en dirección transversal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
28	1	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	6233	10744
	2	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	6233	10744
	3	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	6233	10744
	4	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	6233	10744
	5	702	1.92	1.52	0.00	1.6175	4	270	0.138	6233	10744
29	1	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	8750.5	1194
	2	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	8750.5	1194
	3	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	8750.5	1194
	4	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	8750.5	1194
	5	673	1.92	1.52	0.00	1.6175	4	270	0.132	8750.5	1194
30	1	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	8750.5	10744
	2	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	8750.5	10744
	3	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	8750.5	10744
	4	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	8750.5	10744
	5	673	1.92	1.52	0.00	1.6175	4	270	0.132	8750.5	10744
31	1	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	15307.5	1194
	2	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	15307.5	1194
	3	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	15307.5	1194
	4	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	15307.5	1194
	5	673	1.92	1.52	0.00	1.6175	4	270	0.132	15307.5	1194
32	1	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	15307.5	10744
	2	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	15307.5	10744
	3	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	15307.5	10744
	4	673	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.267	15307.5	10744
	5	673	1.92	1.52	0.00	1.6175	4	270	0.132	15307.5	10744
33	1	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	17825	1194
	2	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	17825	1194
	3	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	17825	1194
	4	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	17825	1194
	5	702	1.92	1.52	0.00	1.6175	4	270	0.138	17825	1194
34	1	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	17825	10744
	2	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	17825	10744
	3	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	17825	10744
	4	702	3.90	3.10	3.17	0	4	270	0.279	17825	10744
	5	702	1.92	1.52	0.00	1.6175	4	270	0.138	17825	10744
35	1	10560	7.71	6.14	6.28	0	70	270	8.299	5280	5969
	2	10560	7.71	6.14	6.28	0	70	270	8.299	5280	5969
	3	10560	7.71	6.14	6.28	0	70	270	8.299	5280	5969
	4	10560	7.71	6.14	6.28	0	70	270	8.299	5280	5969
	5	10560	3.80	3.00	0.00	3.2	70	270	4.092	5280	5969
36	1	10560	7.71	6.14	6.28	0	70	270	8.299	18778	5969
	2	10560	7.71	6.14	6.28	0	70	270	8.299	18778	5969
	3	10560	7.71	6.14	6.28	0	70	270	8.299	18778	5969
	4	10560	7.71	6.14	6.28	0	70	270	8.299	18778	5969
	5	10560	3.80	3.00	0.00	3.2	70	270	4.092	18778	5969

**Tabla F 13 . Muros de corte 37-45, con envigado de piso en dirección transversal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
37	1	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	1861	0
	2	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	1861	0
	3	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	1861	0
	4	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	1861	0
	5	1110	1.92	1.51	0.00	1.615	7	270	0.217	1861	0
38	1	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	4339	0
	2	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	4339	0
	3	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	4339	0
	4	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	4339	0
	5	1406	1.92	1.51	0.00	1.615	9	270	0.275	4339	0
39	1	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	6118	0
	2	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	6118	0
	3	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	6118	0
	4	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	6118	0
	5	932	1.92	1.51	0.00	1.615	6	270	0.182	6118	0
40	1	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	9038	0
	2	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	9038	0
	3	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	9038	0
	4	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	9038	0
	5	1248	2.63	2.08	0.00	2.216	8	270	0.335	9038	0
41	1	443	4.01	3.19	3.26	0	2	270	0.181	10493.5	0
	2	443	4.01	3.19	3.26	0	2	270	0.181	10493.5	0
	3	443	4.01	3.19	3.26	0	2	270	0.181	10493.5	0
	4	443	4.01	3.19	3.26	0	2	270	0.181	10493.5	0
	5	443	1.98	1.56	0.00	1.6625	2	270	0.089	10493.5	0
42	1	1491	4.01	3.19	3.26	0	9	270	0.609	12890.5	0
	2	1491	4.01	3.19	3.26	0	9	270	0.609	12890.5	0
	3	1491	4.01	3.19	3.26	0	9	270	0.609	12890.5	0
	4	1491	4.01	3.19	3.26	0	9	270	0.609	12890.5	0
	5	1491	1.98	1.56	0.00	1.6625	9	270	0.300	12890.5	0
43	1	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	15020	0
	2	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	15020	0
	3	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	15020	0
	4	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	15020	0
	5	1248	2.63	2.08	0.00	2.216	8	270	0.335	15020	0
44	1	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	17940	0
	2	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	17940	0
	3	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	17940	0
	4	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	17940	0
	5	932	1.92	1.51	0.00	1.615	6	270	0.182	17940	0
45	1	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	19719	0
	2	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	19719	0
	3	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	19719	0
	4	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	19719	0
	5	1406	1.92	1.51	0.00	1.615	9	270	0.275	19719	0

**Tabla F 14 . Muros de corte 46-54, con envigado de piso en dirección transversal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
46	1	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	22197	0
	2	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	22197	0
	3	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	22197	0
	4	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	22197	0
	5	1110	1.92	1.51	0.00	1.615	7	270	0.217	22197	0
47	1	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	305	8707
	2	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	305	8707
	3	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	305	8707
	4	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	305	8707
	5	610	0.28	0.22	0.00	0.238	4	270	0.018	305	8707
48	1	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	305	3231
	2	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	305	3231
	3	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	305	3231
	4	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	305	3231
	5	610	0.28	0.22	0.00	0.238	4	270	0.018	305	3231
49	1	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	2177.5	8707
	2	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	2177.5	8707
	3	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	2177.5	8707
	4	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	2177.5	8707
	5	1915	3.05	2.41	0.00	2.5685	12	270	0.596	2177.5	8707
50	1	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	2177.5	3231
	2	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	2177.5	3231
	3	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	2177.5	3231
	4	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	2177.5	3231
	5	1915	3.05	2.41	0.00	2.5685	12	270	0.596	2177.5	3231
51	1	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	5331.5	8707
	2	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	5331.5	8707
	3	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	5331.5	8707
	4	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	5331.5	8707
	5	1101	4.27	3.37	0.00	3.5946	7	270	0.479	5331.5	8707
52	1	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	5331.5	3231
	2	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	5331.5	3231
	3	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	5331.5	3231
	4	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	5331.5	3231
	5	1101	4.27	3.37	0.00	3.5946	7	270	0.479	5331.5	3231
53	1	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	18726.5	8707
	2	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	18726.5	8707
	3	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	18726.5	8707
	4	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	18726.5	8707
	5	1101	4.27	3.37	0.00	3.5946	7	270	0.479	18726.5	8707
54	1	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	18726.5	3231
	2	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	18726.5	3231
	3	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	18726.5	3231
	4	1101	8.66	6.90	7.05	0	7	270	0.972	18726.5	3231
	5	1101	4.27	3.37	0.00	3.5946	7	270	0.479	18726.5	3231

**Tabla F 15 . Muros de corte 55-63, con envigado de piso en dirección transversal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
55	1	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	21880.5	8707
	2	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	21880.5	8707
	3	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	21880.5	8707
	4	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	21880.5	8707
	5	1915	3.05	2.41	0.00	2.5685	12	270	0.596	21880.5	8707
56	1	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	21880.5	3231
	2	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	21880.5	3231
	3	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	21880.5	3231
	4	1915	6.19	4.93	5.04	0	12	270	1.208	21880.5	3231
	5	1915	3.05	2.41	0.00	2.5685	12	270	0.596	21880.5	3231
57	1	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	23753	8707
	2	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	23753	8707
	3	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	23753	8707
	4	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	23753	8707
	5	610	0.28	0.22	0.00	0.238	4	270	0.018	23753	8707
58	1	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	23753	3231
	2	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	23753	3231
	3	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	23753	3231
	4	610	0.57	0.46	0.47	0	4	270	0.036	23753	3231
	5	610	0.28	0.22	0.00	0.238	4	270	0.018	23753	3231
59	1	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	1861	11938
	2	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	1861	11938
	3	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	1861	11938
	4	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	1861	11938
	5	1110	1.92	1.51	0.00	1.615	7	270	0.217	1861	11938
60	1	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	4339	11938
	2	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	4339	11938
	3	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	4339	11938
	4	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	4339	11938
	5	1406	1.92	1.51	0.00	1.615	9	270	0.275	4339	11938
61	1	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	6118	11938
	2	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	6118	11938
	3	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	6118	11938
	4	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	6118	11938
	5	932	1.92	1.51	0.00	1.615	6	270	0.182	6118	11938
62	1	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	9038	11938
	2	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	9038	11938
	3	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	9038	11938
	4	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	9038	11938
	5	1248	2.63	2.08	0.00	2.216	8	270	0.335	9038	11938
63	1	808	4.01	3.19	3.26	0	5	270	0.330	10676	11938
	2	808	4.01	3.19	3.26	0	5	270	0.330	10676	11938
	3	808	4.01	3.19	3.26	0	5	270	0.330	10676	11938
	4	808	4.01	3.19	3.26	0	5	270	0.330	10676	11938
	5	808	1.98	1.56	0.00	1.6625	5	270	0.163	10676	11938



**Tabla F 16 . Muros de corte 64-72, con envigado de piso en dirección transversal**

Muro	piso	L (mm)	pp+25%sc (kN/m)	qpp (kN/m)	qsc (kN/m)	qsct (kN/m)	na	Theta (°)	Masa (Ton)	x (mm)	y (mm)
64	1	1936	4.01	3.19	3.26	0	12	270	0.790	12818	11938
	2	1936	4.01	3.19	3.26	0	12	270	0.790	12818	11938
	3	1936	4.01	3.19	3.26	0	12	270	0.790	12818	11938
	4	1936	4.01	3.19	3.26	0	12	270	0.790	12818	11938
	5	1936	1.98	1.56	0.00	1.6625	12	270	0.390	12818	11938
65	1	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	15020	11938
	2	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	15020	11938
	3	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	15020	11938
	4	1248	5.34	4.25	4.35	0	8	270	0.679	15020	11938
	5	1248	2.63	2.08	0.00	2.216	8	270	0.335	15020	11938
66	1	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	17940	11938
	2	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	17940	11938
	3	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	17940	11938
	4	932	3.89	3.10	3.17	0	6	270	0.370	17940	11938
	5	932	1.92	1.51	0.00	1.615	6	270	0.182	17940	11938
67	1	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	19719	11938
	2	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	19719	11938
	3	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	19719	11938
	4	1406	3.89	3.10	3.17	0	9	270	0.558	19719	11938
	5	1406	1.92	1.51	0.00	1.615	9	270	0.275	19719	11938
68	1	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	22197	11938
	2	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	22197	11938
	3	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	22197	11938
	4	1110	3.89	3.10	3.17	0	7	270	0.440	22197	11938
	5	1110	1.92	1.51	0.00	1.615	7	270	0.217	22197	11938
69	1	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	5058	7775
	2	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	5058	7775
	3	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	5058	7775
	4	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	5058	7775
	5	1648	3.56	2.81	0.00	2.998	10	270	0.598	5058	7775
70	1	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	5058	4189
	2	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	5058	4189
	3	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	5058	4189
	4	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	5058	4189
	5	1648	3.56	2.81	0.00	2.998	10	270	0.598	5058	4189
71	1	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	19000	7775
	2	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	19000	7775
	3	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	19000	7775
	4	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	19000	7775
	5	1648	3.56	2.81	0.00	2.998	10	270	0.598	19000	7775
72	1	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	19000	4189
	2	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	19000	4189
	3	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	19000	4189
	4	1648	7.22	5.75	5.88	0	10	270	1.213	19000	4189
	5	1648	3.56	2.81	0.00	2.998	10	270	0.598	19000	4189

## ANEXO G

Resultados de drift y corte basal para cada combinación de carga

**Tabla G 1. Drift máximo de los 5 pisos para combinación D+S, para envigado transversal**

Combinación	Tipo de suelo	Zona sísmica	Máximo Drift x	Máximo Drift y
D+S+MT	A	1	0.000239144	0.000204466
		2	0.000383682	0.000249576
		3	0.000525059	0.000426983
	B	1	0.000471637	0.000294915
		2	0.000736691	0.000511422
		3	0.001071145	0.000577738
	C	1	0.000627867	0.000313422
		2	0.000997729	0.000655914
		3	0.001386266	0.001091108
	D	1	0.000735978	0.000380562
		2	0.001203377	0.000844449
		3	0.002042109	0.001461366
D+S-MT	A	1	0.000239822	0.000209895
		2	0.000383551	0.000250311
		3	0.000525013	0.000432613
	B	1	0.00047152	0.000294463
		2	0.000737093	0.000515942
		3	0.001070909	0.000578568
	C	1	0.000627722	0.000312905
		2	0.000997604	0.000654982
		3	0.001386362	0.001090558
	D	1	0.000736946	0.000379991
		2	0.001203101	0.000841836
		3	0.00204164	0.001460643
D-S-MT	A	1	0.000251387	0.000213604
		2	0.000379568	0.000319642
		3	0.000533562	0.000421443
	B	1	0.000358773	0.000295236
		2	0.000694562	0.000448046
		3	0.000717883	0.000577474
	C	1	0.000376729	0.000313604
		2	0.000998165	0.000655815
		3	0.000986572	0.001091056
	D	1	0.0006754	0.00035684
		2	0.001203377	0.000843056
		3	0.002042098	0.001461372
D-S+MT	A	1	0.000251572	0.000213551
		2	0.000379308	0.000319656
		3	0.000517795	0.000421435
	B	1	0.000358469	0.0002949
		2	0.0006952	0.000448485
		3	0.000717276	0.000578078
	C	1	0.00037641	0.000313387
		2	0.000998004	0.000655242
		3	0.000986278	0.001090693
	D	1	0.000675526	0.00035641
		2	0.001203101	0.000843489
		3	0.002041593	0.001460638

**Tabla G 2. Drift máximo para combinación D+0.75S+0.75L, para envigado transversal**

Combinación	Tipo de suelo	Zona sísmica	Máximo Drift x	Máximo Drift y
D+0.75S+0.75MT+0.75L	A	1	0.000176199	0.000154259
		2	0.000278003	0.000227913
		3	0.000356783	0.000319808
	B	1	0.000310992	0.000192518
		2	0.000403595	0.000319008
		3	0.000627432	0.000459731
	C	1	0.00032845	0.000202613
		2	0.000423763	0.000339373
		3	0.000732525	0.00048717
	D	1	0.000353201	0.0002331
		2	0.000484204	0.000394316
		3	0.001082122	0.000595084
D+0.75S-0.75MT+0.75L	A	1	0.000178158	0.000154308
		2	0.000277452	0.000228102
		3	0.000355064	0.000315543
	B	1	0.000310211	0.000192478
		2	0.000403262	0.000321612
		3	0.00062721	0.000451367
	C	1	0.000327273	0.000202664
		2	0.000423381	0.000342378
		3	0.000731357	0.000486557
	D	1	0.000350271	0.000231193
		2	0.000485559	0.00039729
		3	0.001081727	0.000594249
D-0.75S-0.75MT+0.75L	A	1	0.00018928	0.000160246
		2	0.000284156	0.000240369
		3	0.000375521	0.000313099
	B	1	0.000268783	0.000190537
		2	0.000403438	0.000318702
		3	0.000538292	0.000438121
	C	1	0.000282242	0.000200063
		2	0.000423636	0.000339696
		3	0.000565082	0.000469851
	D	1	0.000322657	0.000236706
		2	0.00048417	0.000390301
		3	0.000645633	0.000595984
D-0.75S+0.75MT+0.75L	A	1	0.000189096	0.000160186
		2	0.000283877	0.000240245
		3	0.000375528	0.000322022
	B	1	0.000268554	0.000190465
		2	0.000403099	0.000315626
		3	0.000537826	0.00044464
	C	1	0.000282003	0.000199988
		2	0.000423268	0.000335732
		3	0.000564556	0.000469491
	D	1	0.000322378	0.000228558
		2	0.000483758	0.000394573
		3	0.000645088	0.000595342

**Tabla G 3. Drift máximo para combinación 0.6D+0.75S, para envigado transversal**

Combinación	Tipo de suelo	Zona sísmica	Máximo Drift x	Máximo Drift y
0.6D+S+MT	A	1	0.000264257	0.000170764
		2	0.000416972	0.000272556
		3	0.000599592	0.000341205
	B	1	0.000496858	0.000315428
		2	0.000798243	0.000492486
		3	0.001092586	0.000825454
	C	1	0.000667108	0.000479456
		2	0.000770716	0.000943381
		3	0.001278493	0.001450666
	D	1	0.000888982	0.000630235
		2	0.001781343	0.001234242
		3	0.002704109	0.001857121
0.6D+S-MT	A	1	0.00026419	0.000171196
		2	0.000416939	0.00028234
		3	0.000597454	0.000340696
	B	1	0.000496793	0.000316839
		2	0.000798215	0.000492289
		3	0.001092829	0.000825043
	C	1	0.000665683	0.000478815
		2	0.000771868	0.000944674
		3	0.001278232	0.001450053
	D	1	0.000888821	0.000629755
		2	0.001780991	0.001233699
		3	0.00270367	0.00185645
0.6D-S+MT	A	1	0.000252828	0.000255499
		2	0.000379265	0.000277014
		3	0.000597454	0.000341244
	B	1	0.000452424	0.000301003
		2	0.000676801	0.000492269
		3	0.001092829	0.000825043
	C	1	0.000665694	0.000478895
		2	0.000771843	0.000942933
		3	0.001278232	0.001450057
	D	1	0.000888801	0.000629709
		2	0.001780991	0.001233688
		3	0.002703725	0.001856459
0.6D-S-MT	A	1	0.000253091	0.000255743
		2	0.000378631	0.000277454
		3	0.000599592	0.000340666
	B	1	0.000445889	0.000316944
		2	0.000675143	0.000492507
		3	0.001092586	0.000825454
	C	1	0.000468706	0.000479519
		2	0.000772124	0.000947177
		3	0.001278493	0.001450666
	D	1	0.000888982	0.000630265
		2	0.001781343	0.001234241
		3	0.002704109	0.001857124

**Tabla G 4. Corte Basal para combinación de carga D+S, para un envigado transversal**

Combinación	Zona sísmica	Tipo de Suelo	Ccalc x	Ccalc y	Corte Basal X (kN)	Corte Basal Y (kN)
D+S-MT	3	A	0.07	0.12	253.08	390.69
		B	0.13	0.12	451.85	399.39
		C	0.17	0.16	569.86	550.86
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.07	192.93	237.89
		B	0.10	0.12	331.57	398.11
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.05	0.06	180.89	216.16
		B	0.07	0.08	226.08	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D+S-MT	3	A	0.07	0.12	253.08	390.44
		B	0.13	0.12	451.85	399.96
		C	0.17	0.16	569.86	550.80
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.07	192.91	238.66
		B	0.10	0.12	331.75	401.76
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.05	0.06	181.57	215.22
		B	0.07	0.08	226.08	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D-S+MT	3	A	0.10	0.12	341.14	392.50
		B	0.16	0.12	542.72	399.35
		C	0.17	0.16	569.86	550.84
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.08	0.10	287.07	330.39
		B	0.12	0.12	407.04	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.06	0.07	190.22	220.66
		B	0.08	0.08	271.36	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D-S-MT	3	A	0.10	0.12	341.14	392.50
		B	0.16	0.12	542.72	399.35
		C	0.17	0.16	569.86	550.84
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.08	0.10	287.07	330.39
		B	0.12	0.12	407.04	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.06	0.07	190.22	220.66
		B	0.08	0.08	271.36	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63

**Tabla G 5. Corte Basal para combinación de carga D+0.75S+0.75L, para un envigado transversal**

Combinación	Zona sísmica	Tipo de Suelo	Ccalc x	Ccalc y	Corte Basal X (kN)	Corte Basal Y (kN)
D+0.75D+0.75MT+0.75L	3	A	0.10	0.12	350.92	420.71
		B	0.16	0.16	542.72	542.72
		C	0.17	0.17	569.86	569.86
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.07	0.09	245.66	318.91
		B	0.12	0.12	407.04	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.05	0.06	165.93	212.25
		B	0.08	0.08	271.36	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D+0.75D-0.75MT+0.75L	3	A	0.10	0.12	350.92	420.71
		B	0.16	0.16	542.72	542.72
		C	0.17	0.17	569.86	569.86
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.07	0.09	245.66	318.91
		B	0.12	0.12	407.04	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.05	0.06	165.93	212.25
		B	0.08	0.08	271.36	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D-0.75D+0.75MT+0.75L	3	A	0.11	0.13	379.22	441.62
		B	0.16	0.16	542.72	542.72
		C	0.17	0.17	569.86	569.86
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.08	0.10	286.82	342.28
		B	0.12	0.12	407.04	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.06	0.07	191.40	228.22
		B	0.08	0.08	271.36	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D-0.75D-0.75MT+0.75L	3	A	0.11	0.13	379.22	441.62
		B	0.16	0.16	542.72	542.72
		C	0.17	0.17	569.86	569.86
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.08	0.10	286.82	342.28
		B	0.12	0.12	407.04	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.06	0.07	191.40	228.22
		B	0.08	0.08	271.36	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63

**Tabla G 6. Corte Basal para combinación de carga 0.6D+S, para un envigado transversal**

Combinación	Zona sísmica	Tipo de Suelo	Ccalc x	Ccalc y	Corte Basal X (kN)	Corte Basal Y (kN)
0.6D+S+MT	3	A	0.08	0.07	256.37	237.90
		B	0.13	0.11	438.73	376.68
		C	0.12	0.16	400.11	545.09
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.07	189.75	221.73
		B	0.10	0.08	331.92	285.65
		C	0.09	0.12	302.50	408.93
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.04	0.05	128.58	156.49
		B	0.06	0.07	219.37	235.63
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
0.6D+S-MT	3	A	0.08	0.07	256.37	237.90
		B	0.13	0.11	438.73	376.68
		C	0.12	0.16	400.11	545.09
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.07	189.75	221.73
		B	0.10	0.08	331.92	285.65
		C	0.09	0.12	302.50	408.93
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.04	0.05	128.58	156.49
		B	0.06	0.07	219.37	235.63
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
0.6D-S+MT	3	A	0.08	0.07	256.09	238.04
		B	0.13	0.11	438.79	376.68
		C	0.12	0.16	400.11	545.09
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.08	0.07	287.08	231.77
		B	0.12	0.08	407.04	285.68
		C	0.09	0.12	302.76	408.93
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.06	0.07	191.37	233.09
		B	0.08	0.08	271.36	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
0.6D-S-MT	3	A	0.08	0.07	256.09	238.04
		B	0.13	0.11	438.79	376.68
		C	0.12	0.16	400.11	545.09
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.08	0.07	287.08	231.77
		B	0.12	0.08	407.04	285.68
		C	0.09	0.12	302.76	408.93
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.06	0.07	191.37	233.09
		B	0.08	0.08	271.36	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63



**Tabla G 7. Drift máximo para combinación D+S, para envigado longitudinal**

Combinación	Tipo de Suelo	Zona Sísmica	Máximo Drift x	Máximo Drift Y
D+S+MT	A	1	0.000238899	0.000209721
		2	0.00043579	0.000313135
		3	0.000611935	0.00050149
	B	1	0.000526085	0.000264794
		2	0.000812886	0.000431902
		3	0.001096708	0.000572655
	C	1	0.000676674	0.000279028
		2	0.001075381	0.000466831
		3	0.001059026	0.000828744
	D	1	0.000802489	0.000324675
		2	0.001457028	0.000605803
		3	0.002342992	0.001115157
D+S-MT	A	1	0.000240981	0.000210776
		2	0.000436334	0.000313262
		3	0.000611489	0.000498276
	B	1	0.000527241	0.000264749
		2	0.000840096	0.000431698
		3	0.001095235	0.000572796
	C	1	0.000675477	0.00027898
		2	0.001073616	0.000466637
		3	0.001058615	0.000832246
	D	1	0.000802251	0.000324309
		2	0.001456368	0.000605471
		3	0.002342211	0.00111424
D-S-MT	A	1	0.000236952	0.00021278
		2	0.000435794	0.000318914
		3	0.000611793	0.000469875
	B	1	0.000523989	0.000257385
		2	0.000842584	0.000441046
		3	0.001098464	0.000656803
	C	1	0.000676762	0.000270532
		2	0.001075052	0.000472529
		3	0.001059196	0.000831524
	D	1	0.000802547	0.000324815
		2	0.001457028	0.000622815
		3	0.002343093	0.00111444
D-S+MT	A	1	0.000238665	0.000212745
		2	0.000436319	0.000318991
		3	0.000611317	0.000470152
	B	1	0.00052231	0.000257342
		2	0.000842679	0.000440772
		3	0.001095249	0.000656515
	C	1	0.000675643	0.000270489
		2	0.001074392	0.000472238
		3	0.001058695	0.000828876
	D	1	0.000802317	0.000324682
		2	0.001456368	0.000622406
		3	0.002342211	0.001115014

**Tabla G 8.** Drift máximo para combinación S+0.75S+0.75L, para envigado longitudinal

Combinación	Tipo de Suelo	Zona Sísmica	Máximo Drift x	Máximo Drift Y
D+0.75S+0.75MT+0.75L	A	1	0.000177331	0.000159564
		2	0.000295029	0.000239309
		3	0.000389751	0.000315355
	B	1	0.000370752	0.000188393
		2	0.000579691	0.000282452
		3	0.000789493	0.000378819
	C	1	0.000380579	0.000198234
		2	0.00075881	0.000296574
		3	0.001059602	0.000398163
	D	1	0.000375478	0.000227761
		2	0.000891003	0.000340092
		3	0.001225373	0.000479824
D+0.75S-0.75MT+0.75L	A	1	0.000178831	0.000159538
		2	0.000294934	0.000234874
		3	0.000389595	0.000315356
	B	1	0.000370621	0.000188271
		2	0.000582331	0.000286455
		3	0.000788752	0.000378785
	C	1	0.000385426	0.000197684
		2	0.00075986	0.000296526
		3	0.001056258	0.000398134
	D	1	0.000384126	0.000227714
		2	0.000890581	0.000340061
		3	0.001224843	0.000479667
D-0.75S-0.75MT+0.75L	A	1	0.000199456	0.000159585
		2	0.000307056	0.000239377
		3	0.000382486	0.00031917
	B	1	0.000346397	0.000188301
		2	0.000579579	0.000282452
		3	0.000788601	0.000376602
	C	1	0.00039189	0.000197716
		2	0.000760777	0.000296574
		3	0.001057196	0.000395432
	D	1	0.000375902	0.000225961
		2	0.000891067	0.000338942
		3	0.001225175	0.000464229
D-0.75S+0.75MT+0.75L	A	1	0.000203143	0.000159559
		2	0.00030709	0.000239339
		3	0.000382311	0.000319075
	B	1	0.000346389	0.000188271
		2	0.000582244	0.000282406
		3	0.000788848	0.000376541
	C	1	0.000391275	0.000197684
		2	0.000758651	0.000296526
		3	0.001056224	0.000395368
	D	1	0.000384241	0.000225925
		2	0.000890667	0.000338887
		3	0.001224843	0.000464043

**Tabla G 9. Drift máximo para combinación 0.6D+S, para envigado longitudinal**

Combinación	Tipo de Suelo	Zona Sísmica	Máximo Drift x	Máximo Drift Y
0.6D+S+MT	A	1	0.000299455	0.000227788
		2	0.000476392	0.000320095
		3	0.000637047	0.000545169
	B	1	0.000565235	0.000299449
		2	0.000850173	0.000389349
		3	0.000833243	0.000649115
	C	1	0.000723465	0.000338732
		2	0.000930149	0.000763216
		3	0.001487897	0.001246897
	D	1	0.001041824	0.000464774
		2	0.001950729	0.00101472
		3	0.002855432	0.001601522
0.6D+S-MT	A	1	0.000299325	0.000227978
		2	0.000476153	0.000319568
		3	0.000636841	0.000543478
	B	1	0.000564225	0.00029935
		2	0.000849799	0.000389967
		3	0.000832894	0.000649562
	C	1	0.000723267	0.000338478
		2	0.000929721	0.000764152
		3	0.001487462	0.001248658
	D	1	0.0010415	0.0004643
		2	0.00195015	0.001014359
		3	0.002854838	0.001601091
0.6D-S+MT	A	1	0.000299487	0.000212745
		2	0.000476929	0.000319117
		3	0.000636926	0.000614127
	B	1	0.000565328	0.000272754
		2	0.000850136	0.000380506
		3	0.000832894	0.000649325
	C	1	0.000723267	0.00034877
		2	0.000929763	0.000763593
		3	0.001487462	0.001246557
	D	1	0.0010415	0.000466476
		2	0.00195015	0.00101438
		3	0.002854838	0.001601091
0.6D-S-MT	A	1	0.000299589	0.00021278
		2	0.000477136	0.000319171
		3	0.000637047	0.000567706
	B	1	0.000566798	0.000272816
		2	0.000850184	0.000380812
		3	0.000833243	0.000649624
	C	1	0.000723465	0.000349006
		2	0.000930194	0.00076394
		3	0.001487897	0.001248875
	D	1	0.001041856	0.000466674
		2	0.001950718	0.001014699
		3	0.002855432	0.001601521

**Tabla G 10. Corte Basal para combinación de carga D+S, para envigado longitudinal**

Combinación	Zona sísmica	Tipo de Suelo	Ccalc x	Ccalc y	Corte Basal x (kN)	Corte Basal y (kN)
D+S-MT	3	A	0.08	0.14	254.76	467.44
		B	0.13	0.14	449.71	490.40
		C	0.12	0.16	408.83	559.67
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.09	192.28	317.45
		B	0.10	0.12	346.70	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.05	0.07	167.35	226.67
		B	0.07	0.08	225.94	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D+S-MT	3	A	0.08	0.14	254.70	465.03
		B	0.13	0.14	449.64	490.48
		C	0.12	0.17	408.85	561.52
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.09	192.39	317.62
		B	0.10	0.12	342.21	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.05	0.07	166.40	223.62
		B	0.07	0.08	226.07	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D-S+MT	3	A	0.08	0.14	254.68	466.64
		B	0.13	0.16	449.23	542.72
		C	0.12	0.17	408.82	560.99
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.10	192.27	334.98
		B	0.10	0.12	342.27	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.05	0.07	170.50	229.98
		B	0.07	0.08	225.61	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D-S-MT	3	A	0.08	0.14	254.68	466.64
		B	0.13	0.16	449.23	542.72
		C	0.12	0.17	408.82	560.99
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.10	192.27	334.98
		B	0.10	0.12	342.27	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.05	0.07	170.50	229.98
		B	0.07	0.08	225.61	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63

**Tabla G 11. Corte Basal para combinación de carga D+0.75S+L, para envigado longitudinal**

Combinación	Zona sísmica	Tipo de Suelo	Ccalc x	Ccalc y	Corte Basal x (kN)	Corte Basal y (kN)
D+0.75D+0.75MT+0.75L	3	A	0.09	0.13	307.65	447.13
		B	0.13	0.16	449.40	542.72
		C	0.17	0.17	569.86	569.86
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.07	0.10	221.95	344.87
		B	0.10	0.12	346.54	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.04	0.07	130.01	229.95
		B	0.08	0.08	265.31	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D+0.75D-0.75MT+0.75L	3	A	0.09	0.13	307.65	447.13
		B	0.13	0.16	449.40	542.72
		C	0.17	0.17	569.86	569.86
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.07	0.10	221.95	344.87
		B	0.10	0.12	346.54	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.04	0.07	130.01	229.95
		B	0.08	0.08	265.31	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D-0.75D+0.75MT+0.75L	3	A	0.09	0.14	320.40	459.89
		B	0.13	0.16	449.48	542.72
		C	0.17	0.17	569.86	569.86
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.07	0.10	236.63	344.97
		B	0.10	0.12	339.66	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.05	0.07	158.90	229.98
		B	0.08	0.08	271.36	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
D-0.75D-0.75MT+0.75L	3	A	0.09	0.14	320.40	459.89
		B	0.13	0.16	449.48	542.72
		C	0.17	0.17	569.86	569.86
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.07	0.10	236.63	344.97
		B	0.10	0.12	339.66	407.04
		C	0.13	0.13	427.39	427.39
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.05	0.07	158.90	229.98
		B	0.08	0.08	271.36	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63

**Tabla G 12. Corte Basal para combinación de carga 0.6D+S, para envigado longitudinal**

Combinación	Zona sísmica	Tipo de Suelo	Ccalc x	Ccalc y	Corte Basal x (kN)	Corte Basal y (kN)
0.6D+S+MT	3	A	0.07	0.13	253.35	445.59
		B	0.08	0.11	284.91	384.68
		C	0.12	0.16	405.54	552.81
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.09	194.30	316.16
		B	0.10	0.09	332.48	302.92
		C	0.09	0.12	304.40	417.60
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.04	0.07	127.53	229.15
		B	0.07	0.08	228.30	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
0.6D+S-MT	3	A	0.07	0.13	253.35	445.59
		B	0.08	0.11	284.91	384.68
		C	0.12	0.16	405.54	552.81
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.09	194.30	316.16
		B	0.10	0.09	332.48	302.92
		C	0.09	0.12	304.40	417.60
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.04	0.07	127.53	229.15
		B	0.07	0.08	228.30	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
0.6D-S+MT	3	A	0.07	0.13	253.31	451.87
		B	0.08	0.11	284.91	384.87
		C	0.12	0.16	405.54	552.81
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.10	194.24	344.97
		B	0.10	0.09	332.39	295.47
		C	0.09	0.12	304.40	417.81
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.04	0.07	127.44	229.98
		B	0.07	0.08	228.17	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63
0.6D-S-MT	3	A	0.07	0.13	253.31	451.87
		B	0.08	0.11	284.91	384.87
		C	0.12	0.16	405.54	552.81
		D	0.19	0.19	651.26	651.26
	2	A	0.06	0.10	194.24	344.97
		B	0.10	0.09	332.39	295.47
		C	0.09	0.12	304.40	417.81
		D	0.14	0.14	488.45	488.45
	1	A	0.04	0.07	127.44	229.98
		B	0.07	0.08	228.17	271.36
		C	0.08	0.08	284.93	284.93
		D	0.10	0.10	325.63	325.63