

INFORME N°2.178.944

## Revisión Proyecto de Cálculo Estructural Viviendas El Olivar

PROYECTO VERSIÓN 1 – VIVIENDA PAREADA TIPO A1

Rev.1

División Estructuras Peritajes

Informe

Ejemplar N°01

N°de paginas: 33

Revisión N°1

Elaborado por:

Mario Ruiz C.  
Sergio Tapia P.

Fecha

17/04/2026

Revisado por:

Guillermo Sierra R.  
Víctor Águila O.

Aprobado por:

Fernando Yáñez U.



Destinatario:

Marcelo Soto Zenteno – DITEC MINVU

ÍNDICE

1.	<b>ALCANCE</b> .....	<b>3</b>
2.	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>3</b>
2.1	DOCUMENTOS.....	3
2.2	PLANOS PROYECTO 1 VIVIENDA PAREADA TIPO A1 .....	4
2.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PROYECTO 1 VIVIENDA PAREADA TIPO A1 .....	4
3.	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>5</b>
3.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	5
3.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA.....	5
3.3	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ELEMENTOS IMPORTANTES DE LA ESTRUCTURA .....	7
4.	<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO</b> .....	<b>8</b>
5.	<b>OBSERVACIONES AL PROYECTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL</b> .....	<b>8</b>
5.1	OBSERVACIONES GENERALES .....	9
5.2	REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN Y ANTECEDENTES .....	9
4.3.	REVISIÓN EN BASE AL ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....	12
4.3.1.	BASES DE CÁLCULO Y CONSIDERACIONES.....	12
4.3.1.1.	MATERIALES .....	12
4.3.1.2.	PANELES FASTWORK .....	13
4.3.1.3.	DEFINICIÓN DE CARGAS Y SOBRECARGAS .....	13
4.3.1.4.	ANÁLISIS SÍSMICO .....	14
4.3.1.5.	MÉTODO DE VERIFICACIÓN Y COMBINACIONES DE CARGA .....	14
4.3.2.	MODELO ESTRUCTURAL .....	15
4.3.3.	RESULTADOS GLOBALES DEL ANÁLISIS SÍSMICO .....	15
4.3.4.	VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES .....	18
4.3.4.1.	PANELES FASTWORK .....	19
4.3.4.2.	MUROS DE METALCOM .....	20
4.3.4.3.	ELEMENTOS DE ACERO .....	21
4.3.4.4.	CONEXIONES VIGA-COLUMNA EN MARCOS DE ACERO .....	22
4.3.4.5.	LOSA COLABORANTE .....	22
4.3.5.	VERIFICACIÓN DE DEFORMACIONES SÍSMICAS.....	24
4.3.6.	VERIFICACIÓN DE TENSIÓN ADMISIBLE DEL SUELO .....	28
4.3.7.	VERIFICACIÓN MUROS DE CONTENCIÓN .....	28
6.	<b>FACTIBILIDAD TÉCNICA DE REFORZAMIENTO</b> .....	<b>29</b>
7.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>31</b>
7.1	REVISIÓN DEL PROYECTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL .....	31
7.2	FACTIBILIDAD TÉCNICA DE REFORZAMIENTO .....	32

# REVISIÓN DE PROYECTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL – Viviendas El Olivar - PROYECTO VERSIÓN 1 – VIVIENDA PAREADA TIPO A1

## 1. Alcance

A petición del sr. Marcelo Soto Zenteno del MINVU, se realizó la revisión del proyecto de cálculo estructural del proyecto Versión 1-Vivienda pareada tipo A1, en la comuna de Viña del Mar, Región de Valparaíso.

El alcance de este estudio contempla:

1.1) Revisión a los planos estructurales, memoria de cálculo y especificaciones técnicas a partir del proyecto de ingeniería estructural, sin considerar lo efectivamente construido en obra ni considerando eventuales modificaciones, desviaciones o condiciones derivadas de la ejecución en obra, teniendo presente:

- La normativa chilena oficial a la fecha del ingreso a la Municipalidad de Viña del Mar para obtener el permiso de edificación.
- Las bases, procedimientos de diseño (memoria de cálculo), especificaciones técnicas y detalles constructivos, incluyendo los certificados emitidos por la DITEC que aprueban el sistema constructivo denominado Paneles Fastwork, en los años 2012 y 2017.

1.2) Factibilidad técnica de reforzamiento de la vivienda si fuese necesario.

## 2. Antecedentes

Para el desarrollo de este informe se tuvieron en consideración los siguientes antecedentes provistos por el mandante.

### 2.1 Documentos

#### 2.1.1 Documentos relativos a la Certificación DITEC

1. Ficha de Seguridad Fast Work. Comintecc Suizandina. Fecha: 15 de noviembre 2012.
2. Detalles Constructivos Fast Work 1, 2, 3 y 4. Comintecc Suizandina. Fecha: 15 de noviembre 2012.
3. DICTUC 1 de 3, 2 de 3 y 3 de 3 16-11-2011. Ensayos normados de compresión, carga horizontal, flexión, impacto y penetración a panales prefabricados de espesor nominal 90 mm a base de hormigón con poliestireno con ambas caras en fibrocemento. DICTUC S.A. Laboratorio de Ingeniería Estructural. Fecha: 16 de noviembre 2012.
4. Ensayo DICTUC Compresión.xls. Archivo Excel.
5. Ensayo DICTUC Corte. Archivo Excel.
6. EETT casa Fast Work rev.02. Especificaciones técnicas estructurales relativas a la construcción casa habitación. Código IATT-TEC-INF-TO-4770. Karim Attoni T. Fecha: 04 de abril de 2012.
7. Memoria 4770 rev.06 23-10-2012. Informe de cálculo estructural vivienda social. Código IATT-TEC-INF-4770. Karim Attoni T. Fecha: 09 de Abril de 2012.
8. Estructura Casa Fast Work rev 13 23-10-2012 Digital. Archivo DWG. Estructura casa Fast Work. Ing. Karim Attoni T. Fecha: Octubre 2012.
9. Instalación Fast Work Estructural 14-06-2012. Comintecc Suizandina. Fecha: 14 de junio de 2012.
10. Memoria Descriptiva Certificación 26-10-2011. Sistema Constructivo Estructural Conformadas con Paneles de Hormigón Liviana con caras de Fibrocemento. Comintecc Suizandina. Fecha: 26 de octubre de 2011.
11. Metodologías, Anexos 1, 2 y 3. Recuperación de Paneles Anexo 1. Comintecc Suizandina. Fecha: junio de 2012.
12. Método de Fijaciones. Archivo PDF. Comintecc Suizandina. Fecha: 2 de octubre de 2012.
13. MINVU 15-11-2012. Ingreso Documentos Finales del Sistema Constructivo Fast Work. Comintecc Suizandina. Fecha: 15 de noviembre de 2012.
14. Certificado original del 2012 - Paneles Fast Work (Empresa Comintecc Suizandina Ltda.). DITEC. MINVU. Fecha: 03 de diciembre de 2012.
15. Renovación certificado. Ord. N°1034. DITEC. MINVU Fecha: 27 de junio de 2017.

### 2.1.2 Documentos relativos al Proyecto de cálculo Viviendas El Olivar

16. 28.-BASE DE CALC - EST - GRANEROS 150\_V4. Base de cálculo Proyecto Estructura Vivienda Pareada Tipo A1 Graneros 150-156 Población El Olivar Viña del Mar - Región de Valparaíso. Ingeniería F5. Karla Ramírez Peña. Fecha: 4 de Julio de 2025. Rev.1
17. 28.-BASE DE CALC - EST - GRANEROS 31\_V4. Base de cálculo Proyecto Estructura Vivienda Pareada Tipo A1 Graneros 31-37 Población El Olivar Viña del Mar - Región de Valparaíso. Ingeniería F5. Karla Ramírez Peña. Fecha: 4 de Julio de 2025. Rev.1
18. 28.-BASE DE CALC - EST - GRANEROS 180\_V4. Base de cálculo Proyecto Estructura Vivienda Pareada Tipo A1 Graneros 180-186 Población El Olivar Viña del Mar - Región de Valparaíso. Ingeniería F5. Karla Ramírez Peña. Fecha: 4 de Julio de 2025. Rev.1
19. 31.- INF\_SUELOS\_GRANEROS 31. Informe Visual de suelos parámetros y consideraciones muros y desniveles Población El Olivar Comuna de Viña del Mar - Región de Valparaíso. Ingeniería F5. Karla Ramírez Peña. Fecha: 9 de Junio de 2025. Rev.0
20. 31.- INF\_SUELOS\_GRANEROS 150-156. Informe Visual de suelos parámetros y consideraciones muros y desniveles Graneros 150-156 Comuna de Viña del Mar - Región de Valparaíso. Ingeniería F5. Karla Ramírez Peña. Fecha: 9 de Junio de 2025. Rev.0
21. 31.- INF\_SUELOS\_GRANEROS 186. Informe Visual de suelos parámetros y consideraciones muros y desniveles Población El Olivar Comuna de Viña del Mar - Región de Valparaíso. Ingeniería F5. Karla Ramírez Peña. Fecha: 9 de Junio de 2025. Rev.0
22. 7.- PERMISO GRANEROS 31. Permiso de edificación Dirección de Obras – Ilustre Municipalidad de Viña del Mar – Región de Valparaíso. Número de permiso SEC-00020/2025. Fecha: 20 de enero de 2025.
23. 7.- PERMISO GRANEROS 150. Permiso de edificación Dirección de Obras – Ilustre Municipalidad de Viña del Mar – Región de Valparaíso. Número de permiso SEC-00017/2025. Fecha: 20 de enero de 2025.
24. 7.- PERMISO GRANEROS 180. Permiso de edificación Dirección de Obras – Ilustre Municipalidad de Viña del Mar – Región de Valparaíso. Número de permiso SEC-00018/2025. Fecha: 20 de enero de 2025.

### 2.1.3 Otros Documentos relativos al Proyecto de cálculo Viviendas El Olivar

25. Correo de IDIEM - Sobre la base normativa para la revisión del proyecto de cálculo Viviendas El Olivar.
26. Manual de diseño Metalcon. Cintac. Segun norma AISI, "SPECIFICATION FOR THE DESIGN OF COLD FORMED STEEL STRUCTURAL MEMBERS EDITION 1996".
27. Resolución Exenta N°1369, Ministerio de vivienda y Urbanismo Subsecretaría. Fecha 02 de marzo de 2016.

## 2.2 Planos Proyecto 1 Vivienda Pareada Tipo A1

28. 26.- ESTRUC. MC - GRANEROS 31\_V6. Muros de Contención Comuna de Viña del Mar Región de Valparaíso. Ingeniería F5. Karla Ramírez Peña. Fecha: Julio 2025.
29. 26.- ESTRUC. MC - GRANEROS 150\_V6. Muros de Contención Comuna de Viña del Mar Región de Valparaíso. Ingeniería F5. Karla Ramírez Peña. Fecha: Julio 2025.
30. 26.- ESTRUC. MC - GRANEROS 180\_V6. Muros de Contención Comuna de Viña del Mar Región de Valparaíso. Ingeniería F5. Karla Ramírez Peña. Fecha: Julio 2025.
31. 26.- ESTRUCTURA BASE TIPO A1\_V4. Vivienda Cuatripareo Tipo A1 (individual) El Olivar comuna de Vila del Mar Región de Valparaíso. Ingeniería F5. Karla Ramírez Peña. Fecha: Julio 2025.
32. 6.- TOPOGRAFIA - GRANEROS 31-37\_V3. Proyecto R-EO-TA1 Metalcon Obra Nueva de edificación Calle Graneros 31, 33, 35, 37, sector 9, El Olivar, Viña del Mar. Materia: Proyecto Arquitectura El Olivar. Arquitecto Patrocinante Gonzalo Pozas Alburquenque. Contenido: Plano topográfico. Fecha: Abril 2025.
33. 6.- TOPOGRAFIA - GRANEROS 31-37\_V3. Proyecto R-EO-TA1 Metalcon Obra Nueva de edificación Calle Graneros 31, 33, 35, 37, sector 9, El Olivar, Viña del Mar. Materia: Proyecto Arquitectura El Olivar. Arquitecto Patrocinante Gonzalo Pozas Alburquenque. Contenido: Plano topográfico. Fecha: Abril 2025.
34. 6.- TOPOGRAFIA - GRANEROS 150-156\_V3. Proyecto R-EO-TA1 Metalcon Obra Nueva de edificación Pasaje Graneros 150, 153, 154, 156, sector 9, El Olivar, Viña del Mar. Materia: Proyecto Arquitectura El Olivar. Arquitecto Patrocinante Gonzalo Pozas Alburquenque. Contenido: Plano topográfico. Fecha: Abril 2025.
35. 6.- TOPOGRAFIA - GRANEROS 180-186\_V3. Proyecto R-EO-TA1 Metalcon Obra Nueva de edificación Pasaje Graneros 180, 182, 184, 186, sector 9, El Olivar, Viña del Mar. Materia: Proyecto Arquitectura El Olivar. Arquitecto Patrocinante Gonzalo Pozas Alburquenque. Contenido: Plano topográfico. Fecha: Abril 2025.

## 2.3 Especificaciones técnicas Proyecto 1 Vivienda Pareada Tipo A1

36. Documentos: 23.- EETT BASE - TIPO A1; 23.- EETT BASE - TIPO A1\_V2 - GRANEROS 31-37; 23.- EETT BASE - TIPO A1\_V2 - GRANEROS 180-186; 23.- EETT BASE - TIPO A1\_V3; 23.- EETT BASE - TIPO A1\_V4; 23.- EETT BASE - TIPO A1\_V5; 23.- EETT BASE DISCAPACIDAD 20 UF - TIPO A1. Fecha: 08 de agosto de 2025.

### 3. Descripción del proyecto

#### 3.1 Identificación del proyecto

La información general del proyecto se muestra en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Información general del proyecto

<b>Propietario:</b>	SERVIU Región de Valparaíso
<b>Proyecto:</b>	VIVIENDA CUATRIPAREO TIPO A1 (INDIVIDUAL) EL OLIVAR
<b>Ubicación:</b>	Sector El Olivar
<b>Ciudad/Región:</b>	Comuna de Viña del Mar, Región de Valparaíso
<b>Arquitecto:</b>	Social Arquitectura
<b>Ingeniero calculista:</b>	Karla Ramírez Peña - Ingeniería FCinco
<b>Revisor de cálculo:</b>	Sin antecedentes/No hay evidencia
<b>Constructora:</b>	Constructora San Sebastián



Mapa 1. Ubicación Sector El Olivar (recuadro rojo), comuna de Viña del Mar.

#### 3.2 Descripción general de la estructura

El proyecto consiste en una serie de 4 viviendas en configuración tipo Cuatripareo de dos niveles, materializadas en base a marcos de acero estructural y perfilería de acero conformado en frío de pared delgada en el sentido longitudinal (sentido X) y paneles industrializados prefabricados de hormigón liviano con fibrocemento en el sentido transversal (sentido Y). Las fundaciones corresponden a zapatas corridas de hormigón armado. La losa del cielo piso 1° está compuesta por una losa colaborante y el cielo piso 2° está conformado por cerchas de Metalcon, con una cubierta de costaneras metálicas y planchas de zinc.

Las viviendas se encuentran en un terreno con desniveles (cerros y quebradas) y debido a esto hay escalonamientos del terreno que hacen necesaria la incorporación de muros de contención de baja altura en algunos sectores.

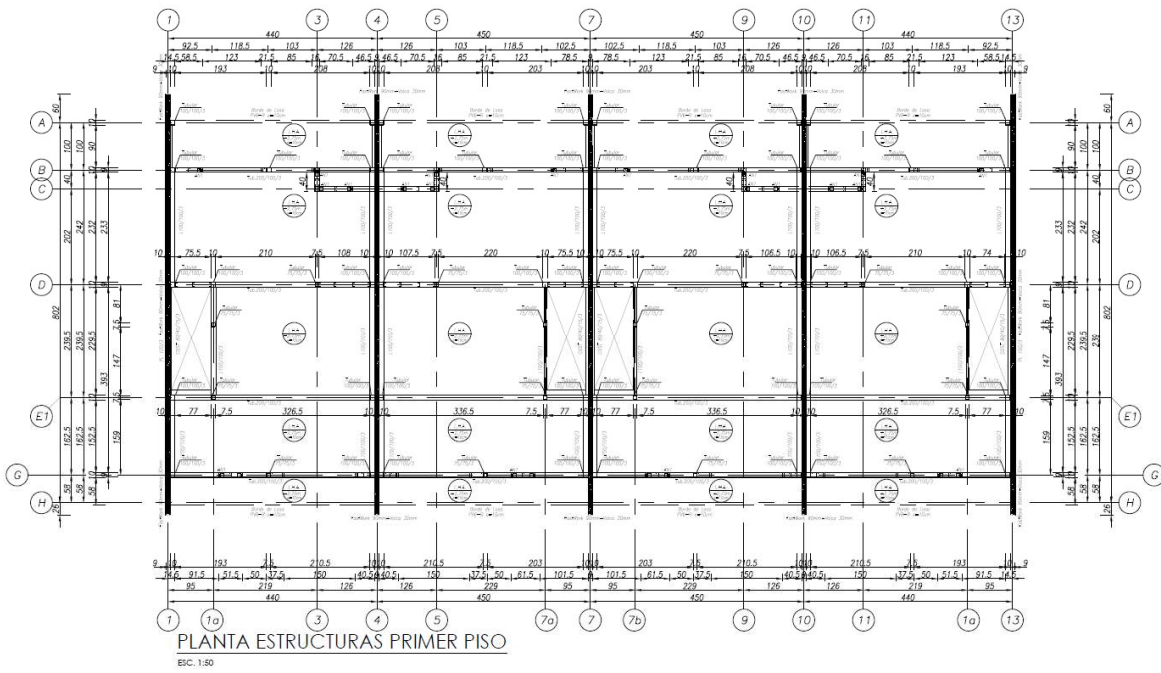


Figura 1. Planta cielo 1° piso

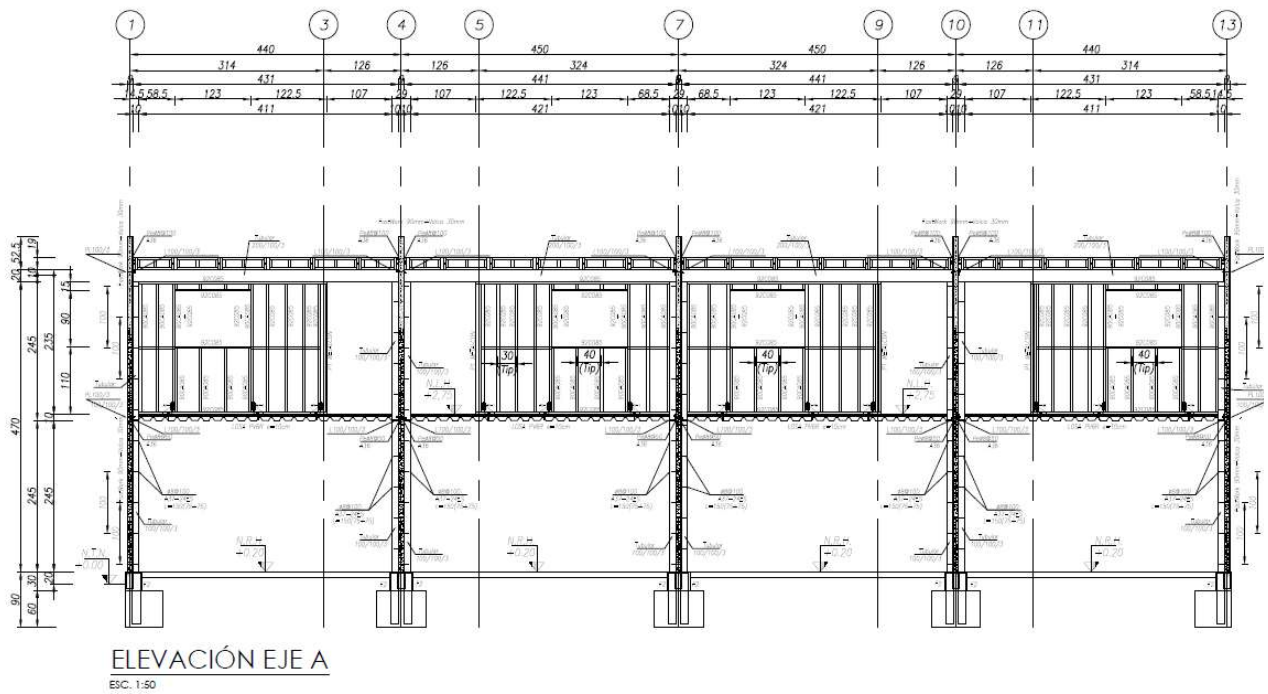


Figura 2. Elevación eje A.

### 3.3 Descripción detallada de elementos importantes de la estructura

#### 3.3.1 Ejes resistentes

3.3.1.1 En el sentido longitudinal (sentido X) la estructura tiene marcos de acero estructural conformados por columnas de dimensiones 100x100x3 y vigas 200x100x3. De acuerdo con los planos se pueden identificar 4 ejes sismorresistentes (ejes B, D, E1 y G). En cada vivienda estos marcos se extienden desde un muro divisorio (muro constituido por paneles Fastwork) al otro. Los pilares del marco se conectan al muro divisorio por medio de conectores de acero  $\phi 8@10$  A37-24ES con anclaje Epóxico Sikadur 31 (en el muro divisorio) y por medio de soldadura E60-11 con filete de 3 mm en el pilar de acero.

La unión entre pilar 100x100x3 y viga 200x100x3 se materializa en los nudos del marco de dos formas diferentes:

- Por medio de un PL150x75x4 mm soldada (al pilar continuo) en todo el contorno con una soldadura E70-18 de filete de 3 mm, ubicada en el sector del alma de la viga, según se indica en los planos, y adicionalmente hay soldadura en todo el contorno de la viga con filete de 3 mm y E70-18.

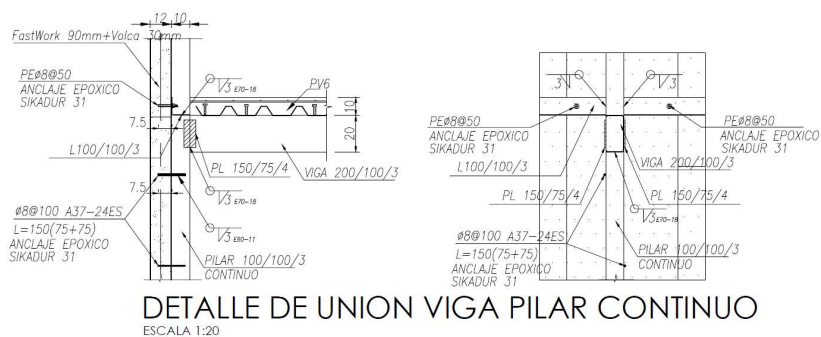


Figura 3. Detalle de Unión viga pilar continuo.

- Por medio de un PL150x75x4 mm soldada (al pilar discontinuo) en todo el contorno por medio de una soldadura E70-18 con filete de 3 mm, que conecta el ala inferior de la viga con la parte superior del pilar discontinuo con soldadura E70-18 filete de 3 mm, y en la parte superior de la viga se indica soldadura en el contacto con el ángulo L100x100x3 mm E70-18.

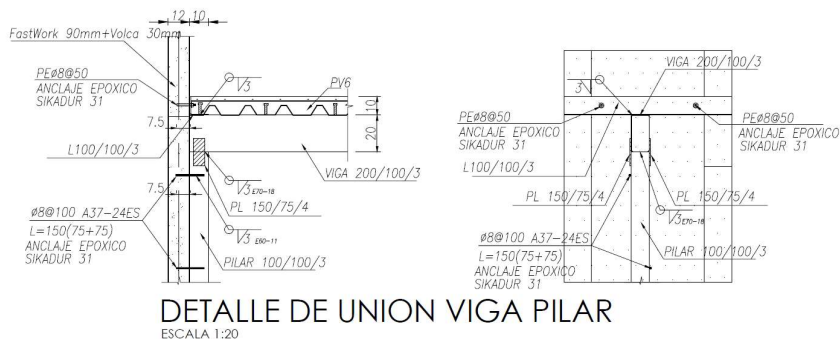


Figura 4. Detalle de Union viga pilar discontinuo.

3.3.1.2 En el sentido transversal (sentido Y) la estructura tiene muros o paneles Fastwork de espesor 9 cm, conformando 5 ejes resistentes en los ejes 1, 4, 7, 10 y 13. Estos muros son al mismo tiempo los muros divisorios entre las viviendas. Tiene diversas conexiones hacia distintos elementos y son las siguientes:

- A los cimientos se conecta por medio de una barra  $\phi 10$  cada 60 cm aproximadamente, que está inyectada o anclada (no se precisa en los planos) una profundidad de 15 cm. Estas barras también se insertan en el panel.
- A los pilares de los marcos de acero por medio de conectores  $\phi 8$  cada 100 cm.
- A la losa colaborante se conectan por medio de un ángulo 100x100x3 mm. No se especifica en los planos con claridad si la losa solamente se apoya en el ángulo o tiene otro tipo de conexión. La losa estaría transfiriendo carga vertical sobre el panel.
- Los paneles tienen una pletina PL100x3 mm sobre ellos que cruza todo el largo total del muro, fijada con unos conectores  $\phi 8 @50$  cm de calidad A36.
- Los paneles tienen una barra  $\phi 10$  por encima del borde en la parte superior, que cruza todo el largo del muro.
- Los paneles en cielo piso 2°, sirven de apoyo en ciertos lugares a las cerchas de techo, a través de un ángulo L100x100x3 mm.

### 3.3.2 Fundaciones

El proyecto muestra en sus planos una configuración de fundaciones del tipo zapata corrida bajo elementos tipo muro de altura 60 cm y zapatas aisladas bajo pilares de acero de altura 60 cm, algunas unidas por medio de cadenas o vigas de fundación de 15x30 y otras zapatas aisladas sin esta clase de unión.

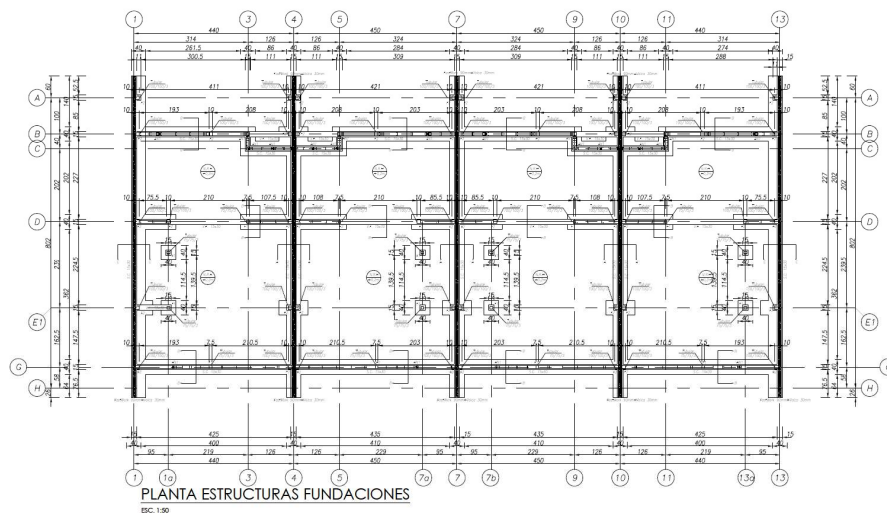


Figura 5. Planta estructuras fundaciones.

El suelo de soporte se clasifica como tipo E basado en la aplicación del artículo 5 del D.S. N°61, ver ref. 19 a 21.

## 4. Metodología de trabajo

La presente revisión estructural se desarrolla en base a los antecedentes proporcionados por el MINVU, los cuales se detallan en el Ítem 2 del presente informe.

- En primera instancia, se efectúa una revisión de antecedentes, incluyendo planos estructurales, memoria de cálculo y ensayos.
- A partir de los ensayos (ref. 3, 4, 5) se determinaron los módulos de elasticidad y módulo de corte para caracterizar las propiedades mecánicas de los paneles FastWork.
- Se elabora un modelo de control tridimensional de la estructura mediante el software ETABS, considerando la geometría, condiciones de borde y propiedades de los materiales conforme a lo indicado en los planos recibidos. Cabe señalar que, debido a que la estructuración de la vivienda contiene un sistema constructivo no tradicional (FastWork), se adopta como base de referencia la memoria de cálculo desarrollada por Karim Attoni y documentos proporcionados por la DITEC-MINVU.
- A partir del modelo de control estructural, se determinan las solicitaciones sísmicas y estáticas que actúan sobre la estructura. Estas demandas son posteriormente comparadas con las resistencias admisibles de los distintos elementos estructurales, permitiendo evaluar su nivel de utilización. Como resultado del análisis, se presentan los diez mayores factores de utilización para cada tipo de elemento, con el fin de identificar los elementos críticos del diseño. Adicionalmente también se determinan las deformaciones y se comparan con los máximos normativos.
- A partir de los resultados anteriores, se analizó la factibilidad de cumplir con los requerimientos normativos incorporando los elementos de refuerzos necesarios para subsanar las deficiencias estructurales de la vivienda.

## 5. Observaciones al proyecto de cálculo estructural

Debido a que el diseño estructural presenta deficiencias relevantes, las siguientes observaciones en los puntos 5.1 y 5.2 son el resultado de un estudio comparativo y profundo de los antecedentes del proyecto entre sí y con la normativa oficial.

En el punto 5.3 se presenta la evaluación y revisión del proyecto por medio de un modelo de control para verificar el cumplimiento del diseño de los elementos de la vivienda y el cumplimiento normativo.

## 5.1 Observaciones generales

- El diseño de la estructura no cumple con el procedimiento y criterios de cálculo contenidos en el "Informe de cálculo estructural Vivienda Social" (ref. 7), que considera el promedio y un factor de seguridad 3 para establecer los valores de cargas netas y admisibles de diseño, según Resolución Exenta N°1369 (ref. 27), Anexo 1, punto 4.2 Definición de Requisitos Mínimos de Resistencia y Cálculo del Sistema, desarrollado por la propia empresa fabricante de los paneles Fastwork.
- No se cumple con la aplicación aprobada de los paneles Fastwork por la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC). La aprobación por parte de este organismo se ha dado en configuraciones de uso para casas de 1 piso y aisladas (ref. 14 y 15).
- No se tiene antecedentes de la carta de compromiso para el cumplimiento del artículo 8° de la Resolución exenta N°01369 (Ref. 27) "Todo aquel que cuente con la aprobación de un Sistema Constructivo No Tradicional por parte de la DITEC, podrá autorizar a terceros el desarrollo de proyectos que apliquen dicho sistema constructivo, para lo cual deberá suscribir una carta compromiso mediante la cual se comprometa a otorgar las asesorías necesarias para el correcto desarrollo y ejecución del SCNT, y el tercero a su vez se comprometa a cumplir estrictamente con las especificaciones de dicho sistema".
- No se tienen antecedentes en el diseño ante posibles amplificaciones dinámicas según lo establece NCh433:1996 Mod.2009 cap. 4.2.1, que supone que el suelo de fundación es de topografía y estratificación horizontal y la estructura se encuentra lejos de singularidades geomorfológicas y topográficas.
- No se encuentran en el plano de notas generales indicación para protección contra el fuego de la estructura metálica.

## 5.2 Revisión de documentación y antecedentes

Se realizó una revisión general de los siguientes antecedentes:

### 5.2.1 Memoria de cálculo (ref. 16 a 18)

- Se detecta cálculo erróneo del peso sísmico de la estructura en punto 4.5. De acuerdo con esta revisión, el calculista consideró un panel Fastwork de mayor espesor (12 cm), pero en los planos se indica uno de espesor 9 cm.
- No hay justificación de la hipótesis de considerar un diafragma rígido ni explicaciones que indiquen todos los puntos de descarga o de apoyo de la losa colaborante para transferir cargas sísmicas.
- Los tabiques no cumplen con el criterio de uso como elementos resistentes de fuerzas sísmicas según ref. 26 en punto 1.5.2.1. A continuación, en la figura 6, se muestran los paneles de Metalcon marcados en rojo que deben ser descartados como elementos resistentes al corte.

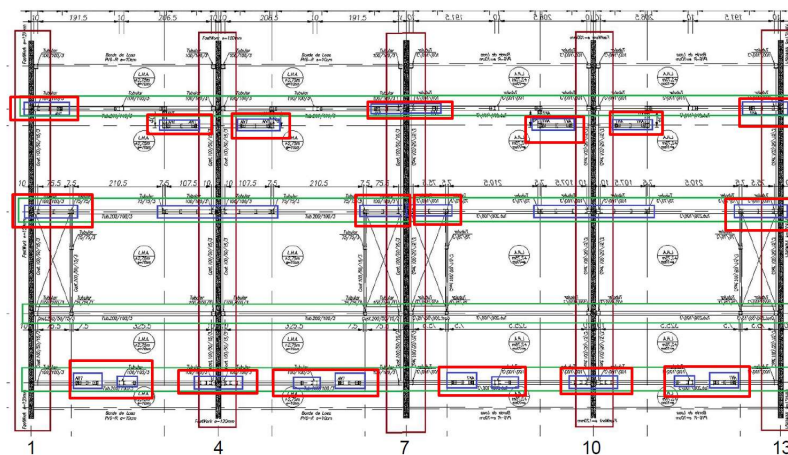


Figura 6. Planta con ubicación de tabiques Metalcon.

- No se considera en los cálculos de la resistencia a corte y compresión para paneles Fastwork, los valores admisibles indicados en la memoria de cálculo de referencia para cálculos (ref. 7). Esta última considera un factor de seguridad de 3.
- No se encuentran antecedentes en el punto 5. Muros de acero galvanizado (Metalcon), que estos elementos no reciben carga vertical, ya que no se aprecian dilataciones en los planos estructurales que los separen de la losa o de las cerchas.
- En la memoria de cálculo no se especifican materiales que aparecen en los planos estructurales, como por ejemplo: Acero AT56-50H que es la calidad del acero para los elementos que conforman los sobrecimientos con diámetros de barras  $\phi 9,2$  y  $\phi 4,2$  mm.
- La nomenclatura del acero de refuerzo para hormigón armado no corresponde con la normativa, debe ser A630-420H.

- h. La localidad del punto 4.3 "Carga de nieve" no corresponde a Santiago si no a Viña del Mar (Litoral)
- i. Hay un error en el año de la norma NCh432 en el punto 2. La norma oficial por decreto es la del año 1971.
- j. Hay un error en el año de la norma NCh3171 en el punto 2. La norma oficial por decreto es la del año 2010.
- k. Hay un error en el punto 4.6, la carga sísmica "E" dice que proviene según NCh2369, pero debe ser según NCh433:1996 Mod.2009.
- l. No se encuentra antecedentes o cálculos de la verificación normativa de separaciones entre viviendas según D.S. N°61 cap. 10.1.

### 5.2.2 Planos estructurales y de detallamiento (ref. 28 a 31)

- a. No hay antecedentes del tipo de conexión o anclaje para las barras  $\phi 10$  ubicados en los sobrecimientos, si el anclaje es embebido directo en el hormigón, según ACI318-08 cap. 12.2, o, si el anclaje es químico, según las especificaciones del fabricante del Epóxico.
- b. No hay antecedentes de verificación del anclaje de los conectores  $\phi 8$  en hormigón liviano que se ubican entre los pilares de acero 100x100x3 y el panel Fastwork cada 100 cm. Existe incertidumbre como podría materializarse el anclaje en el panel, específicamente para lograr que la perforación respectiva quede completamente llena con Epóxico, además de la capacidad mecánica de este anclaje.
- c. En plano E01, no hay un dibujo adecuado para el corte A. Al corte A le corresponde el detalle que se muestra para la F2 - Pilar 100x100x3.
- d. En plano E01, no hay un corte que muestre la fundación F2, sobre una zapata de ancho 40 cm.
- e. En plano E01, la calidad del hormigón de cimientos sin armar está mal indicado, ya que se señala un G15, sin embargo, en memorias de cálculo (ref.16,17 y 18) se indica G17.
- f. En plano E02, falta indicación de apoyo o conexión entre losa colaborante y ángulo 100x100x3 adosado a muro Fastwork. No se aclara si hay transferencia de corte desde la losa como diafragma hacia los muros.
- g. En el plano E04, en el "Detalle de anclaje Metalcon", falta indicaciones de soldaduras en la unión de viga 200x100x3 con pilar 100x100x3 y con ángulo L100x100x3.
- h. En plano E04, falta la verificación de la conexión de los conectores  $\phi 8 @ 50$  cm de calidad A36 en el panel Fastwork que se emplean en la unión de la pletina PL100x3 mm.
- i. En Plano E05, no hay antecedentes de la conexión de los conectores diagonales  $\phi 8$  entre los paneles Fastwork que se colocan uno sobre otro en vertical. La configuración de paneles apilados en vertical no cuenta con ensayos que den cuenta de su comportamiento.
- j. En plano E05, falta incorporar verificación y detalles de conexión de la barra  $\phi 10$  por encima del borde en la parte superior, que cruza todo el largo del muro Fastwork.
- k. En plano E05, en el detalle "Conector unión de paneles a sobrecimiento (elevación)", se indica un panel Fastwork de espesor 12 cm, pero debe ser espesor 9 cm.
- l. En los planos no hay indicaciones de soldadura para conformar la viga 200x100x3 a partir de los dos canales C200x50x3.
- m. No hay verificación de conexión de soldadura entre pilar discontinuo 100x100x3 y viga 200x100x3 (ver figura 4.).
- n. No hay detallamiento de la unión entre pilar 100x100x3 y viga 150x50x3. No hay antecedentes si este nudo transfiere esfuerzo de momento.

### 5.2.3 Antecedentes de Paneles Fastwork (ref. 1 a 15)

- a. Se detecta un uso no consistente con la práctica de la ingeniería, de emplear valores de capacidad máxima en rotura como valores admisibles para diseño.
- b. Se detecta incompatibilidad de resistencia al corte y compresión entre Ficha de seguridad Paneles de Hormigón Liviano (ref. 1) tabla punto 3. "Características del panel Fastwork" + Memoria descriptiva certificación (ref. 10), y, la memoria de cálculo de referencia para cálculos (ref. 7). Esta última considera un factor de seguridad de 3. A continuación de muestran las diferencias entre ambos documentos:

<b>Tabla 2: Valores para carga de corte</b>		
<b>Memoria de cálculo de referencia (ref. 7)</b>		<b>Ficha de seguridad Paneles de Hormigón liviano (ref. 1) + Memoria descriptiva certificación (ref. 10)</b>
Valor Neto promedio Pmax. (kg/m):	Valor Neto promedio Pprop. (kg/m):	Resistencia al corte máximo (Informe DICTUC N°976799):
1267.4	1155.6	1406
Valor admisible Pmax. (kg/m):	Valor admisible Pprop. (kg/m):	Sin información
422.4	385.2	Sin información

<b>Tabla 3: Valores para carga de compresión</b>		
<b>Memoria de cálculo de referencia (ref. 7)</b>		<b>Ficha de seguridad Paneles de Hormigón liviano (ref. 1) + Memoria descriptiva certificación (ref. 10)</b>
Valor Neto promedio Pmax. (kg/m):	Valor Neto promedio Pprop. (kg/m):	Resistencia a compresión máximo (Informe DICTUC N°976799):
17404.7	10301.0	17934.0
Valor admisible Pmax. (kg/m):	Valor admisible Pprop. (kg/m):	Sin información
5801.5	3433.5	Sin información

- c. Se detecta incompatibilidad de uso de los paneles Fastwork en el proyecto de viviendas, ya que el método de fijación de los paneles no corresponde al método de fijación que se usó en los ensayos con los que se obtuvo su aprobación. Ver Resolución Exenta N°1369, Anexo 1, punto 3.1 Ensayos Mecánicos (ref. 27).
- d. Se detecta diferencias en uso de acero A630-420H en las barras  $\phi 10$  verticales que van a lo largo del panel Fastwork, ya que en la Memoria descriptiva certificación (ref.10) se indica uso de acero calidad A44-28 o similar.
- e. Los paneles Fastwork tendrían un uso estructural si se detallaran de acuerdo con lo indicado en "INSTALACION FAST WORK ESTRUCTURAL 14-06-2012.pdf" (ref. 9). Como no se cumple esto en el actual proyecto, no deberían emplearse para conformar ejes de resistencia sísmica.
- f. En Ficha de seguridad Paneles de Hormigón Liviano (ref. 1), punto 4, pág. 3, se indica que el panel Fastwork ha sido diseñado para ser utilizado como "Muros Estructurales", sin embargo, esto debe entenderse dentro de lo autorizado por la DITEC, para edificaciones de 1 piso y aisladas. Ver ref. 14.
- g. No hay ensayos que justifiquen la conexión de paneles en vertical con anclajes de barras de acero insertadas dentro del núcleo.
- h. En el documento Memoria descriptiva certificación (ref.10), no hay información relativa al anclaje de los extremos de la barra de acero estriado que va en todo el eje longitudinal del canto de un panel Fastwork. No hay indicaciones del anclaje hacia sobrecimientos o losas o cadenas de hormigón armado.

#### 5.2.4 Suelo de fundación (ref. 19 a 21)

- a. Se detectan diferencias entre estratigrafía en Memorias de cálculo (ref. 16 a 18) y en el plano E01 (ref. 31), según se muestra en Informe visual de suelos (ref. 19 a 21)

Tabla 4: Tensiones admisibles por terreno.

Terreno	Calicatas ejecutadas por	Estrato para fundar	Tensiones admisibles
Graneros 31-37	GLL TIEFBAU (04/06/2025)	H-2 Arena limosa (Maicillo)	q_est = 1.5 kg/cm <sup>2</sup> q_sis = 1.9 kg/cm <sup>2</sup>
Graneros 150-156	Antipa Exploraciones (25/03/2025)	H-1 Arena limosa (Maicillo)	q_est = 1.5 kg/cm <sup>2</sup> q_sis = 1.9 kg/cm <sup>2</sup>
Graneros 180-186	GLL TIEFBAU (04/06/2025)	H-2 Arena limosa (Maicillo)	q_est = 1.5 kg/cm <sup>2</sup> q_sis = 1.9 kg/cm <sup>2</sup>

- b. Falta documento citado en Memoria de cálculo (ref. 16 a 18) titulado "INF\_SUELOS\_Muros\_El Olivar\_Viña del Mar\_R0." Y verificar tensiones de capacidad de soporte admisible en Memorias de cálculo, para el estrato de Arena limosa, ya que aparecen los valores: estático = 1,5 kg/cm<sup>2</sup> y sísmico = 1,9 kg/cm<sup>2</sup>, pero asignados al estrato H-4 Roca meteorizada.
- c. No hay antecedentes que justifiquen los valores de los parámetros del suelo para empujes indicados en el punto 7 de los informes visual de suelos.

### 5.2.5 Especificaciones técnicas (ref. 36)

- a. Se detecta inconsistencia entre lo indicado en el texto C 05 03 80 "Otro Muro Estructural Resistencia Vertical – Panel Fastwork e=90 mm [...]" y lo mostrado en plano ref. 8 "Detalle 3: Conector unión de paneles a sobrecimiento (elevación)", con respecto a los conectores inferiores en la base del panel.
- b. Se observa una inconsistencia en la especificación del hormigón para fundaciones. En el documento se indica el uso de hormigón G17 con resistencia mínima de 20 MPa; sin embargo, dicha resistencia corresponde a un hormigón G20.

## 4.3. Revisión en base al Análisis estructural

En la siguiente sección se aborda la revisión estructural de las viviendas a partir de un modelo de control computacional realizado por IDIEM, en el software de elementos finitos ETABS. Con ello, se obtuvieron los esfuerzos solicitantes para las cargas de servicio estáticas y dinámicas indicadas en la normativa chilena oficial y se contrastaron con las resistencias de los distintos elementos, principalmente los sismorresistentes.

### 4.3.1. Bases de cálculo y consideraciones

Las bases de cálculo descritas a continuación abarcan los criterios generales utilizados para el análisis estructural.

#### 4.3.1.1. Materiales

Las propiedades mecánicas de los materiales considerados en el análisis estructural son las indicadas a continuación en la Tabla 5.

Tabla 5. Propiedades mecánicas de los materiales.

Elemento	Propiedad	Símbolo	Valor	Unidad
Hormigón	Resistencia cilíndrica	f <sub>c</sub>	17	MPa
	Peso específico	γ <sub>c</sub>	2,5	tonf/m <sup>3</sup>
	Módulo de elasticidad	E <sub>c</sub>	19380	MPa
Acero de refuerzo para hormigón	Tensión de fluencia	f <sub>y</sub>	420	MPa
	Peso específico	γ <sub>s</sub>	7,85	tonf/m <sup>3</sup>
	Módulo de elasticidad	E <sub>s</sub>	210000	MPa
Acero Estructural A370-240ES	Tensión de fluencia	F <sub>y</sub>	240	MPa
	Tensión última	F <sub>u</sub>	370	MPa
	Módulo de elasticidad	E	210000	MPa
Metalcon	Tensión de fluencia	F <sub>y</sub>	275	MPa
	Tensión última	F <sub>u</sub>	360	MPa
	Módulo de elasticidad	E	210000	MPa

Placa Colaborante	Tensión de fluencia	Fy	255	MPa
	Tensión última	Fu	360	MPa
	Módulo de elasticidad	E	210000	MPa

#### 4.3.1.2. Paneles FastWork

En esta sección se presentan las propiedades mecánicas de los paneles FastWork, obtenidas a partir de los resultados de los ensayos realizados por DICTUC. Específicamente, se determinaron el módulo de elasticidad y el módulo de corte, debido que el panel no tiene un comportamiento isotrópico.

**Tabla 6.** Propiedades mecánicas de Paneles FastWork.

Elemento	Propiedad	Símbolo	Valor	Unidad
Panel FastWork	Módulo de Elasticidad	E	430000	tonf/m <sup>2</sup>
	Módulo de Corte	G	1500	tonf/m <sup>2</sup>
	Peso Específico	$\rho$	0.7	tonf/m <sup>3</sup>

#### 4.3.1.3. Definición de cargas y sobrecargas

Los tipos de carga que se consideraron en la verificación estructural son los indicados a continuación en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Tipos de carga.

Tipo de carga	Sigla
Cargas permanentes	D
Cargas de uso	L
Carga de Techo	Lr
Carga de Viento	W
Cargas sísmicas	E

##### Cargas permanentes (D)

Consisten en las cargas de peso propio presentes en la estructura más las cargas permanentes adicionales estacionarias. El valor de carga del peso propio se establece directamente mediante una cubicación de los elementos estructurales en los softwares en base a la materialidad. El detalle de las cargas adicionales consideradas para el edificio se presenta en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Cargas permanentes adicionales.

Carga	Valor [kgf/m <sup>2</sup> ]
Carga muerta adicional	100.0
Carga muerta OSB	7.7
Carga muerta de equipos	188.0

##### Cargas de uso (L)

Consisten en las cargas de ocupación de la estructura. Estas cargas de uso consideradas en el análisis estructural, de acuerdo con la normativa NCh 1537, corresponden a lo mostrado a continuación en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Carga de uso considerada presente actualmente.

Tipo de carga	Valor [kgf/m <sup>2</sup> ]
Habitacional	200

##### Cargas de techo (Lr)

Consisten en las cargas generadas sobre el techo durante la mantención o durante la vida útil de la estructura. La carga de uso uniformemente distribuida para techos con acceso sólo para mantención, según lo indicado en la tabla 4 de la norma NCh1537:2009, es de 65 kgf/m<sup>2</sup> con reducción por conceptos de pendiente y área tributaria.

### Cargas de viento (W)

Las solicitaciones por viento se obtienen conforme a las disposiciones de la norma NCh432. La presión básica predominante corresponde a 55 kgf/m<sup>2</sup>.

### Cargas sísmicas (E)

Las solicitaciones sísmicas se obtienen a partir de un análisis conforme a la norma NCh433 y sus respectivas modificaciones establecidas por el Decreto Supremo N°61. En la Tabla 10 se presentan los parámetros sísmicos generales considerados en el análisis que aplican a la estructura. Según la norma NCh433 el factor de modificación de la respuesta que aplica para esta estructura mixta en que la dirección transversal utiliza SCNT como sistema sismo resistente, razón por la cual se asigna R=2.

**Tabla 10.** Parámetros sísmicos usados en el análisis.

Parámetro	Categoría	Sigla	Valor
Zona sísmica	3	A <sub>0</sub> /g	0,4
Tipo de suelo	E	S	1,30
		T <sub>0</sub> [s]	1,20
		T' [s]	1,35
		n	1,80
		p	1,00
Categoría del edificio	II	I	1,00
Factor de modificación de respuesta	-	R	2,00
Coeficiente sísmico mínimo	-	C <sub>min</sub>	0,087
Coeficiente sísmico máximo	-	C <sub>max</sub>	0,468

#### 4.3.1.4. Análisis Sísmico

Para el análisis sísmico se empleó la metodología del análisis estático, a partir del cual se obtienen los desplazamientos y solicitaciones de la estructura.

#### 4.3.1.5. Método de verificación y combinaciones de carga

Para la verificación de los elementos de Metalcon y Panel FastWork se utilizó el método de tensiones admisibles, Allowable Strength Design (ASD). Para los elementos de acero estructural y hormigón armado se utilizó el método de diseño por resistencia, Load and Resistance Factor Design (LRFD). Las combinaciones de cargas consideradas corresponden a las indicadas en el Punto 9.2.1 de la norma NCh3171:2010 y se presentan en las Tabla 11 y 12.

**Tabla 11.** Factores de combinaciones de carga. (Método ASD).

Combinación	D	L	Lr	EX	EY	
1	1,0	--	--	--	--	
2	1,0	1,0	--	--	--	
3	1,0	--	1,0	--	--	
4	1,0	0,75	0,75	--	--	
ASD	5X	1,0	--	1,0	--	
	5Y	1,0	--	--	1,0	
	6bX	1,0	0,75	--	0,75	--
	6bY	1,0	0,75	--	--	0,75
	8X	0,6	--	--	1,0	--
	8Y	0,6	--	--	--	1,0

(\*) X corresponde a la dirección longitudinal de la estructura; Y a la dirección transversal. Las combinaciones con solicitación sísmica son analizadas en ambos sentidos para cada dirección.

**Tabla 12.** Factores de combinaciones de carga. (Método LRFD).

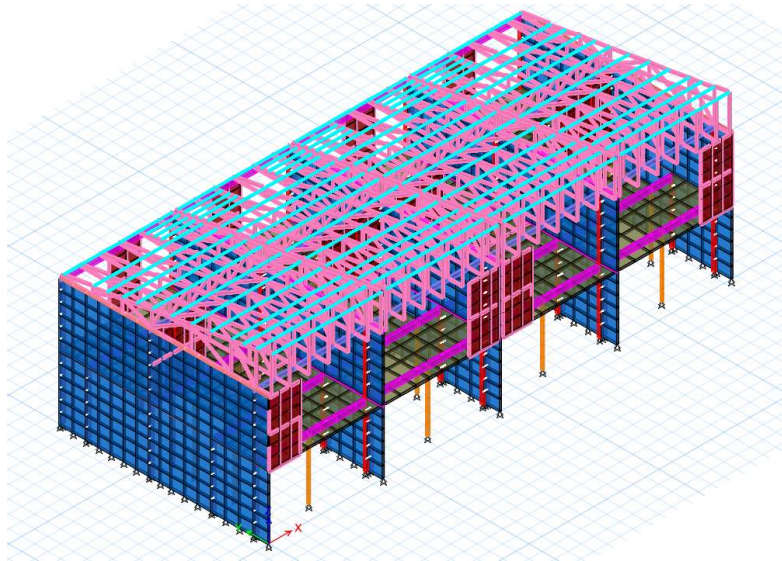
Combinación	D	L	Lr	EX	EY	
1	1,4	--	--	--	--	
2	1,2	1,6	0,5	--	--	
3a	1,2	1,0	1,6	--	--	
LRFD	5X	1,2	1,0	1,4	--	
	5Y	1,2	1,0	--	1,4	
	7X	0,9	--	--	1,4	--
	7Y	0,9	--	--	--	1,4

### 4.3.2. Modelo estructural

Para el análisis estructural de la vivienda, se elaboró un modelo de control tridimensional mediante el software computacional ETABS, modelando el sistema Cuatripareo completo. La estructura fue representada utilizando elementos lineales tipo Frame para pilares y vigas, y elementos tipo Shell para paneles y losas. La Figura 7 muestra el modelo computacional desarrollado.

Cada losa colaborante, soportada por los marcos de acero, fue modelada como un diafragma semirrígido independiente por vivienda. Asimismo, la losa colaborante se consideró como una losa en una dirección, por lo que se modificó su rigidez en el sentido del pareo de viviendas.

La estructura presenta un sistema híbrido de resistencia lateral en la dirección del pareo, conformado por marcos de acero y tabiques de Metalcon. De estos últimos, solo se consideraron como elementos resistentes laterales aquellos que cumplen con una razón de esbeltez 2:1 y que poseen al menos una plancha de OSB estructural, de acuerdo con lo indicado en el Manual de Metalcon CINTAC (ref. 26). En la modelación, los tabiques de Metalcon se representaron mediante elementos Shell. Por su parte, los tabiques de Metalcon que no cumplen estas condiciones no fueron considerados como parte del sistema de resistencia lateral y se incorporaron únicamente como carga muerta. En el modelo de control estructural, las columnas de acero estructural se consideraron simplemente apoyada en su base y rotuladas en unión viga-columna. En el caso de los muros de Metalcon y de los paneles FastWork, se adoptó una condición de apoyo fijo.



**Figura 7.** Modelo estructural computacional en ETABS.

### 4.3.3. Resultados globales del análisis sísmico

Del modelo estructural se obtuvieron los resultados sísmicos globales. Se realizaron dos procesos. Con el análisis estático se verificaron los esfuerzos y deformaciones, mientras que con el análisis dinámico se obtuvieron los periodos de la estructura. Los parámetros sísmicos del suelo, utilizados para el análisis, se presentaron previamente en la Tabla 9. Dichos parámetros incluyen la aceleración básica de diseño y otras características del suelo que afectan la respuesta sísmica de la estructura. El tipo de suelo considerado para efectos sísmicos fue tipo E.

### Resultados Sísmicos en Dirección X

```

-----
Peso Sísmico           : 64.18 [tonf]
Altura Total           : 6.25 [m]
Periodo Predominante   : 0.205 [s]
Factor de Rigidez      : 30.51 [m/s]
Corte Basal Mínimo     : 5.56 [tonf]           8.67 % P-Total
Corte Basal Máximo     : 30.04 [tonf]          46.80 % P-Total
Factor de reducción (R) : 2
Corte Basal Efectivo   : 30.04 [tonf]          46.80 % P-Total
Momento Volcante       : 58.98 [tonf·m]
Brazo de Palanca [Mb/Qb] : 2.90 [m]           46.43 % H-Total
Despl. de Techo (δx)   : 0.70 [cm]
    
```

En la Dirección perpendicular a la Solicitud :

```

-----
Corte Basal Efectivo   : 0.28 [tonf]           1.39 % Qb
Momento Volcante       : 0.67 [tonf·m]          1.13 % Mb
    
```

### Resultados Sísmicos en Dirección Y

```

-----
Peso Sísmico           : 64.18 [tonf]
Altura Total           : 6.25 [m]
Periodo Predominante   : 0.343 [s]
Factor de Rigidez      : 18.24 [m/s]
Corte Basal Mínimo     : 5.56 [tonf]           8.67 % P-Total
Corte Basal Máximo     : 30.04 [tonf]          46.80 % P-Total
Factor de reducción (R) : 2
Corte Basal Efectivo   : 30.04 [tonf]          46.80 % P-Total
Momento Volcante       : 85.29 [tonf·m]
Brazo de Palanca [Mb/Qb] : 2.84 [m]           45.40 % H-Total
Despl. de Techo (δy)   : 1.78 [cm]
    
```

En la Dirección perpendicular a la Solicitud :

```

-----
Corte Basal Efectivo   : 0.23 [tonf]           0.75 % Qb
Momento Volcante       : 0.74 [tonf·m]          0.87 % Mb
    
```

Parámetros Geométricos de la estructura

Nivel	A	W	W/A	Xg	Yg	H	Lx	Ly
[#]	[m <sup>2</sup> ]	[tonf]	[tonf/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
P2-D1	31.8	3.80	0.12	1.70	4.0	4.9	4.2	8.0
P2-D2	32.4	3.80	0.12	6.70	4.0	4.9	4.3	8.0
P2-D3	32.4	3.80	0.12	11.1	4.0	4.9	4.3	8.0
P2-D4	31.8	3.80	0.12	16.2	4.0	4.9	4.2	8.0
P1-D1	31.8	13.5	0.40	2.20	4.0	2.4	4.2	8.0
P1-D2	32.4	13.8	0.40	6.60	4.1	2.4	4.3	8.0
P1-D3	32.4	13.8	0.40	11.2	4.1	2.4	4.3	8.0
P1-D4	31.8	13.5	0.40	15.7	4.0	2.4	4.2	8.0

**Modos predominates en cada dirección Sísmica**

<b>Dirección X</b>			<b>Dirección Y</b>		
<b>Modo</b>	<b>Periodo</b>	<b>Mxx</b>	<b>Modo</b>	<b>Periodo</b>	<b>Myy</b>
10	0.205	29.12	1	0.343	74.45
5	0.256	27.21	3	0.338	22.05
11	0.181	13.45	9	0.217	1.46
4	0.317	10.64	2	0.339	0.93
6	0.25	7.64	7	0.24	0.27
7	0.24	5.33	16	0.054	0.25
2	0.339	2.65	6	0.25	0.16
8	0.233	2.41	12	0.148	0.15
13	0.126	0.78	8	0.233	0.14
15	0.085	0.47	5	0.256	0.08
9	0.217	0.16	14	0.105	0.05
3	0.338	0.12	4	0.317	0.01
1	0.343	0.0	11	0.181	0.0
12	0.148	0.0	10	0.205	0.0
14	0.105	0.0	13	0.126	0.0
16	0.054	0.0	15	0.085	0.0
SUMA		99.98	SUMA		100.0

- Nota: Se muestran los primeros 20 modos para cada dirección (de existir).  
La sumatoria de masa equivalente corresponde a la de todos los modos utilizados en el análisis.

En las siguientes tablas se muestran distribuciones de corte según lo obtenido por modelo computacional y según fórmula de norma NCh433.

Tabla con distribución de corte sísmicos en altura según 433.

Pisos	Z[m]	A [-]	P [tonf]	P*A [tonf]	F [tonf]	Corte [tonf]
CP2	4.88	0.71	11.4	8.06	10.3	10.3
CP1	2.44	0.29	54.4	15.93	20.4	30.8

**Resultados Globales: Esfuerzos Sismo X**

<b>Nivel</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>	<b>Momento Volcante</b>	<b>Momento Torsor</b>
[#]	[tonf]	[tonf-m]	[tonf-m]
P2	6	14	25
P1	30	87	63

**Resultados Globales: Esfuerzos Sismo Y**

<b>Nivel</b>	<b>Esfuerzo de Corte</b>	<b>Momento Volcante</b>	<b>Momento Torsor</b>
[#]	[tonf]	[tonf-m]	[tonf-m]
P2	6	14	53
P1	30	87	298

Tabla comparativa entre corte en altura entre análisis estático NCh433 y por coeficientes sísmicos en modelo computacional.

piso	Corte [tonf]		coeficientes/estático
	Estático	Coeficientes	
P2	10.3	6	58%
P1	30.8	30	97%

### 4.3.4. Verificación de elementos estructurales

Se verificó la capacidad nominal de los elementos estructurales más relevantes de las viviendas, incluyendo columnas, vigas, tabiques y losas, de acuerdo con los criterios de diseño establecidos.

Los resultados del análisis se presentan en función del factor de utilización (FU), definido como la relación entre la demanda y la capacidad resistente o admisible del elemento, la cual representa su nivel de sollicitación respecto de dicha capacidad. Por lo tanto, un elemento es capaz de resistir las sollicitaciones de diseño si se obtiene un FU menor o igual a 1.

Con el objetivo de resumir los principales resultados, se presentan, para cada tipo de elemento estructural, los 10 elementos con mayor nivel de sollicitación.

Adicionalmente se agrega diagrama de los nombres de los Pier y Frames más solicitados.

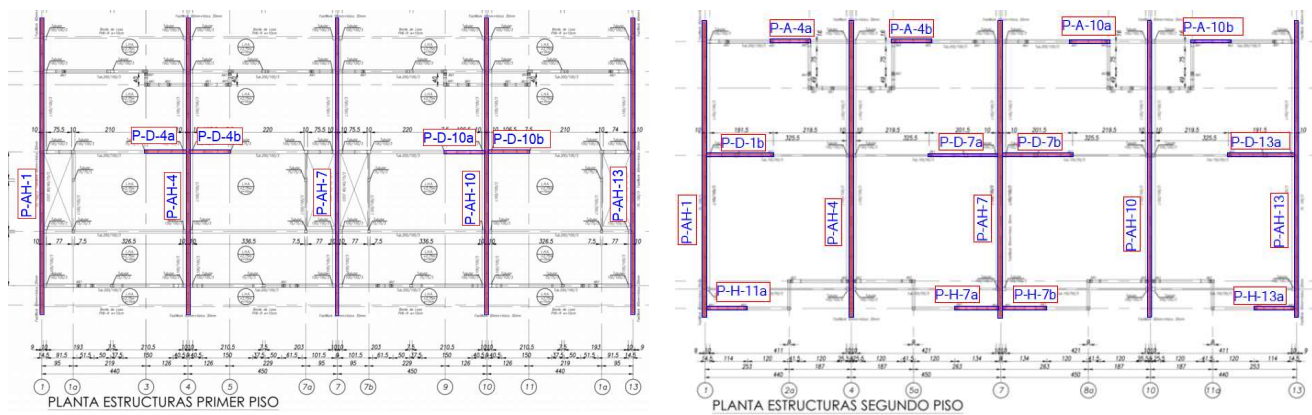


Figura XX. Planta cielo piso 1 y 2 notación de Pier

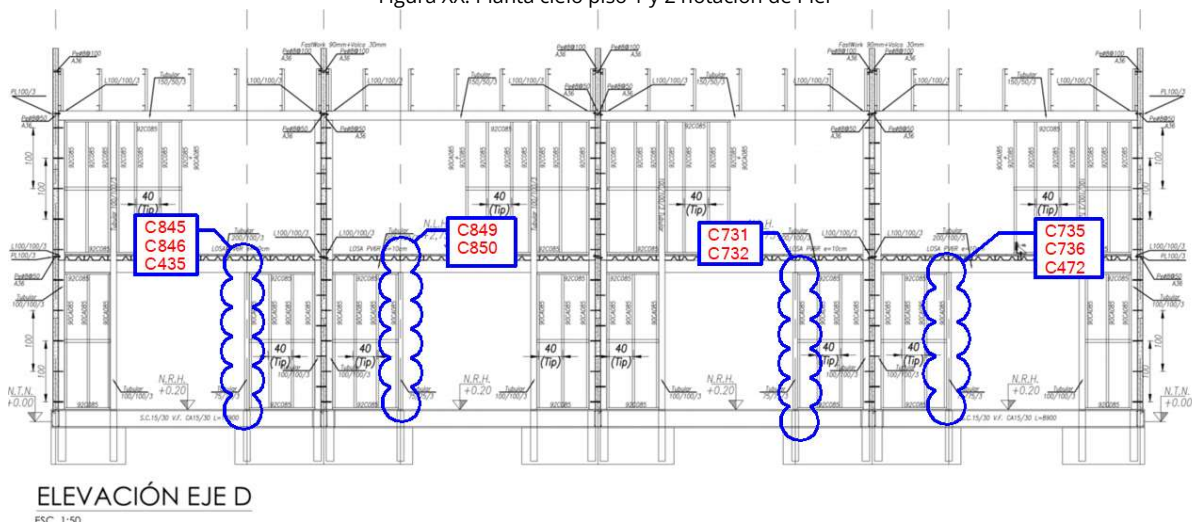


Figura 1. Elevación D notación de Frames

#### 4.3.4.1. Paneles FastWork

Las resistencias de los paneles Fastwork fueron obtenidas a partir de la memoria de cálculo "Memoria\_4770\_Rev\_06" (ref. 7), documento proporcionado por MINVU y adoptado como base para el presente análisis. De dicha memoria se extrajeron los valores de resistencia axial, a flexión y a corte utilizados en las verificaciones correspondientes.

**Tabla 13.** Resistencia muro tipo FastWork.

Tipo	Compresión [kgf/m]	Corte [kgf/m]	Flexión [kgf/m]
FastWork	5801	422	287

Las Tablas 14 y 15 presentan la verificación, en función del factor de utilización (FU) de los tabiques FastWork, respectivamente.

**Tabla 14.** Verificación al corte Paneles FastWork.

Piso	Pier	Solicitud Placa [tonf/m]	Resistencia Placa [tonf/m]	F.U. corte
P1	P-AH-7	0.84	0.42	2.00
P1	P-AH-10	0.84	0.42	2.00
P1	P-AH-4	0.84	0.42	1.99
P1	P-AH-13	0.61	0.42	1.44
P1	P-AH-1	0.61	0.42	1.44
P2	P-AH-7	0.18	0.42	0.42
P2	P-AH-10	0.17	0.42	0.39
P2	P-AH-4	0.17	0.42	0.39
P2	P-AH-13	0.11	0.42	0.27
P2	P-AH-1	0.11	0.42	0.26

**Tabla 15.** Verificación Axial Paneles FastWork.

Piso	Pier	Solicitud Placa [tonf/m]	Resistencia Placa [tonf/m]	F.U. axial
P1	P-AH-4	1.70	5.80	0.29
P1	P-AH-10	1.70	5.80	0.29
P1	P-AH-7	1.32	5.80	0.23
P1	P-AH-13	0.90	5.80	0.16
P1	P-AH-1	0.89	5.80	0.15
P2	P-AH-7	0.66	5.80	0.11
P2	P-AH-4	0.62	5.80	0.11
P2	P-AH-10	0.61	5.80	0.10
P2	P-AH-13	0.46	5.80	0.08
P2	P-AH-1	0.44	5.80	0.08

De acuerdo con la revisión estructural realizada, los paneles tipo Fastwork no cumplen con las solicitudes de diseño, presentando incumplimientos principalmente frente a esfuerzos de corte. Adicionalmente, las conexiones asociadas a estos elementos no cuentan con antecedentes suficientes para evaluar su comportamiento estructural.

#### 4.3.4.2. Muros de Metalcom

La determinación de la resistencia de los muros de sistema Metalcon se realizó considerando la contribución diferenciada de sus componentes estructurales. Por una parte, la resistencia a cargas laterales (esfuerzos de corte) es provista principalmente por el revestimiento de placas de OSB, mientras que la resistencia a cargas verticales y su interacción flexo-compresiva es asumida por los perfiles de Metalcom. La verificación de ambas condiciones se llevó a cabo mediante el uso de tablas en función de las características geométricas y de configuración de cada elemento.

Resistencia de los perfiles de muros.

Viento 107 (km/hr)		Carga axial admisible de compresión [kgf]		
Altura [m]	S [cm]	Perfiles		
		C 2x4x0,85p	C 2x4x1,0p	C 2x6x0,85p
2,00	30	1306	1645	1368
	40	1306	1645	1368
	60	1288	1645	1368
2,20	30	1283	1610	1349
	40	1283	1610	1349
	60	1158	1543	1314
2,40	30	1256	1567	1328
	40	1205	1567	1328
	60	1020	1373	1190
2,60	30	1187	1521	1304
	40	1083	1423	1256
	60	882	1203	1061
2,80	30	1083	1403	1261
	40	961	1289	1143
	60	748	1036	930
3,00	30	968	1258	1155
	40	840	1119	1027
	60	621	880	801

Tabla 16. Resistencias de perfiles.

Exteriores		kgf	kgf	kgf
Altura	espaciamento	90CA085	90CA10	100CA085
2.6	40	1083	1423	1256

Resistencia al corte de la placa de OSB.

Capacidad admisible por corte de muros revestido por placas de madera [kgf/m]			
Tipo de revestimiento	Solicitación	Capacidad Nominal	Capacidad Admisible FS = 2,5
Contrachapado de 15/32" por un lado	Viento	1585	634
	Sismo	1160	464
OSB de 7/16" por un lado	Viento	1354	542
	Sismo	1042	417

Tabla 17. Resistencias de placa de OSB 11.1

OSB 11.1	Kgf/m
viento	542
sismo	417

Las Tablas 18 y 19 presentan la verificación, en función del factor de utilización (FU) de los Muros de Metalcom, respectivamente.

Tabla 18. Verificación al corte Placa OSB.

Piso	Pier	Solicitación Placa [tonf/m]	Resistencia Placa [tonf/m]	F.U. corte
P1	P-D-4b	2.27	0.42	5.44
P1	P-D-10b	2.27	0.42	5.44
P1	P-D-10a	2.26	0.42	5.43
P1	P-D-4a	2.25	0.42	5.40
P2	P-D-7b	0.43	0.42	1.03
P2	P-D-7a	0.43	0.42	1.02
P2	P-D-1b	0.39	0.42	0.94
P2	P-D-13a	0.39	0.42	0.94
P2	P-A-10a	0.25	0.42	0.59
P2	P-A-4b	0.25	0.42	0.59
P2	P-A-4a	0.24	0.42	0.59
P2	P-A-10b	0.24	0.42	0.58
P2	P-H-7b	0.11	0.42	0.27
P2	P-H-7a	0.11	0.42	0.27

P2	P-H-11a	0.10	0.42	0.24
P2	P-H-13a	0.10	0.42	0.24

**Tabla 19.** Verificación axial de perfiles.

Piso	Pier	Solicitación Placa [tonf/m]	Resistencia Placa [tonf/m]	F.U. Axial
P1	P-D-4a	3.80	1.08	3.51
P1	P-D-10b	3.75	1.08	3.46
P1	P-D-4b	3.74	1.08	3.45
P1	P-D-10a	3.74	1.08	3.45
P2	P-D-7b	0.23	1.08	0.21
P2	P-D-7a	0.23	1.08	0.21
P2	P-D-1b	0.21	1.08	0.20
P2	P-D-13a	0.21	1.08	0.19
P2	P-A-10a	0.15	1.08	0.14
P2	P-A-4b	0.15	1.08	0.14
P2	P-A-10b	0.15	1.08	0.14
P2	P-H-7b	0.14	1.08	0.13
P2	P-A-4a	0.14	1.08	0.13
P2	P-H-7a	0.13	1.08	0.12
P2	P-H-13a	0.09	1.08	0.08
P2	P-H-11a	0.09	1.08	0.08

De acuerdo con la revisión estructural realizada, los muros de sistema Metalcon no cumplen con las solicitaciones de diseño, presentando factores de utilización (F.U.) superiores a 1,0, frente a esfuerzos de corte y compresión. Esta condición se explica debido a que dichos muros constituyen el único sistema resistente en la dirección longitudinal, concentrando la totalidad de las solicitaciones sísmicas en ese eje, lo que genera una sobredemanda estructural respecto de su capacidad resistente.

#### 4.3.4.3. Elementos de Acero

La resistencia nominal de los perfiles de acero se presenta en la tabla 20.

**Tabla 20.** Resistencias de perfiles de acero.

Resistencia Perfil	Tracción Tipo	Corte V2 [tonf]	Corte V3 [tonf]	Compresión [tonf]	Flexión M2 [tonf m]	Flexión M3 [tonf m]	
75x75x3	Columna	18.52	5.47	5.47	9.65	0.42	0.42
100x100x3	Columna	25.11	7.45	7.45	17.57	0.78	0.78
150x50x3	Viga	25.11	3.49	11.42	4.31	0.46	0.88
200x100x3	Viga	38.33	7.45	15.38	21.81	1.40	2.04

A continuación, se presenta la verificación de las columnas, en las Tablas 21 y 22, y de las vigas, en las Tablas 23 y 24.

**Tabla 21.** Verificación columnas 75x75x3.

[]75x75x3	Axial			Momento			F.U. combinada
	Solicitación [tonf]	Resistencia [tonf]	F.U.	Solicitación [tonf*m]	Resistencia [tonf*m]	F.U.	
C845	-16.55	9.65	1.71	0.10	0.42	0.24	1.93
C735	-16.40	9.65	1.70	0.10	0.42	0.24	1.92
C849	-16.33	9.65	1.69	0.10	0.42	0.24	1.91
C731	-16.31	9.65	1.69	0.10	0.42	0.24	1.91
C846	-13.33	9.65	1.38	0.10	0.42	0.24	1.60
C736	-13.18	9.65	1.37	0.10	0.42	0.24	1.58
C850	-13.10	9.65	1.36	0.10	0.42	0.24	1.57
C732	-13.08	9.65	1.36	0.10	0.42	0.24	1.57
C435	-10.29	9.65	1.07	0.10	0.42	0.23	1.28
C472	-10.12	9.65	1.05	0.10	0.42	0.23	1.26

**Tabla 22.** Verificación columnas 100x100x3.

[]100x100x3	Axial			Momento			F.U. combinada
	Solicitación [tonf]	Resistencia [tonf]	F.U.	Solicitación [tonf*m]	Resistencia [tonf*m]	F.U.	
C841	-16.06	17.57	0.91	0.12	0.78	0.16	1.05
C561	-16.03	17.57	0.91	0.12	0.78	0.16	1.05
C556	-16.03	17.57	0.91	0.12	0.78	0.16	1.05
C837	-16.02	17.57	0.91	0.12	0.78	0.16	1.05
C679	-1.38	17.57	0.08	0.08	0.78	0.10	0.98
C842	-12.63	17.57	0.72	0.14	0.78	0.18	0.93
C557	-12.60	17.57	0.72	0.14	0.78	0.18	0.93
C562	-12.60	17.57	0.72	0.14	0.78	0.18	0.93
C838	-12.59	17.57	0.72	0.14	0.78	0.18	0.93
C667	-1.35	17.57	0.08	0.08	0.78	0.10	0.92

**Tabla 23.** Verificación Viga 150x50x3.

[]150x50x3	Axial			Momento			F.U. (*) (**)	Corte			
	Solicitación [tonf]	Resistencia [tonf]	F.U.	Solicitación [tonf*m]	Resistencia [tonf*m]	F.U.		[]150x50x3	Solicitación [tonf]	Resistencia [tonf]	F.U.
B10	0.02	4.31	0.01	0.24	0.88	0.27	0.50	B12	2.24	11.42	0.20
B13	0.03	4.31	0.01	0.24	0.88	0.27	0.47	B24	2.23	11.42	0.20
B12	-1.37	4.31	0.32	0.10	0.88	0.11	0.47	B9	2.23	11.42	0.20
B24	-1.39	4.31	0.32	0.10	0.88	0.11	0.43	B59	2.20	11.42	0.19
B516	-0.21	4.31	0.05	0.36	0.88	0.40	0.42	B11	1.42	11.42	0.12
B515	-0.17	4.31	0.04	0.36	0.88	0.40	0.42	B23	1.42	11.42	0.12
B480	-0.16	4.31	0.04	0.35	0.88	0.39	0.41	B46	1.37	11.42	0.12
B479	-0.20	4.31	0.05	0.35	0.88	0.39	0.41	B4	1.36	11.42	0.12
B514	-0.14	4.31	0.03	0.33	0.88	0.37	0.39	B17	1.13	11.42	0.10
B527	-0.08	4.31	0.02	0.32	0.88	0.37	0.38	B20	1.13	11.42	0.10

**Tabla 24.** Verificación Viga 200x100x3.

[]200x100x3	Axial			Momento			F.U. (*) (**)	Corte			
	Solicitación [tonf]	Resistencia [tonf]	F.U.	Solicitación [tonf*m]	Resistencia [tonf*m]	F.U.		[]200x100x3	Solicitación [tonf]	Resistencia [tonf]	F.U.
B879	-1.18	21.81	0.05	1.03	2.04	0.50	0.54	B869	2.64	15.38	0.17
B889	-1.04	21.81	0.05	1.02	2.04	0.50	0.53	B847	2.64	15.38	0.17
B888	-1.03	21.81	0.05	1.01	2.04	0.50	0.53	B845	2.63	15.38	0.17
B419	-1.17	21.81	0.05	1.00	2.04	0.49	0.52	B871	2.63	15.38	0.17
B869	-0.53	21.81	0.02	0.92	2.04	0.45	0.49	B879	2.14	15.38	0.14
B847	-0.37	21.81	0.02	0.92	2.04	0.45	0.49	B889	2.11	15.38	0.14
B871	-0.35	21.81	0.02	0.92	2.04	0.45	0.48	B888	2.09	15.38	0.14
B845	-0.49	21.81	0.02	0.92	2.04	0.45	0.48	B419	1.98	15.38	0.13
B719	-0.86	21.81	0.04	0.64	2.04	0.32	0.34	B903	1.44	15.38	0.09
B470	-0.23	21.81	0.01	0.65	2.04	0.32	0.34	B908	1.43	15.38	0.09

(\*) formula de F.U. combinado  $\rightarrow F.U_{axial} > 0.2$   $F.U_{axial} + 8 / 9 (F.U_{M3} + F.U_{M2})$   
 $F.U_{axial} < 0.2$   $F.U_{axial} / 2 + (F.U_{M3} + F.U_{M2})$

(\*\*) Debidos a las bajas solicitaciones de torsión, no se considera la combinación entre flexión y corte.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las columnas con perfil 100x100x3 y las vigas cumplen con la resistencia requerida. En cambio, las columnas con perfil 75x75x3 no cumplen con la resistencia necesaria frente a las demandas analizadas. Cabe señalar que estos elementos se ubican principalmente en el eje D, el cual corresponde al único eje válido en la dirección longitudinal que dispone de elementos capaces de resistir las cargas sísmicas.

#### 4.3.4.4. Conexiones viga-columna en marcos de acero

Para efectos del modelamiento estructural, la unión en cuestión no fue considerada como resistente a momento, adoptándose un comportamiento tipo articulado. Esta decisión se fundamenta en la configuración atípica de la conexión, la cual no corresponde a un detalle estandarizado ni cuenta con antecedentes técnicos que permitan garantizar una adecuada transmisión de momentos.

#### 4.3.4.5. Losa colaborante

Se verificó la resistencia a flexión de las losas colaborantes de hormigón armado del cielo del piso 1. A continuación, en la Figura 8 se presentan los resultados correspondientes a los momentos positivos y negativos. Cabe señalar que la losa fue considerada trabajando únicamente en la dirección M22.

El momento positivo fue verificado mediante el uso de tablas de diseño, mientras que el momento negativo se verificó considerando el comportamiento de la losa como losa maciza.

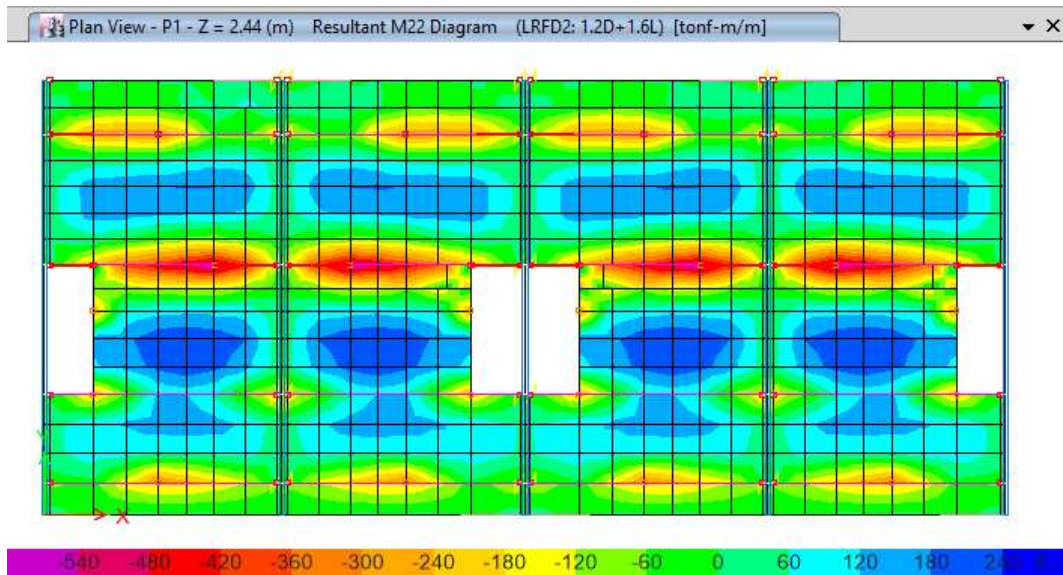


Figura 8. Resultados del análisis de las losas colaborante de hormigón armado del piso 1.

La combinación LRF2 es la que controla la verificación de las losas. Los resultados del factor de utilización de las losas para esta combinación de carga se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25. Resultados de análisis a flexión de losas colaborante de hormigón armado.

Piso	Momento M22 (-) (tonf m)	$\phi M_n$ M22 (-) (tonf m)	FU M22 (-)
Piso1	0.54	0.66	0.82

Para la verificación de la placa de acero tipo PV6-R se utilizó la sobrecarga admisible indicada por el fabricante:

Espesor Hormigón (cm)	SOBRECARGA ADMISIBLE LOSA COMPUESTA (kg/m <sup>2</sup> ) (1)								
	Separación entre apoyos (m)								
	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
5,0	988	737	558	425	324	224	-	-	-
6,0	1164	871	662	507	389	297	213	-	-
7,0	1356	1018	776	597	461	355	271	201	-
8,0	1564	1177	901	696	540	419	323	245	182
9,0	1693	1274	975	753	584	453	349	265	196
10,0	1803	1356	1036	800	620	480	369	279	206

(1): Para que los valores de esta tabla sean válidos, deberá satisfacerse una fuerza cortante de 3.132 kg/m, lo que es equivalente a colocar 2 pernos conectores (de resistencia mínima 1.570kg) por metro. Las sobrecargas admisibles son las mínimas de las obtenidas por flexión, deflexión (L/360) y corte, según lo dispuesto en el SDI. Hormigón: H25.

La placa de acero tipo PV6-R resiste una sobrecarga máxima de 558 kgf/m<sup>2</sup>. Considerando que en el análisis se adoptó una sobrecarga de 200 kgf/m<sup>2</sup>, se verifica que este elemento cumple con la capacidad indicada por el fabricante.

Las distancias máximas admisibles para la placa se presentan en la siguiente tabla:

CONTROL DE DEFORMACIONES Y CONDICIONES DE SERVICIO <sup>(2)</sup>			
Espesor Total (Placa + Hormigón) (cm)	Distancia Máxima entre Apoyos <sup>(3), (4)</sup> (cm)		
10	220	270	320
11	242	297	352
12	264	324	-
13	286	351	-
14	308	378	-
15	330	-	-

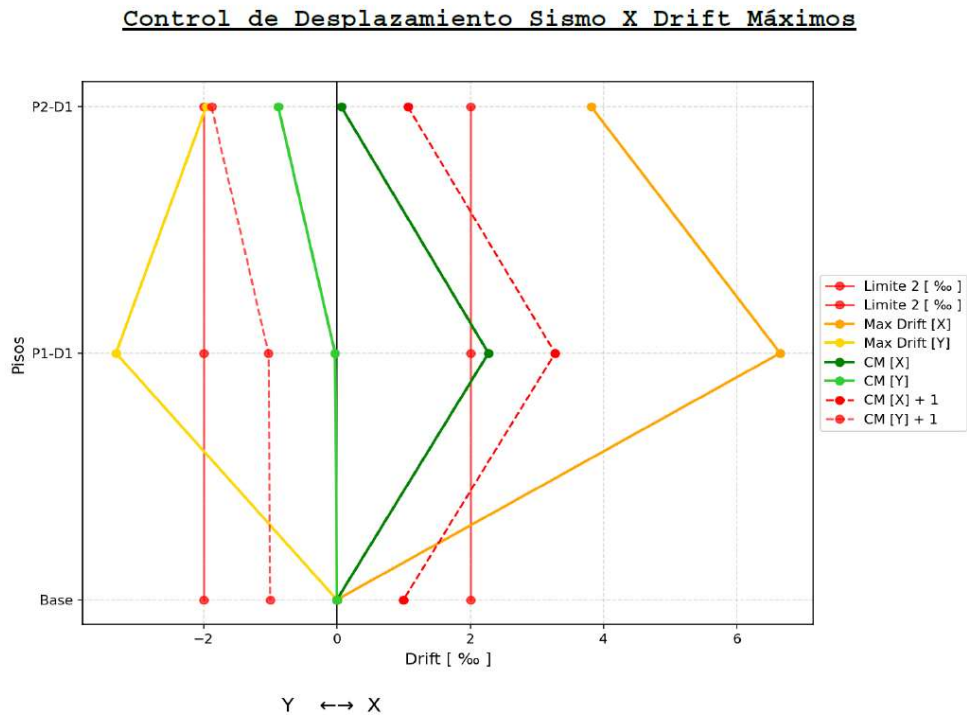
(2): Los valores detallados corresponden a los criterios del Steel Deck Institute y deberán utilizarse a menos que se realice un análisis más exhaustivo.  
 (3): La capacidad estructural de la Placa Colaborante debe verificarse para la luz de diseño, según las sobrecargas de uso indicadas en las Tablas de Carga.  
 (4): Para que la placa funcione con tramos continuos, se requiere armadura superior en los apoyos intermedios a definir por el ingeniero calculista del proyecto.

De acuerdo con lo indicado en la tabla, la placa puede disponer de una luz máxima de 3,2 m, condición que se cumple en todos los vanos considerados.

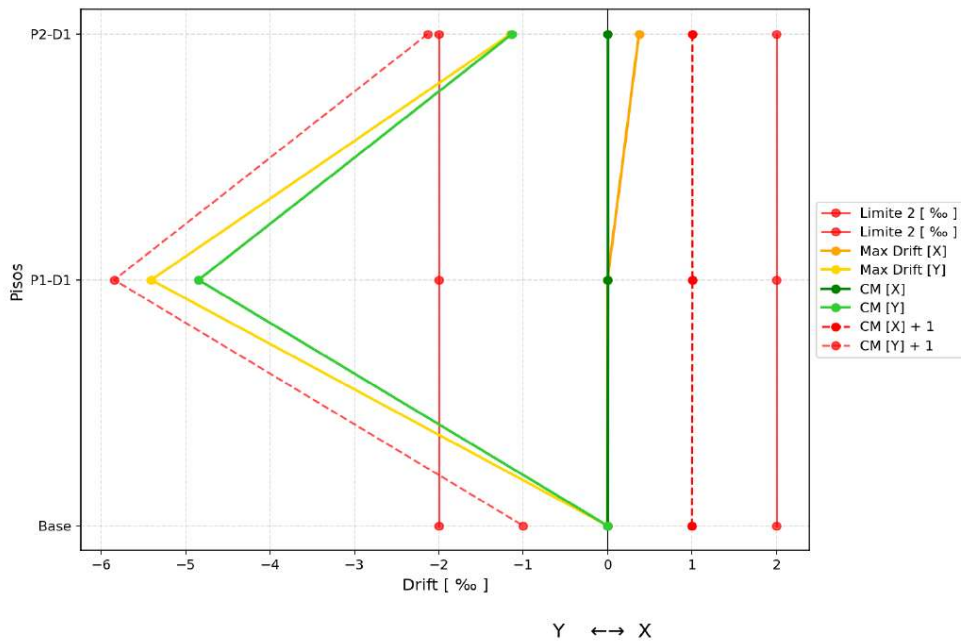
### 4.3.5. Verificación de deformaciones sísmicas

Se calcularon las derivas de entrepiso de la estructura con el objetivo de verificar el cumplimiento de los límites normativos establecidos en la NCh433.Of96 Mod. 2009 + D.S N°61. En las figuras siguientes se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis con el método estático para cada diafragma asignado D1 a D4.

Diafragma 1

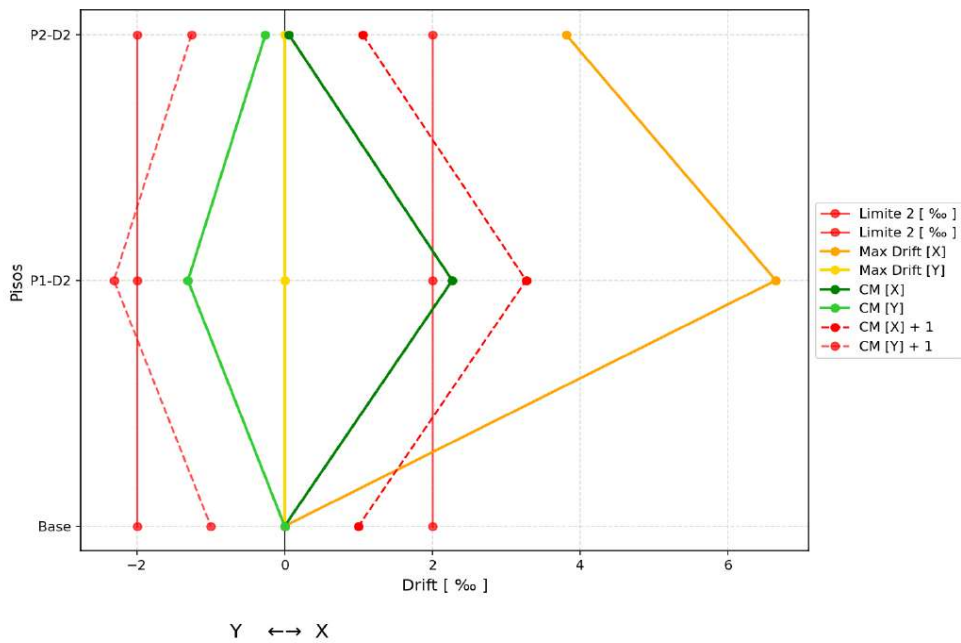


**Control de Desplazamiento Sismo Y Drift Máximos**

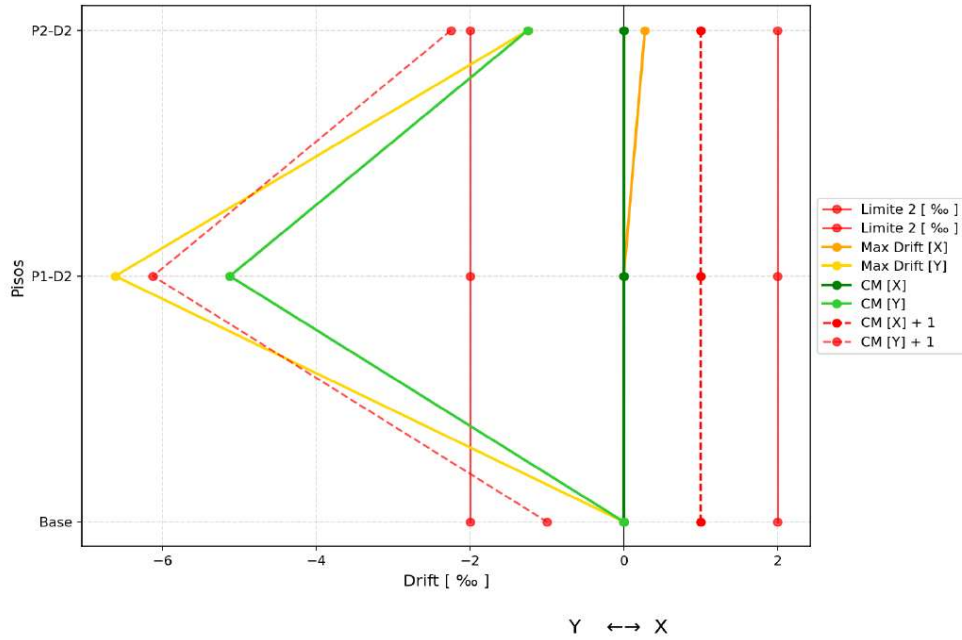


Diafragma 2

**Control de Desplazamiento Sismo X Drift Máximos**

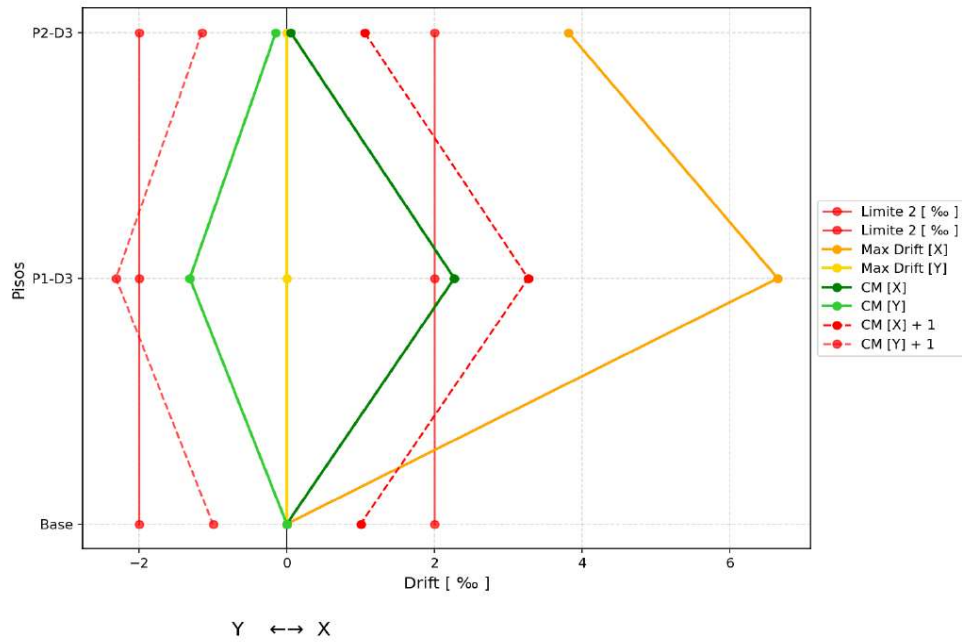


**Control de Desplazamiento Sismo Y Drift Máximos**

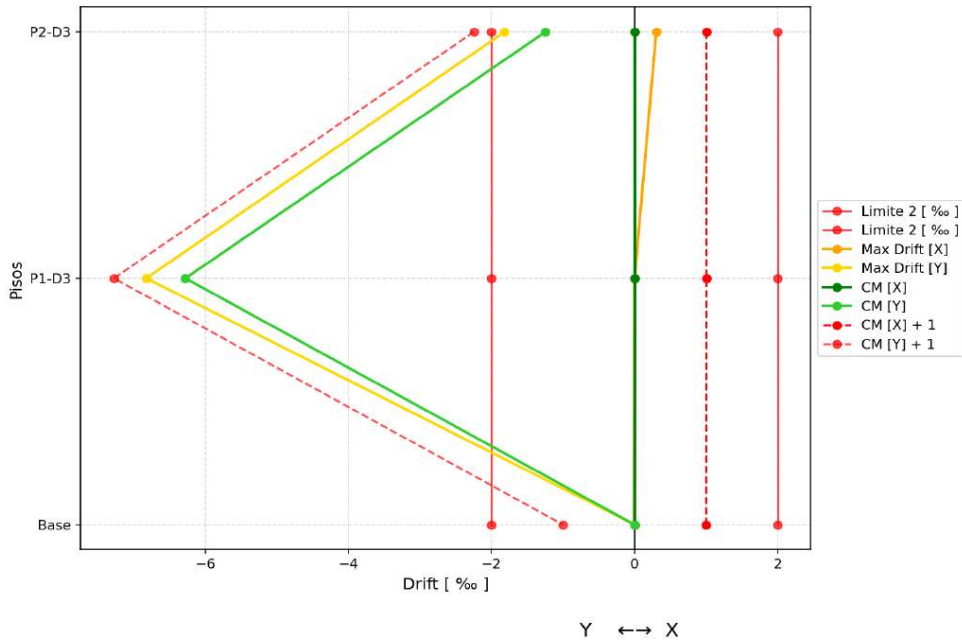


Diafragma 3

**Control de Desplazamiento Sismo X Drift Máximos**

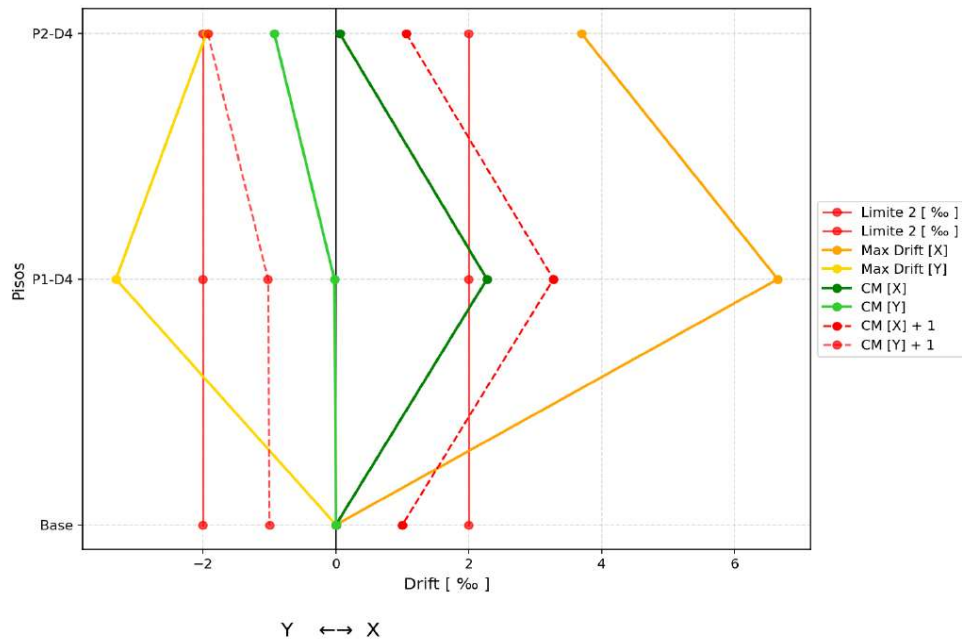


**Control de Desplazamiento Sismo Y Drift Máximos**

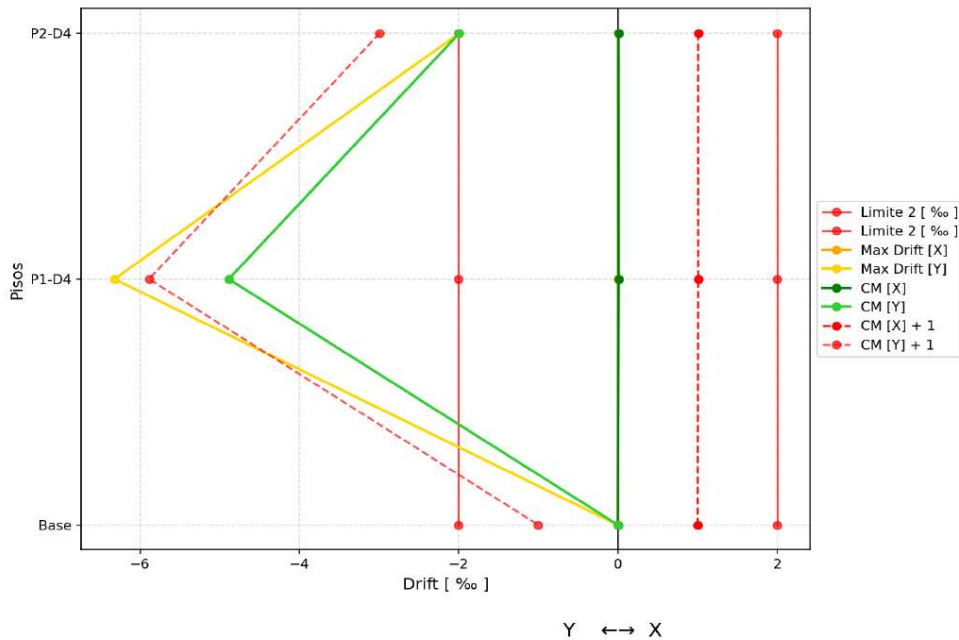


Diafragma 4

**Control de Desplazamiento Sismo X Drift Máximos**



### Control de Desplazamiento Sismo Y Drift Máximos



Los resultados del análisis con el método estático muestran que se supera la deformación entre piso normativa en ambos pisos, para sismos en dirección X e Y.

#### 4.3.6. Verificación de tensión admisible del suelo

Se analizaron las fundaciones de la vivienda y las tensiones se encuentran dentro de los límites admisibles y los porcentajes de apoyo dentro del límite normativo.

#### 4.3.7. Verificación Muros de contención

Se revisaron los muros de contención. Se encontraron cuantías insuficientes para soportar los empujes del suelo, según los valores de coeficientes activo, pasivo, sísmico, etc. señalados en los documentos ref. 19 a 21. y en la memoria de cálculo, en los siguientes muros:

- Muros de contención h=280 cm (Graneros 180-186). Cuantía acero cara interna muro. Cuantía acero cara superior zapata-talón e=35 cm.
- Muros de contención h=170 cm (Graneros 31-37). Cuantía acero cara interna muro.

Adicionalmente, no hay suficiente claridad de la extensión del hormigón pobre escalonado que se ve como un puntal de apoyo para los muros. Tampoco hay claridad sobre la conexión superior entre los muros de contención y las zapatas de la vivienda.

## 6. Factibilidad técnica de reforzamiento

Del análisis anterior se puede concluir que la vivienda tiene insuficiencias estructurales en cuanto a resistencia y deformaciones. Aun así, es posible reforzar el sistema estructural, no considerando la rigidez de los paneles FastWork e incorporando un nuevo sistema de resistencia lateral en dirección transversal. Del mismo modo, en sentido longitudinal se pueden incorporar riostras de acero que refuercen y apoyen el sistema existente de Metalcon.

Para reforzar el sistema constructivo de las viviendas de modo que cumpla con la normativa se pueden realizar los siguientes cambios a nivel conceptual:

N°	Situación actual	Reforzamiento
1	La vivienda presenta problemas en la utilización de paneles Fastwork con responsabilidad estructural. Los paneles no tienen la aprobación para su empleo con la disposición en que se presentan en los planos del proyecto.	Incorporar un sistema de reforzamiento que trabaje para tomar las cargas sísmicas en sentido transversal. Este sistema puede corresponder a una configuración de arriostramientos vertical de acero. Una posible solución se muestra en la figura 9.
2	La vivienda presenta problemas de estructuración en la dirección longitudinal (dirección X), debido a la falta de elementos resistentes efectivos para tomar las solicitaciones sísmicas. Solo el eje D está trabajando por medio de los paneles de Metalcon con placa OSB.	Incorporar en los ejes B y G, elementos resistentes para tomar las solicitaciones sísmicas. Por ejemplo, en el eje G incorporar paneles de Metalcon con placa OSB que cumplan con el dimensionamiento apropiado para ser considerados en la resistencia lateral de fuerzas sísmicas. Por otro lado, en el eje B se puede incorporar arriostramiento metálico en X. De esta manera se mejorará la redundancia estructural. Una posible solución se muestra en las figuras 10 y 11.
3	La estructura supera los límites normativos de deformación de entrepiso en cielo piso 2° para sismo X en dirección X (longitudinal). Particularmente esto se debe a la deformación fuera del plano del panel Fastwork.	Incorporar elementos de arriostramiento horizontal y puntales, en cielo piso 2° para disminuir la deformación fuera del plano del panel Fastwork. Una posible solución de estos arriostramientos se muestra en la figura 12.

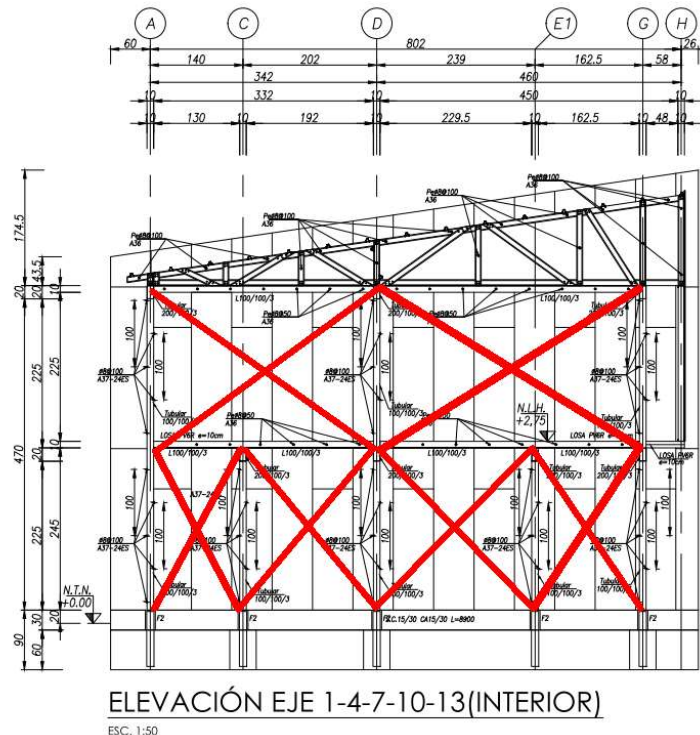


Figura 9. Configuración de arriostamiento vertical en los ejes con paneles Fastwork.

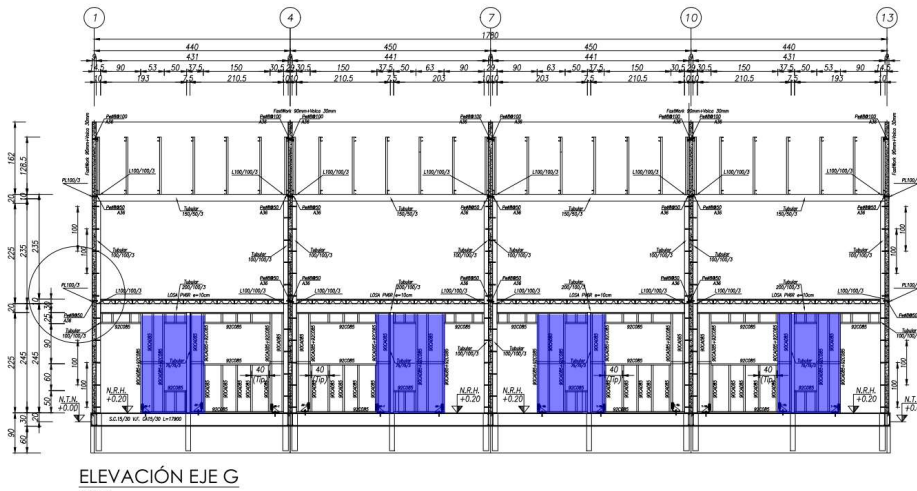


Figura 10. Eje G incorporación de elementos de Metalcon (en color azul).

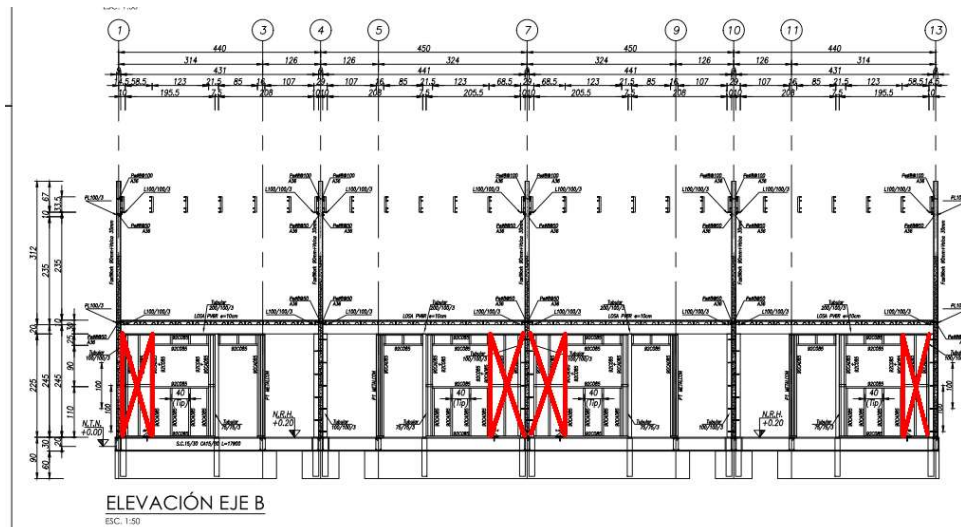


Figura 11. Eje B, incorporación de arriostamiento metálico.

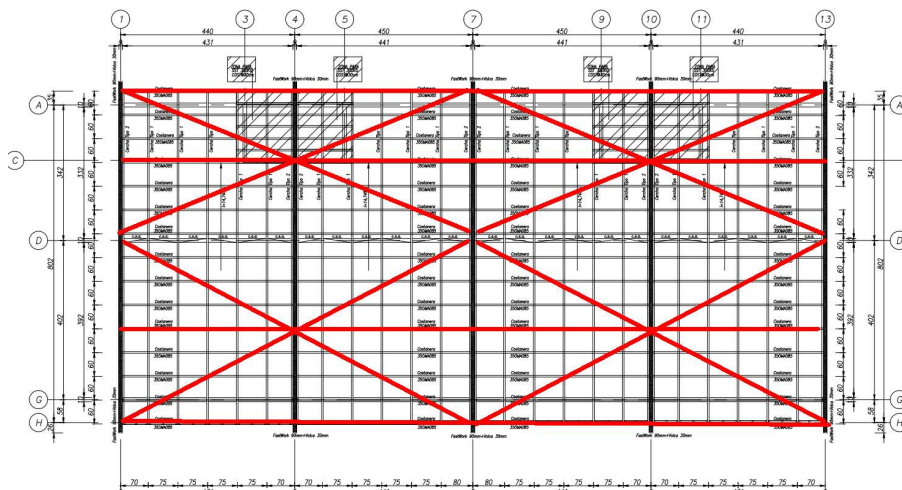


Figura 12. Cielo piso 2º, incorporación de puntales y arriostamientos (en color rojo).

## 7. Conclusiones

### 7.1 Revisión del proyecto de cálculo estructural

Se realizó la revisión de los planos estructurales, memoria de cálculo y especificaciones técnicas del proyecto, proporcionados por el MINVU de la Vivienda Pareada Tipo A1 del loteo El Olivar, comuna de Viña del Mar, y en términos generales se tienen las siguientes conclusiones:

- En cuanto a los muros divisorios compuestos por paneles Fastwork de la vivienda Pareada Tipo A1 del loteo El Olivar, no cumplen con las condiciones que se indican en los certificados emitidos por la DITEC, que aprobaron el sistema constructivo denominado Paneles Fastwork en los años 2012 y 2017.
- El número de pisos de la vivienda, la geometría de los paneles, su estructuración en conjunto con los marcos de acero y el detallamiento de sus anclajes, tampoco corresponden a lo especificado en la documentación técnica que la empresa proveedora de los paneles presentó para recibir la aprobación de su sistema de Paneles Fastwork.
- En los planos de cálculo la vivienda Pareada Tipo A1 del loteo El Olivar no cumple con algunos aspectos de la normativa oficial en cuanto a su estructuración, deformaciones y detallamientos.

A continuación, se resumen las principales observaciones:

Tipo	Resumen de observaciones principales
Paneles FastWork	Los paneles tipo FastWork no cumplen con las solicitaciones de diseño, presentando incumplimientos frente a esfuerzos de corte. Adicionalmente, las conexiones asociadas a estos elementos no cuentan con antecedentes suficientes para evaluar su comportamiento estructural.
	El diseño de la estructura no cumple con el procedimiento y criterios de cálculo contenidos en el "Informe de cálculo estructural Vivienda Social" (ref. 7), que considera el promedio y un factor de seguridad 3 para establecer los valores de cargas admisibles de diseño, según Resolución Exenta N°1369 (ref. 27), Anexo 1, punto 4.2 Definición de Requisitos Mínimos de Resistencia y Cálculo del Sistema, desarrollado por la propia empresa fabricante de los paneles Fastwork. En efecto se observa la utilización de valores de capacidad máxima en rotura (estado límite último) como valores admisibles para diseño (estado límite de servicio), lo que es incorrecto.
	No se cumple con la aplicación aprobada de los paneles Fastwork por la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC). La aprobación por parte de este organismo se ha dado en configuraciones de uso para casas de 1 piso y aisladas (ref. 14 y 15).
	No se tiene antecedentes de la carta de compromiso para el cumplimiento del artículo 8° de la Resolución exenta N°01369 (Ref. 27) "Todo aquel que cuente con la aprobación de un Sistema Constructivo No Tradicional por parte de la DITEC, podrá autorizar a terceros el desarrollo de proyectos que apliquen dicho sistema constructivo, para lo cual deberá suscribir una carta compromiso mediante la cual se comprometa a otorgar las asesorías necesarias para el correcto desarrollo y ejecución del SCNT, y el tercero a su vez se comprometa a cumplir estrictamente con las especificaciones de dicho sistema".
Tabiques de Metalcon	Los tabiques de sistema Metalcon no cumplen con las solicitaciones de diseño, presentando factores de utilización (F.U.) superiores a 1,0, frente a esfuerzos de corte y compresión. Esta condición se explica debido a que dichos tabiques constituyen el único sistema resistente en la dirección longitudinal, concentrando la totalidad de las solicitaciones sísmicas en ese eje, lo que genera una sobredemanda estructural respecto de su capacidad resistente.
	Los tabiques de Metalcon no cumplen con el criterio de uso como elementos resistentes de fuerzas sísmicas según ref. 26 en punto 1.5.2.1.
Pilar 75x75x3	Perfil 75x75x3 no cumplen con la resistencia necesaria frente a las demandas analizadas. Estos elementos se ubican principalmente en el eje D, el cual corresponde al único eje válido en la dirección longitudinal que dispone de elementos capaces de resistir las cargas sísmicas.
Amplificación sísmica	No se tienen antecedentes en el diseño ante posibles amplificaciones dinámicas según lo establece NCh433:1996 Mod.2009 cap. 4.2.1, que supone que el suelo de fundación es de topografía y estratificación horizontal y la estructura se encuentra lejos de singularidades geomorfológicas y topográficas.
Desplazamientos normativos	No hay antecedentes de verificación de desplazamientos normativos en la memoria de cálculo.
	Los resultados del análisis con el método estático muestran que se supera la deformación entre piso normativa en ambos pisos, para sismos en dirección X e Y.

## 7.2 Factibilidad técnica de reforzamiento

Para reforzar el sistema constructivo de las viviendas de modo que cumpla con la normativa se pueden realizar las siguientes modificaciones:

- En los ejes resistentes, incorporar arriostramientos verticales en los ejes 1, 4, 7, 10 y 13 (fig. 9);
- Incorporar reforzamiento mediante riostras de acero y paneles de Metalcon que cumplan con los requisitos para su uso sísmico, en los ejes B, D, E1 y G (fig. 10 y 11);
- A nivel del cielo piso 2º, incorporar arriostramientos horizontales (fig. 12).

Santiago, 17 de abril de 2026.

MARIO RUIZ C.

Ingeniero de Proyectos

División Estructuras y Peritajes

SERGIO TAPIA P.

Jefe de Proyectos

División Estructuras y Peritajes



FERNANDO YAÑEZ U.

Director IDIEM



Este documento está disponible en <http://repositorio.idiem.cl>

El código del documento es: fPzCjWk6dc