



C O N S T R U Y E
PATAGONIA



SEMANA DE LA CONSTRUCCIÓN

19 AL 24 DE JUNIO



Construcción Modular de Madera en Media Altura SISTEMA PLATAFORMA

Mario Yañez C.
Ing. Civil – Master en Diseño de Edificios

22 Junio 2017

EDIFICIOS de MADERA en media altura en el mundo



Edificios de 10 pisos en UK, Canada y Italia



14 pisos CLT en Noruega.



**24 Murray Grove,
Londres, Reino Unido.**
Waugh Thistleton Architects
<http://www.waughthistleton.com>

**Via Cenni Social
Housing, Milan**
Rossi-Prodi Architecti
<http://www.rossiprodi.it>



**The Wood Innovation
Design Centre (WIDC)
Prince George, BC,
Canada.**
Michael Green Architects
<http://mg-architecture.ca>



CASOS DE EDIFICIOS DE GRANALTURA EN EL MUNDO

University of B. C. – Vancouver 18 pisos – 2016



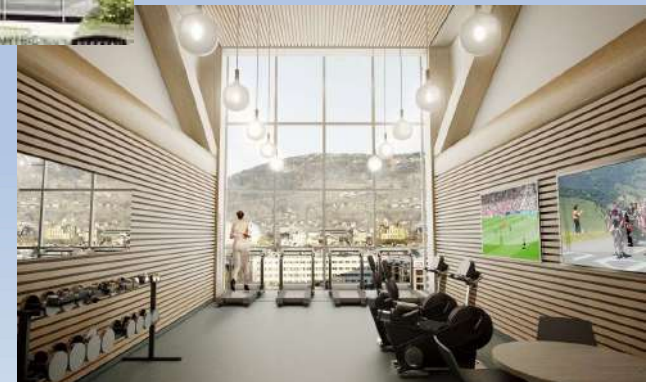
https://youtu.be/GHtdnY_gnmE

CASOS DE EDIFICIOS DE GRANALTURA EN EL MUNDO

Bergen Noruega – 14 pisos - 2016



<https://youtu.be/3jI0U36x3D4>



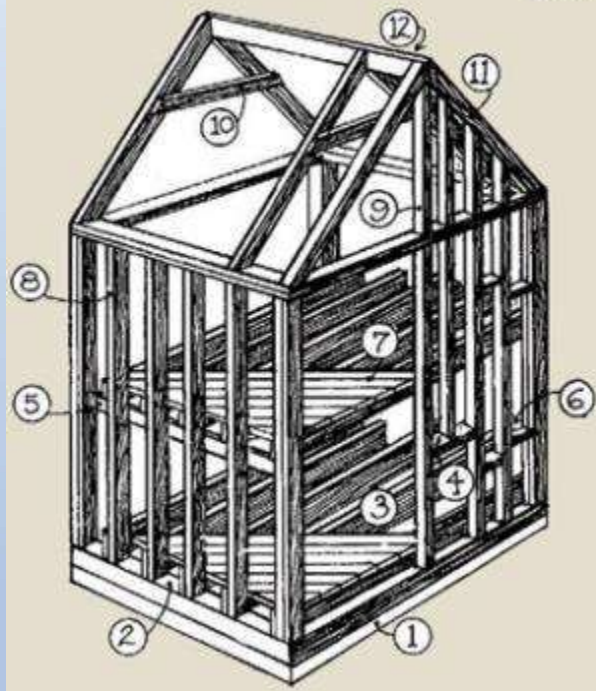
Construcción Modular Sistema Plataforma en 6 pisos



Sistemas constructivos en madera – tradicionales

Balloon Framing

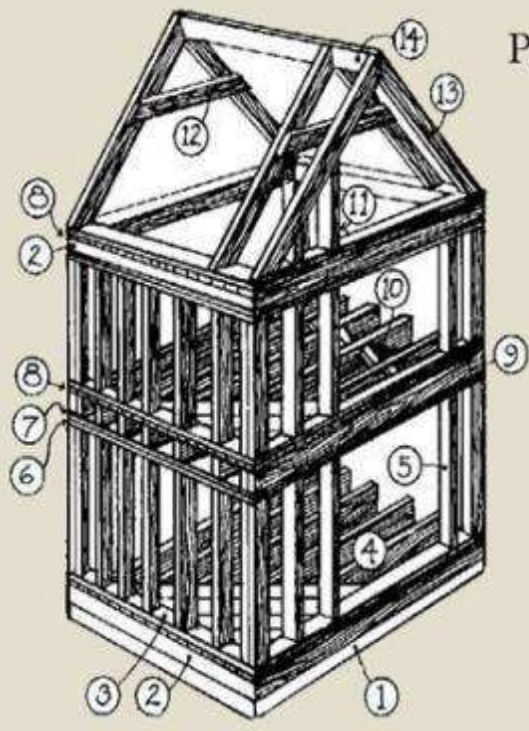
1830 to 1930



1. Foundation
2. Sole Plate
3. Joist
4. Door Header
5. Ledger Board
6. Fire Stop
7. Sub floor
8. Stud
9. Gable Stud
10. Collar Tie
11. Rafter
12. Ridge Beam

Platform Framing

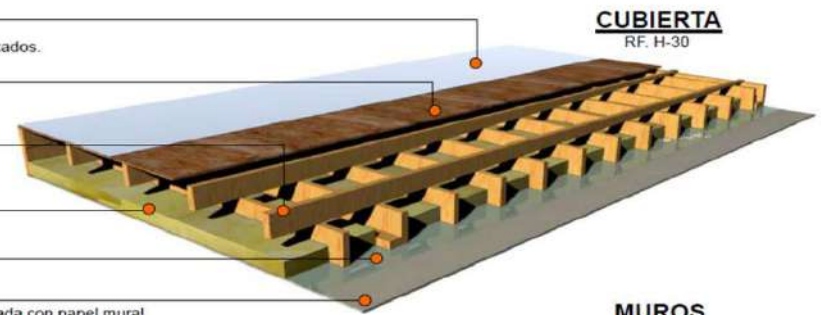
1930 to Present



1. Foundation
2. Header Joists (on sill)
3. Sole (floor) Plate
4. Joists
5. Stud
6. Double Top Plate
7. Cap Plate
8. Sub floor
9. Stringer Joist
10. Bridging
11. Gable Stud
12. Collar Tie
13. Rafter
14. Ridge beam



- **CUBIERTA**
Cubierta en membrana de PVC.
e=1,2 pegado con adhesivos garantizados.
- **FORRO**
15mm. OSB exterior encolado y corcheteado.
- **TIJERAL**
Pino seco cepillado 42x140mm.
< 42x20mm. Cada 406,6 mm. e/e.
- **AISLACION TERMICA**
Fibra de vidrio 90mm. (R-12).
- **BARRERA DE VAPOR**
Poliuretano espesor 0,15mm.
- **TERMINACION INTERIOR**
Yeso cartón 15mm, tipo RF, empapelada con papel mural vinilico corcheteadas en todo el perímetro, y atornillada en el tramo central a los tercios de la luz de la plancha

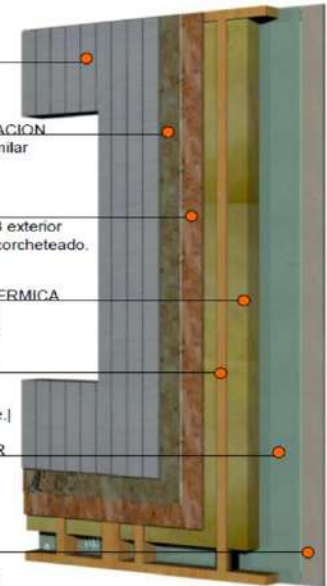


CUBIERTA
RF. H-30

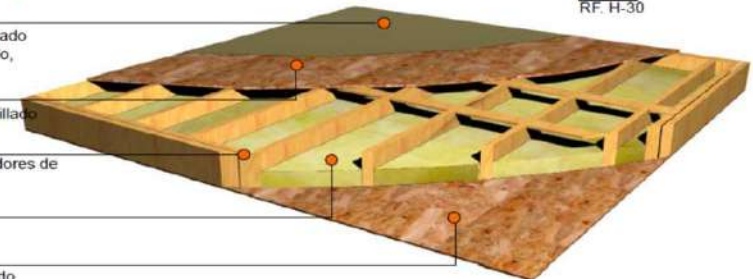


- **TERMINACION EXTERIOR**
Smart panel 11.1mm. Color gris Estándar TecnoFast Atco
- **BARRERA DE CONDENSACION**
Papel fieltro tipo tyvek o similar
- **FORRO**
9.5mm. OSB exterior Encolado y corcheteado.
- **AISLACION TERMICA**
Fibra de vidrio 90mm. (R-12).
- **PIES DERECHOS**
42X90mm.
Pino radiata
H=12% 406mm. e/e.]
- **BARRERA DE VAPOR**
Poliuretano espesor 0,15mm.
- **TERMINACION INTERIOR**
Yeso cartón 15mm, tipo RF, empapelada con papel mural vinilico

MUROS
RF. H-30



- **REVESTIMIENTO DE PISO**
Revestimiento vinilico 1,5mm espesor colocado sobre superficie pulida, adhesivo garantizado, Junturas termo fusionadas
- **PISO**
15mm terciado estructural, encolado y atornillado
- **ESTRUCTURA DE PISO**
42x190mm. Pino radiata H=12% con sujetadores de Vigas cada 406mm e/e.
- **AISLACION TERMICA**
Fibra de vidrio de 90mm. (R-12)
- **CONTRAFORRO**
9,5mm. OSB exterior encolado y corcheteado



PISO
RF. H-30

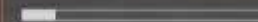
Unidades modulares sistema plataforma – 6 pisos



Unidades modulares sistema plataforma – 6 pisos



EDIFICIOS CONSTRUIDO 1997 - 3 PISOS PROYECTO HOTEL COLLAHUASI



EDIFICIOS CONSTRUIDO 1999 - 2 PISOS PROYECTO HOTEL LOS PELAMBRES



EDIFICIOS CONSTRUIDO 2008 - 3 PISOS PROYECTO HOTEL CASERONES



CHILE - 2017

**EDIFICIO PROYECTADO EN 6 PISOS
PROYECTO HOTEL LOS BRONCES**

EDIFICIOS PROYECTADOS EN 6 PISOS PROYECTO HOTEL LOS BRONCES - 2017

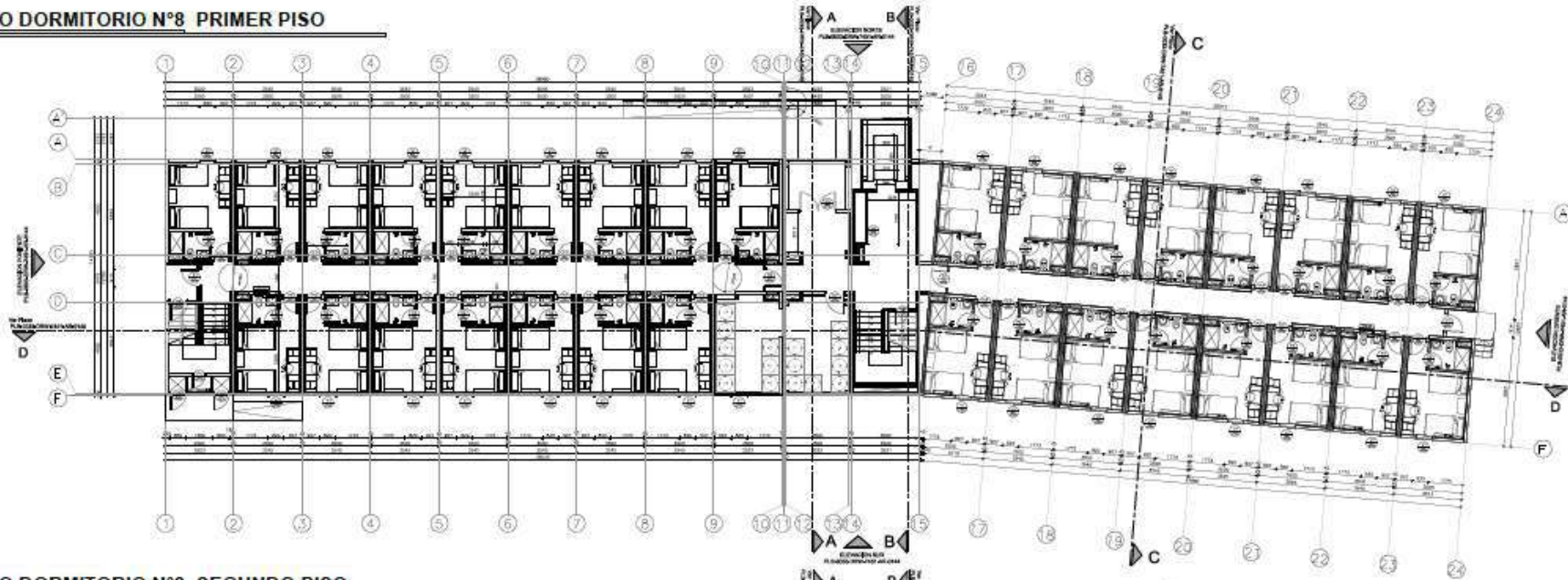


EDIFICIOS MODULARES EN 6 PISOS



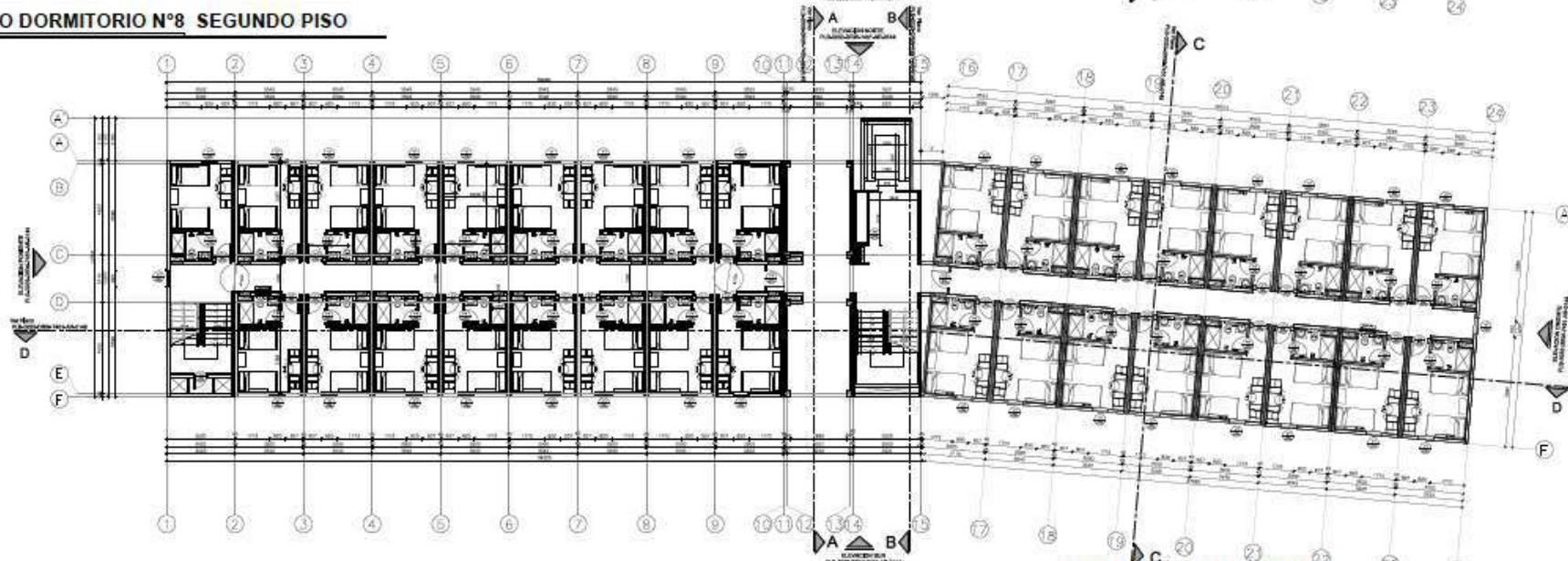
EDIFICIO DORMITORIO N°8 PRIMER PISO

ESC: 1/125

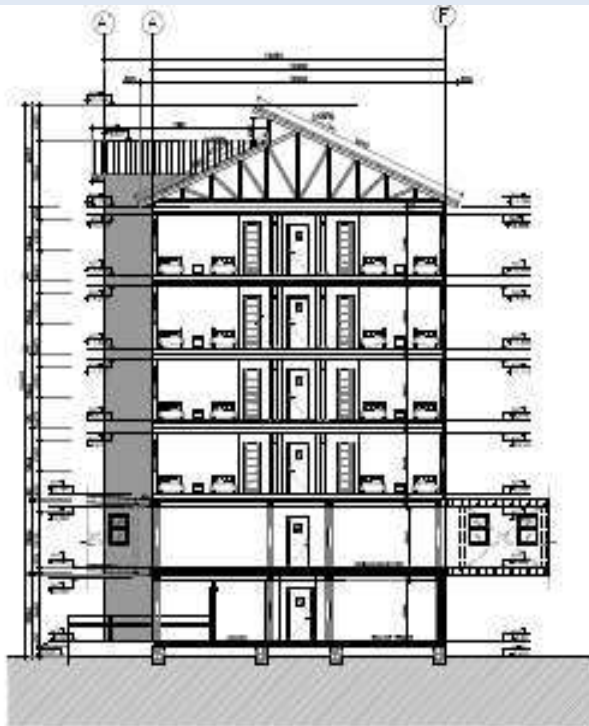


EDIFICIO DORMITORIO N°8 SEGUNDO PISO

ESC: 1/125

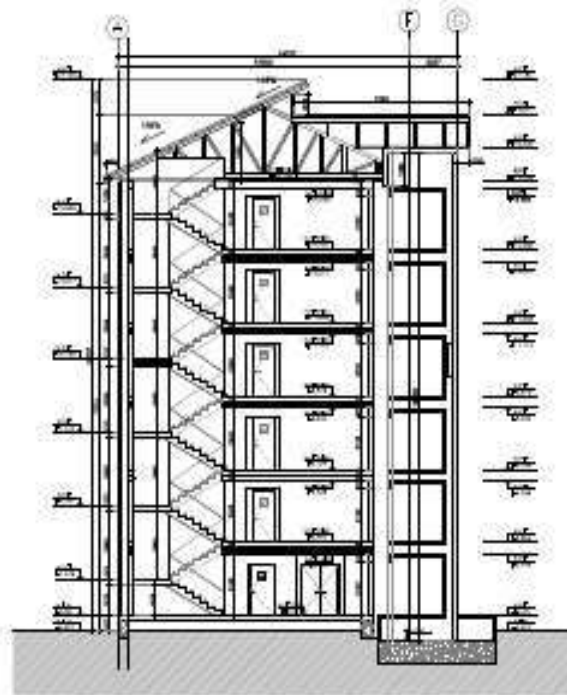


EDIFICIOS MODULARES EN 6 PISOS



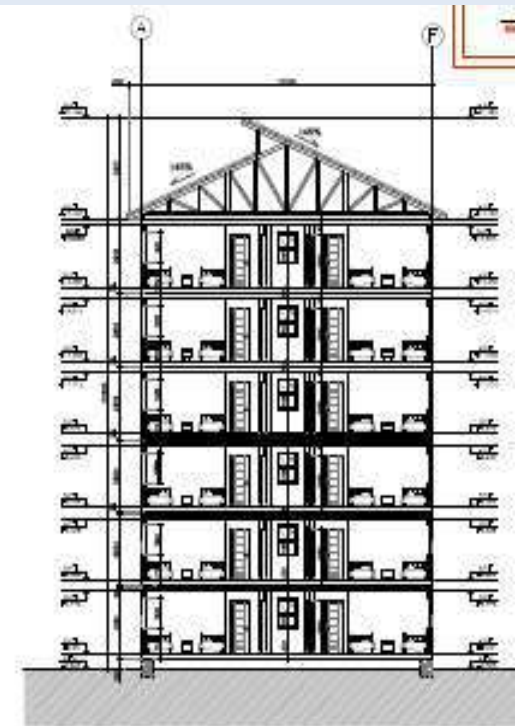
CORTE A - A'

ESC: 1/125 VER PLB-0033-DRW-7451-AR-0140



CORTE B - B'

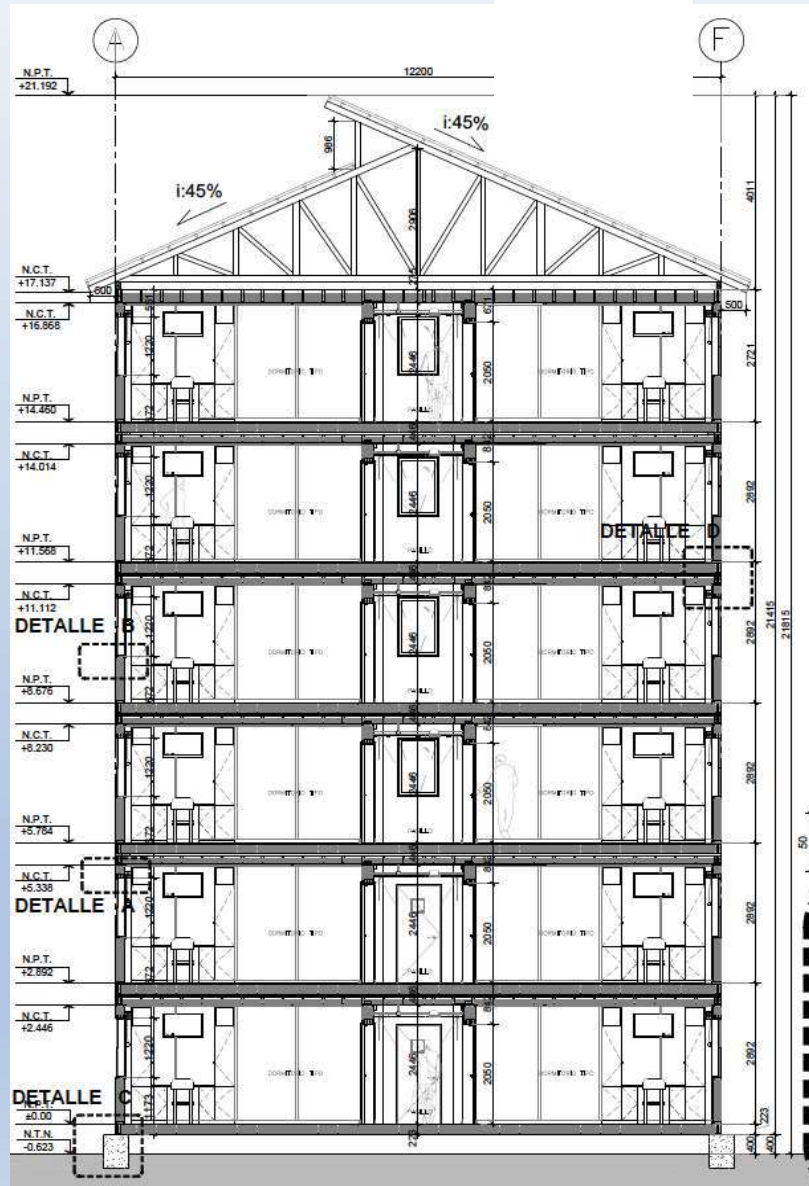
ESC: 1/125 VER PLB-0033-DRW-7451-AR-0140



CORTE C - C'

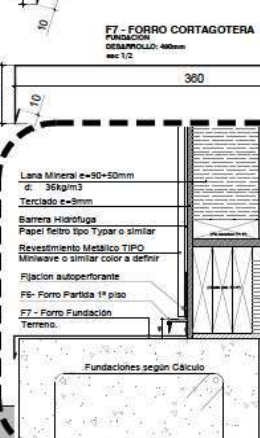
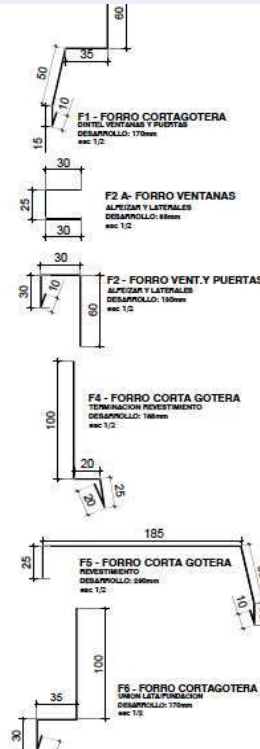
ESC: 1/125 VER PLB-0033-DRW-7451-AR-0140

EDIFICIOS MODULARES EN 6 PISOS

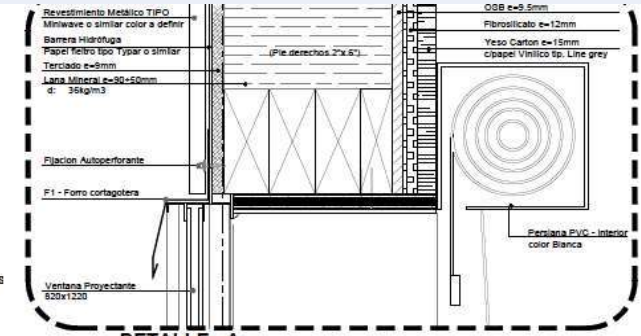


ESCANTILLON TIPO EN CORTE TRANSVERSAL

ESC: 1/50

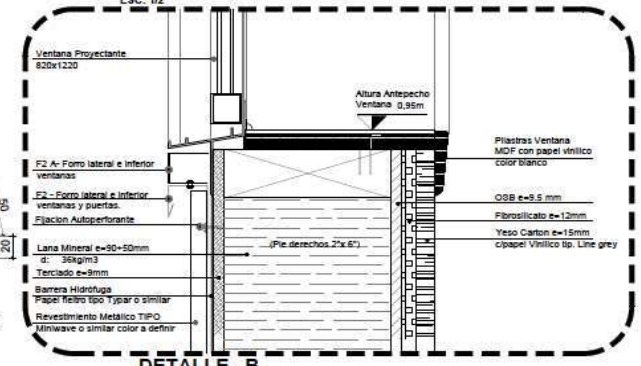


DETALLE C



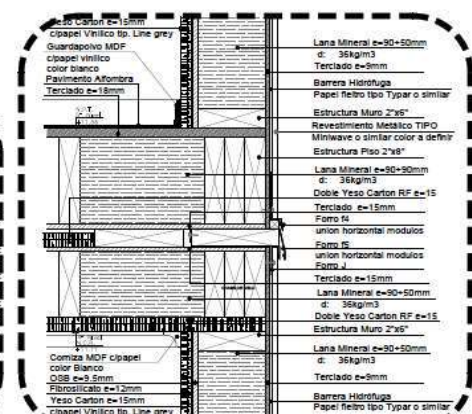
DETALLE A

ESC: 1/2



DETALLE B

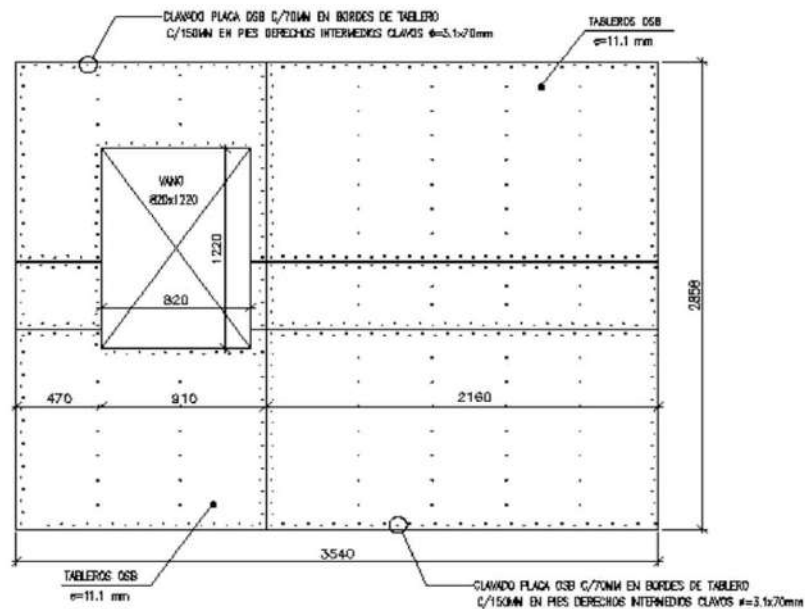
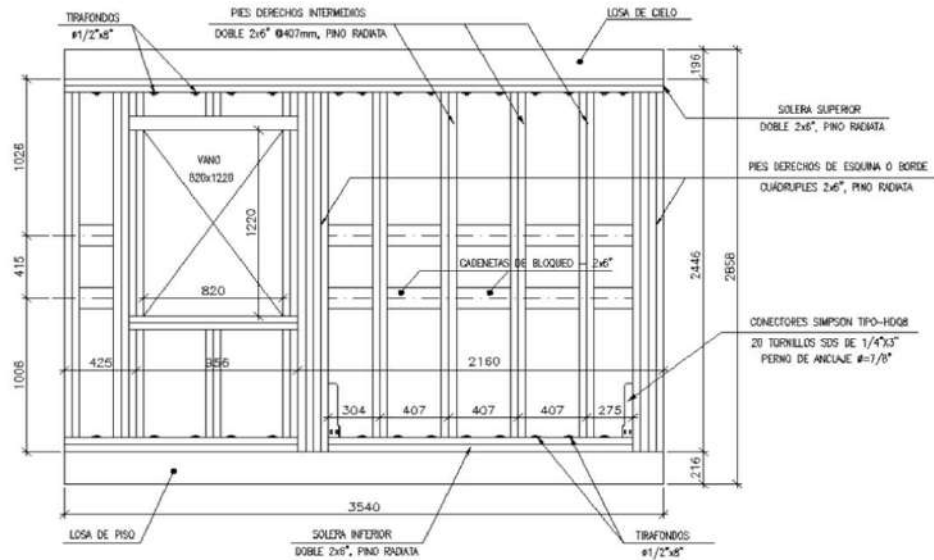
ESC: 1/2



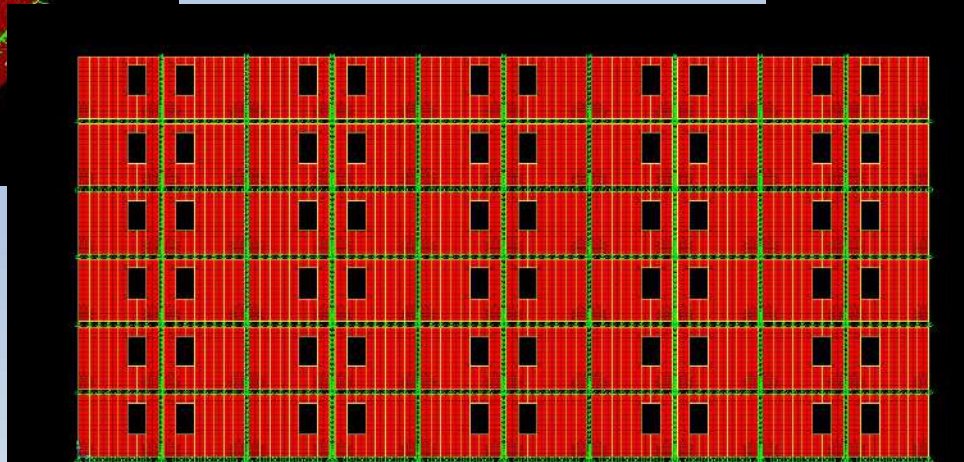
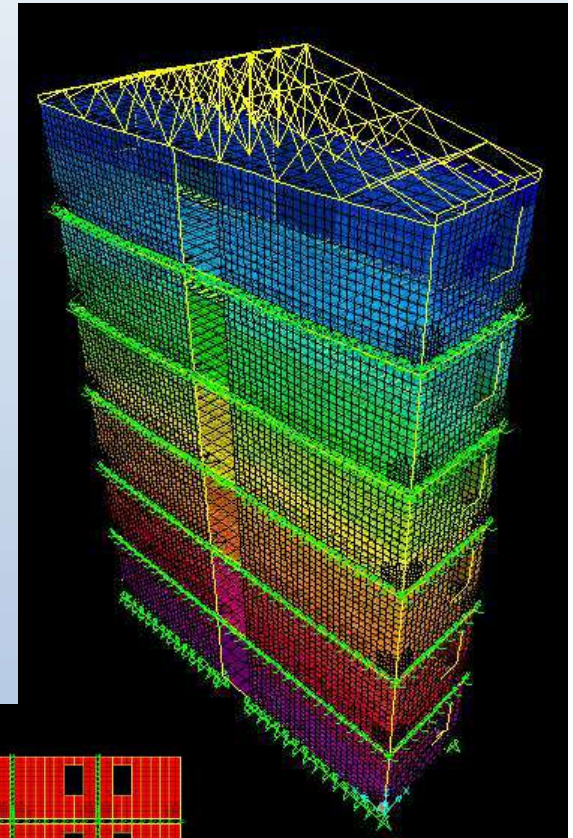
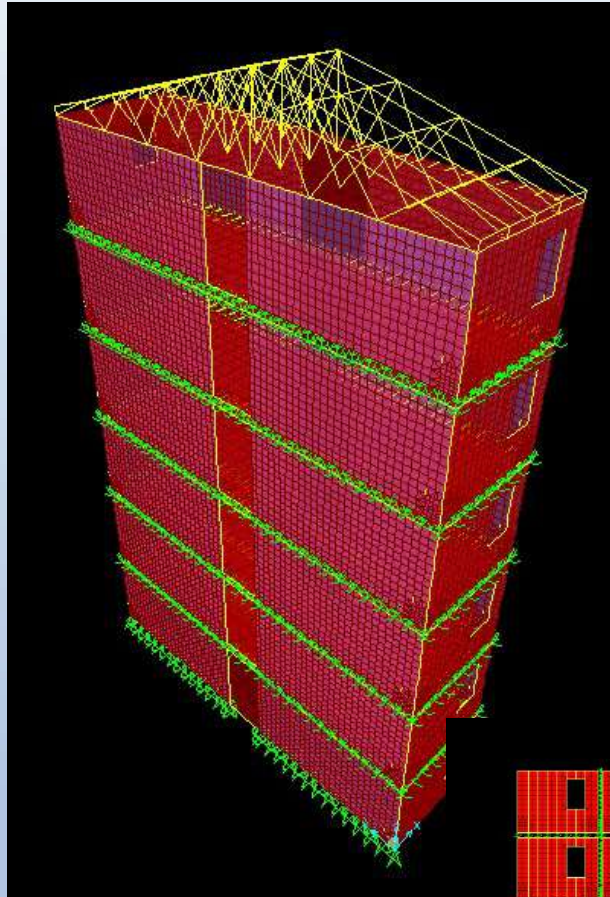
DETALLE D

EDIFICIO MODULAR EN 6 PISOS

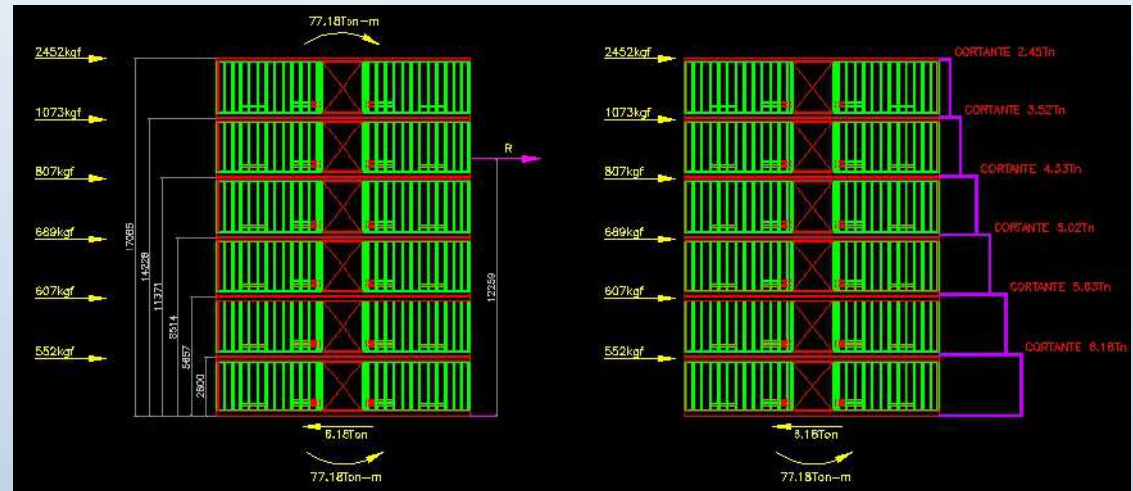
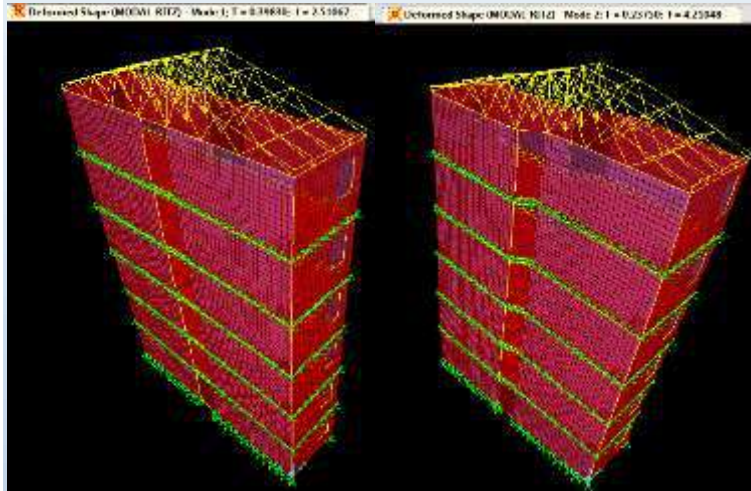
Figura No. 22 – Configuración de Muros Transversales Exteriores (unidades en milímetros)



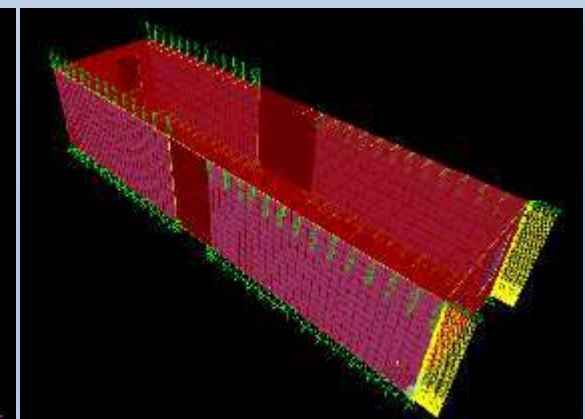
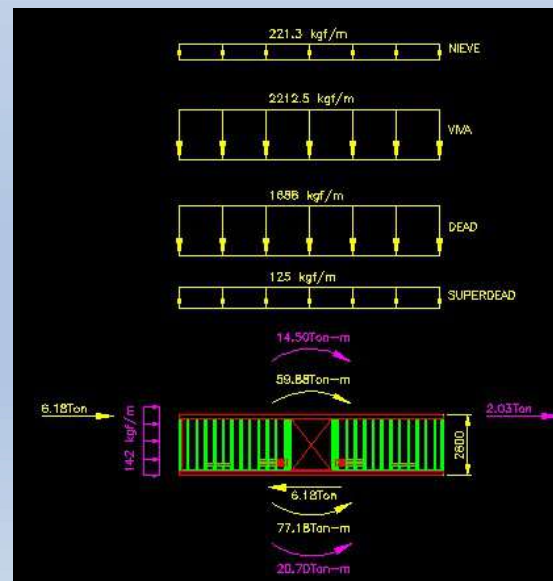
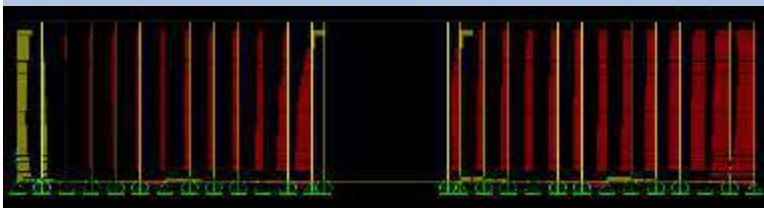
MODELACION ESTRUCTURAL USANDO SAP 2000



RESULTADOS DEL ANALISIS SISMICO -SAP 2000



MODELO	T (sg)
EDIF. CON ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES INTACTOS	0.24
EDIF. SIN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	0.29
EDIF. AISLAMIENTO SÍSMICO	2.50



RESULTADOS DEL ANALISIS SISMICO -SAP 2000

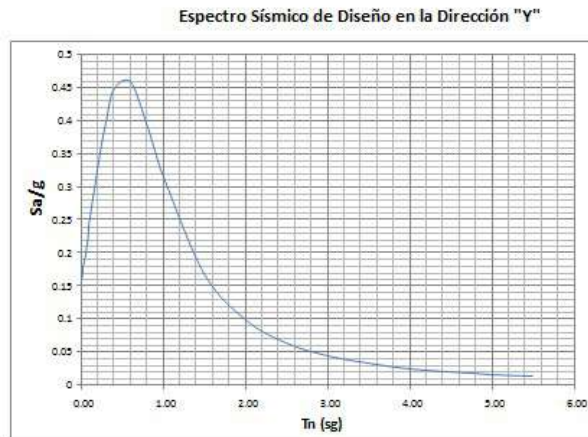


Modal spectral response applied in calcs.

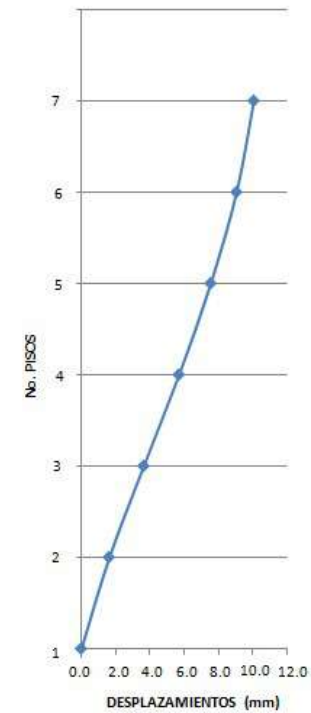
Zona III							
Tipo de Sue	S	T _s (sg)	T' (sg)	p	I	A _s /g	R _s
D	1.2	0.75	0.85	1	1	0.4	7

SISMO Y	
T _v (sg)	R*
0.2375	3.180328

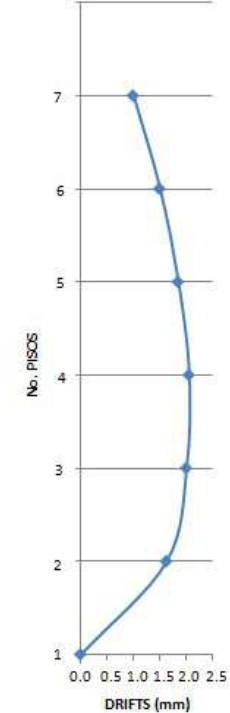
T _v (sg)	α	S _v /g
0.01	1.053937	0.159983
0.02	1.119979	0.169036
0.03	1.179924	0.178083
0.05	1.239615	0.186148
0.07	1.418846	0.214143
0.09	1.537343	0.232028
0.10	1.596216	0.240913
0.15	1.884921	0.284487
0.18	2.051638	0.309649
0.20	2.159058	0.325862
0.25	2.410714	0.363844
0.30	2.631579	0.397179
0.40	2.952148	0.445561
0.60	3.042328	0.459172
0.80	2.620131	0.395451
0.85	2.484013	0.374907
0.90	2.346041	0.354083
1.00	2.076923	0.313466
1.50	1.111111	0.167698
2.00	0.651206	0.098285
2.50	0.420643	0.063487
3.00	0.292308	0.044117
3.50	0.214363	0.032353
4.00	0.163716	0.024709
4.50	0.129032	0.019475
4.80	0.113246	0.017092
5.00	0.104273	0.015738
5.50	0.085995	0.012979



DESPLAZAMIENTO DE PISOS



DRIFT DE ENTREPISOS

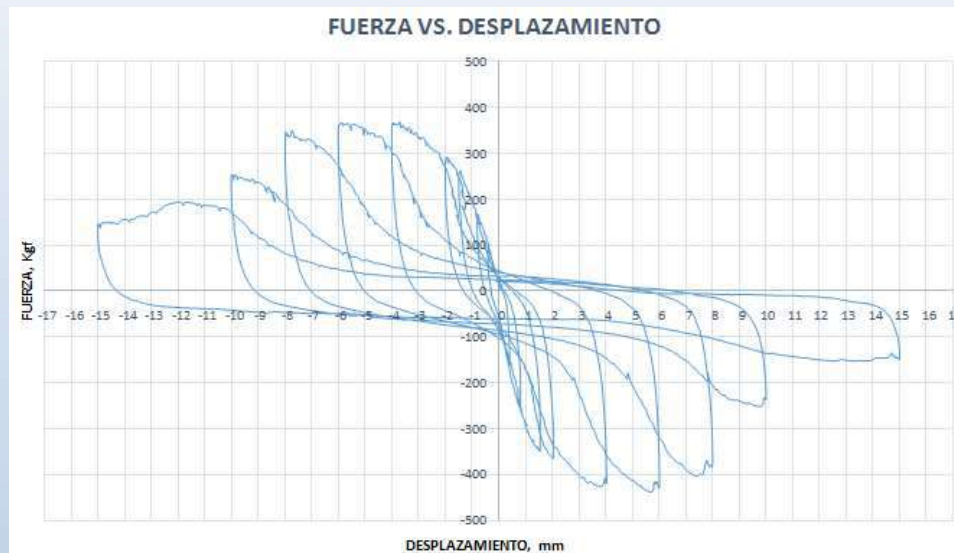


	Despl. mm	Drift mm	h mm	Δ mm/mm
piso 1	0.000	0.000	0	0.00000
piso 2	1.633	1.633	2800	0.00058
piso 3	3.645	2.012	2857	0.00070
piso 4	5.708	2.063	2857	0.00072
piso 5	7.564	1.856	2857	0.00065
piso 6	9.071	1.506	2857	0.00053
ROOF	10.071	1.000	2857	0.00035

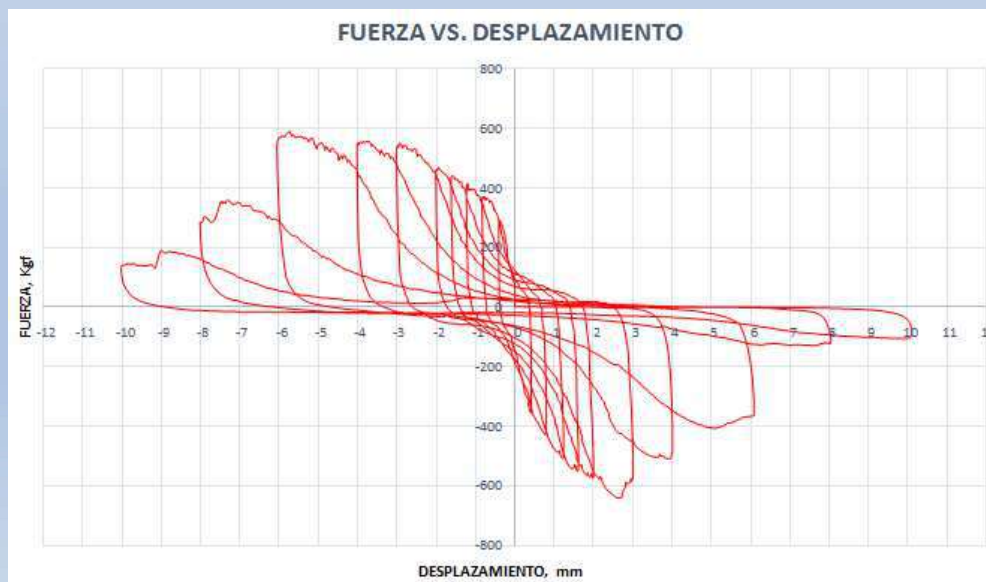
ENSAYOS DE UNIONES EN COMPONENTES



OSB:



FibroSilicato:



ESFUERZOS SISMICOS EVALUADOS



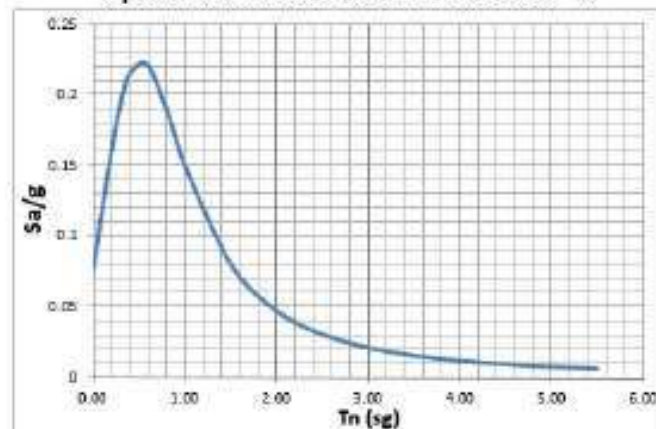
Para el Análisis Modal Espectral ($R_0 = 7.0$, Tabla 5.1-NCh-433):

Zona II							
Tipo de Suelo	S	T_0 (sg)	T' (sg)	p	I	A_0/g	R_0
D	1.2	0.75	0.85	1	1	0.3	7

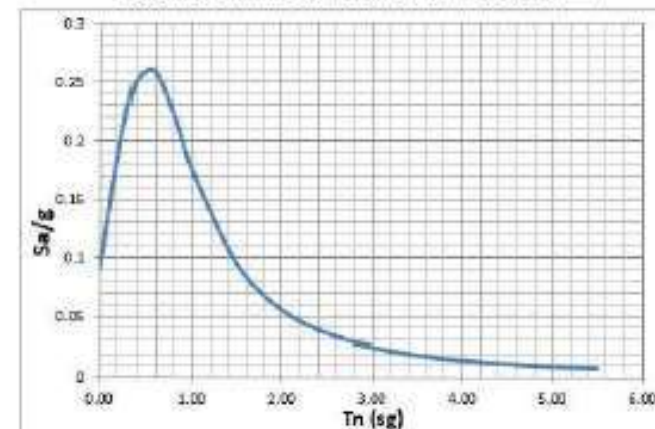
SISMO X	
T_X^* (sg)	R^*
0.68425	4.96092619

SISMO Y	
T_Y^* (sg)	R^*
0.45061	4.23312594

Espectro Sísmico de Diseño en la Dirección "X"



Espectro Sísmico de Diseño en la Dirección "Y"



CONEXIONES DE TRACCION EN MUROS DE CORTE

- Se considera usar conectores sísmicos en pies derechos de muros con mayor tracción – pisos 1 y 2.

Tabla No. 7 – Capacidades Admisibles de conectores Hold-Down HDQ8/HHQ

Model No.	Ga	Dimensione (in.)					Fasteners		Minimum Wood Member Thickness* (in.)	Allowable Tension Loads (160)			Code Ref.
		W	H	B	ϕ	SO	Anchor Bolt Dia. (in.)	SDS Screws		DF/SP	SPF/HF	Deflection at Allowable Load† (in.)	
HDQ8-SDS3	7	2½	14	2½	1½	2½	¾	20-SDS ¼"x3"	3	5710	4110	0.064	16, LB, FS
								20-SDS ¼"x3"	3½	7030	5490	0.094	
								20-SDS ¼"x3"	4½	9230	6645	0.095	
HHQ11-SDS2.5	7	3	18½	3½	1½	¾	1	24-SDS ¼"x2½"	5½	11810	8605	0.131	
								30-SDS ¼"x2½"	7¼	13015	9570	0.107	
HHQ14-SDS2.5	7	3	18¼	3½	1½	¾	1	30-SDS ¼"x2½"	5½	13710	10745	0.107	

- See page 45 for Holdover and Tension Tie General Notes.
- Noted HHQ14 allowable loads are based on a 5½" wide post (866 min.). Other loads based on 5½" wide post minimum.
- HHQ14 requires heavy-duty anchor bolt (supplied with holdover).
- HDQ and HHQ11 installed horizontally achieve compression loads with the addition of a standard nut on the underside of the load transfer plate. Refer to UG-CES ESR-1320 for design values. HHQ14 requires a standard nut and BR16-1 (not separately) load washer on the underside of the holdover for compression load. Design of anchorage rods for compression force shall be per the Designer.

Fuente: Wood Construction Connectors - Simpson Strong-Tie 2015, (www.strongtie.com).

Figura No. 6 – Dispositivos Hold-Down o conectores metálicos.

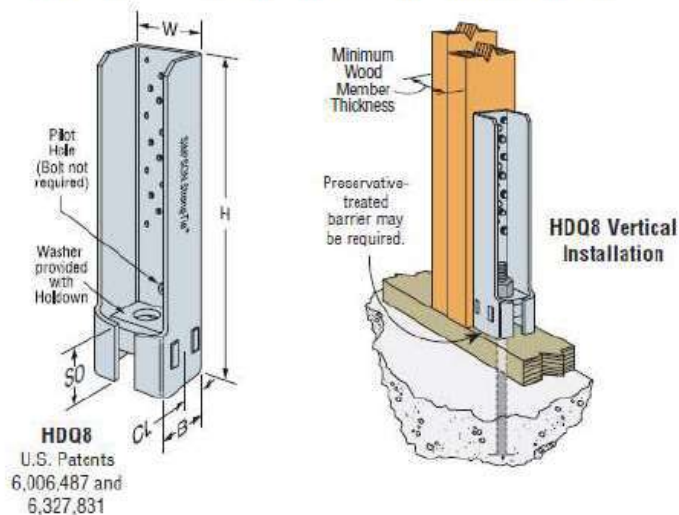


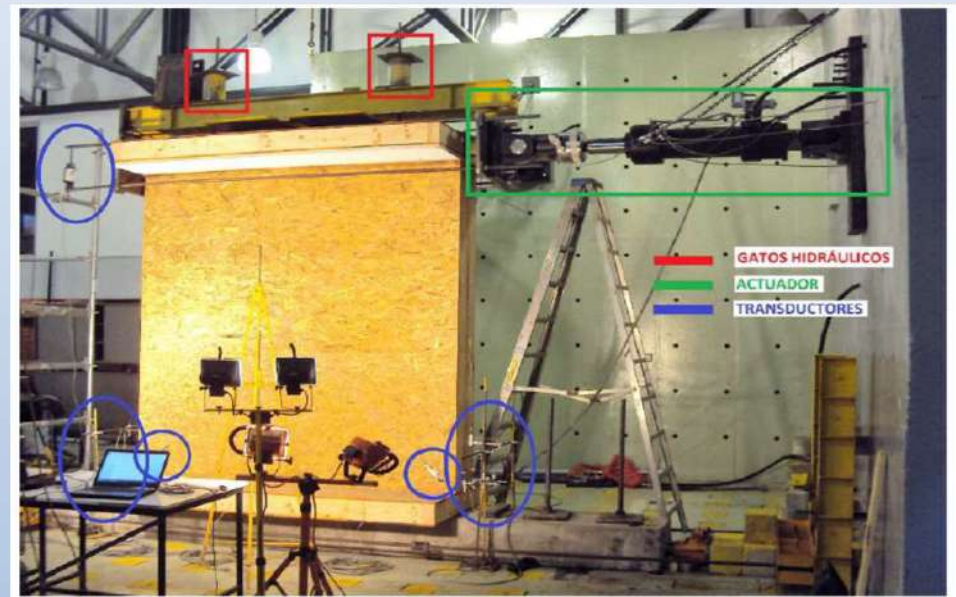
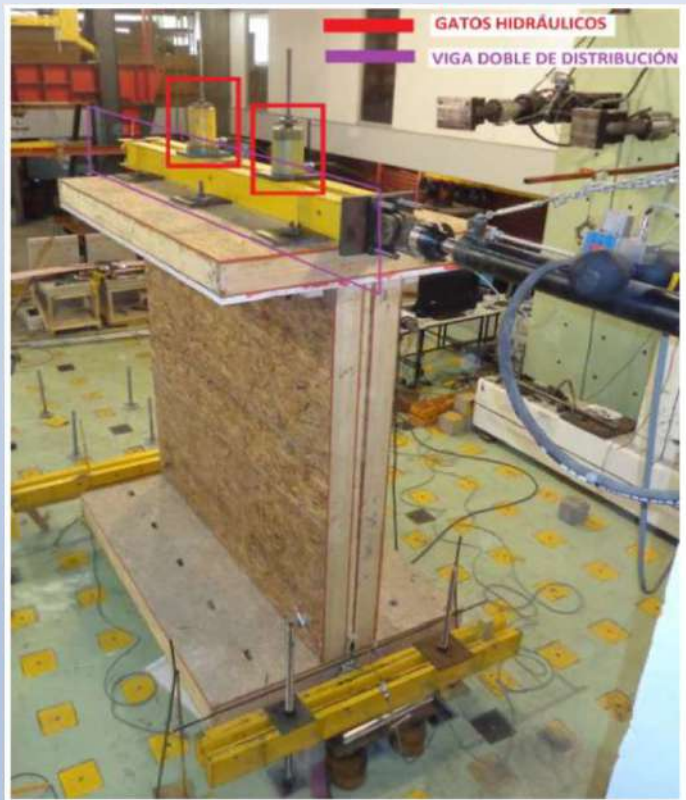
Figura No. 7 – Dispositivo Hold-Down HDQ8 ubicado en muro de ensayo.



ENSAYOS INDIVIDUALES DE MUROS DE CORTE



- Se ensayaron diferentes configuraciones de muros independientes, tanto cabezales como longitudinales. Carga ciclica.



ENSAYO DE PROBETAS CUBICAS – 3D

Carga cíclica



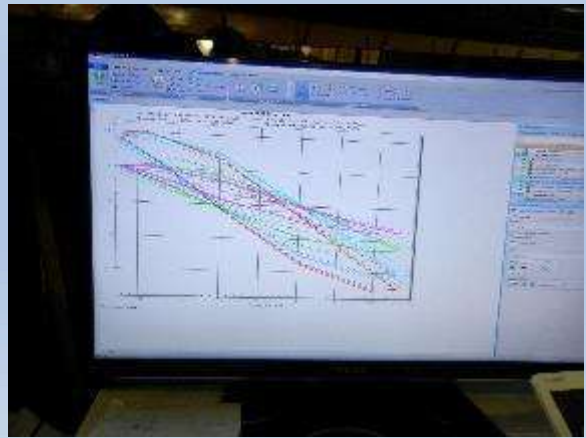
Figura No. 48 – Módulo Prefabricado de 3.54x4.72x2.86m.



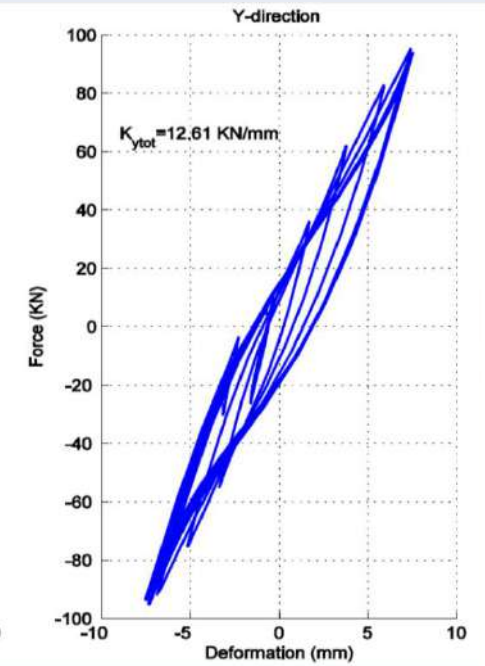
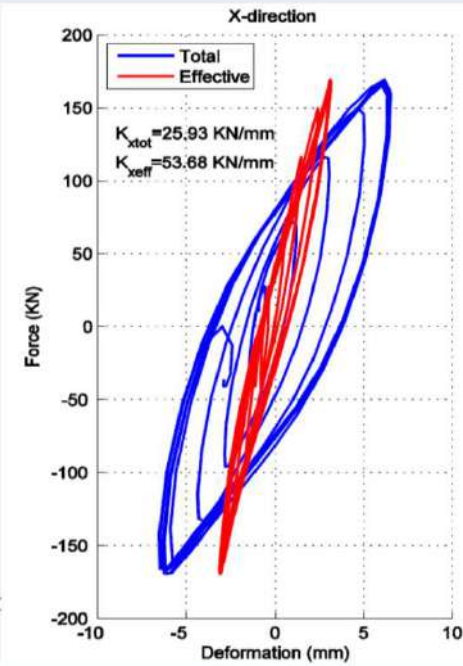
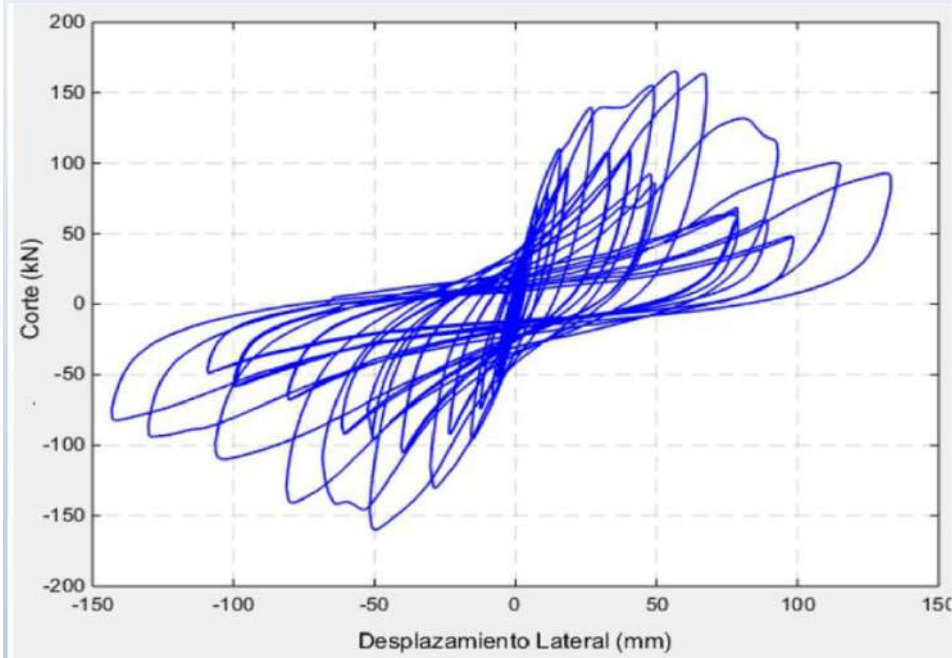
Figura No. 47 – Conectores rígidos entre muros del sentido transversal.



ENSAYO 3D – MODULO TRIDIMENSIONAL



ENSAYO 3D – MODULO TRIDIMENSIONAL



ENSAYO 3D – MODULO TRIDIMENSIONAL

Conclusiones:



De los resultados expuestos en el informe se concluye que estas estructuras modulares prefabricadas son factibles desde el punto de vista técnico para una edificación de 6 pisos. En cuanto a la respuesta sísmica, se ha podido comprobar que es posible realizar este tipo de estructuras de acuerdo a las exigencias de la Norma NCh433.Of96 Mod.2009, y que inclusive; la dotación estructural con la que resultó el edificio se puede perfeccionar y afinar considerablemente. Lo que se pretende dejar por manifiesto es que los resultados de este estudio no representan

la máxima capacidad aprovechable o entregable de este sistema en marco plataforma, sino todo lo contrario, durante el desarrollo del estudio se encontró evidencias de enfoques que existen para perfilar este sistema a un desempeño estructural mucho más elevado, enfoques y criterios que no se implementaron en este estudio debido a que no se consideró necesario, pero ciertamente; estas estructuras modulares prefabricadas en marco plataforma tienen aún muchísimo potencial para ser aprovechado.



EDIFICIOS MODULARES 6 PISOS - 2017





**Construcción Modular de Madera
en Media Altura
EDIFICIO REFUGIO 220
4 PISOS CONSTRUIDOS**

22 Junio 2017

CASOS DE EDIFICIOS MEDIA ALTURA EN CHILE

Edificio Refugio 220; Angloamerican Los Bronces – 2017



CASOS DE EDIFICIOS MEDIA ALTURA EN CHILE

Edificio Refugio 220; Angloamerican Los Bronces – 2017



CASOS DE EDIFICIOS MEDIA ALTURA EN CHILE

Edificio Refugio 220; Angloamerican Los Bronces – 2017





Construcción Modular de Madera en Media Altura

Gracias

www.tecnofast.cl

23 Junio 2017