



2016

Prontuario Técnico para la Construcción con
Paneles de Madera Contralaminados EGO CLT



ÍNDICE

1.0- DATOS TÉCNICOS

1.1- DEFINICIÓN: PANELES CONTRALAMINADOS EGO CLT	8
1.2- DEFINICIÓN: PANELES CONTRALAMINADOS EGO CLT MIX – (Panel Alveolar)	11
1.3- DEFINICIÓN: PANELES CONTRALAMINADOS EGO CLT LIGHT – (Aligerado mediante espaciamiento de las tablas de sus capas internas)	14
1.4- DEFINICIÓN: PANELES CONTRALAMINADOS EGO CLT TT – (CLT + Madera Laminada).....	15
1.5- RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS:	
de las maderas utilizadas en composiciones para EGO CLT y CLT MIX.....	16
1.6- CALIDAD VISUAL: de las maderas utilizadas en composiciones para EGO CLT y EGO CLT MIX	17
1.7- ESPECIES DE MADERA de madera utilizadas en paneles EGO CLT y EGO CLT MIX.....	18
1.8- USOS DE LOS PANELES ESTRUCTURALES EGO CLT	19
1.9- PREDIMENSIONAMIENTO DE PANELES EGO CLT	20
1.9.1 Forjado: EGO CLT	20
1.9.1.1 Paneles de forjado EGO CLT biapoyado DEFORMACIÓN	20
1.9.1.2 Paneles de forjado EGO CLT biapoyado VIBRACIÓN	21
1.9.1.3 Paneles de forjado EGO CLT triapoyado DEFORMACIÓN.....	22
1.9.1.4 Paneles de forjado EGO CLT triapoyado VIBRACIÓN	23
1.9.2 Paneles de Forjado: EGO CLT en Voladizo	24
1.9.3 Paneles de Forjado: EGO CLT MIX	26
1.9.3.1 Paneles de Forjado EGO CLT MIX biapoyado DEFORMACIÓN.....	26
1.9.3.2 Paneles de Forjado EGO CLT MIX triapoyado DEFORMACIÓN.....	26
1.9.4 Paneles de Forjado: EGO CLT Light	27
1.9.4.1 Paneles de Forjado EGO CLT Ligth biapoyado DEFORMACIÓN	27
1.9.4.2 Paneles de Forjado EGO CLT Ligth biapoyado VIBRACION	27
1.9.5 Paneles de Forjado: EGO CLT TT	28
1.9.5.1 Paneles de Forjado EGO CLT biapoyado DEFORMACION	28
1.9.6 Paneles de Paredes: EGO CLT Pino Radiata	29
1.9.6.1 Paneles de Paredes EGO CLT 75mm, paredes externas	30
1.9.6.2 Paneles de Paredes EGO CLT 90mm, paredes internas.....	30
1.9.6.3 Paneles de Paredes EGO CLT 120mm, paredes externas	31
1.9.6.4 Paneles de Paredes EGO CLT 125-150mm, paredes internas	31

1.10- MODO OPERATIVO PARA LA FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y MONTAJE DE LOS PANELES CLT

1.10.1 Cálculo y diseño técnico. Proyecto de madera en oficina técnica.....	33
1.10.1.1 Diseño con Formato Flexible de Fabricación.....	35
1.10.1.2 Diseño con Formato Estandarizado	36
1.10.1.3 Configuración de la Composición Edificatoria con Paneles CLT....	38
1.10.2 Proceso de fabricación de los paneles CLT en Egoin.....	40
1.10.2.1 Fabricación de láminas	40
1.10.2.2 Prensado de los tableros	41
1.10.3 Corte y mecanizado de los paneles CLT	41
1.10.3.1 Anidamiento (nexting) de los paneles CLT	42
1.10.4 Nomenclatura de Paneles CLT	43
1.10.5 Manutención y Transporte de los paneles CLT.....	45
1.10.5.1 Transporte de los paneles CLT ANEXO I	45
1.10.5.1.1 Transporte de los paneles CLT en contenedor marítimo	45
1) Contenedor “Open Top”	45
2) Contenedor FLAT.....	45
a) Contenedor FLAT abierto, 2 testeros y laterales abiertos ...	45
b) Contenedor FLAT abierto, 4 postes, laterales abiertos	
Sobre pasando el ancho	45
c) Contenedor FLAT abierto, 4 postes, laterales abiertos	
Sobre pasando el largo	45
d) Contenedor FLAT abierto, 4 postes laterales abiertos	
Paneles CLT en vertical.....	45
1.10.5.1.2 Transporte de los paneles CLT por camión.....	46
A.- Camión “Top Line”	46
B.- Camión con plataforma abierta normal.....	47
C.- Camión con plataforma abierta con permiso especial	48
D.- Camión con plataforma abierta convoy excepcional	48
E.- Camión con plataforma abierta cuello cisne normal	48
F.- Camión con plataforma abierta cuello cisne permiso especial..	48
1.10.5.2 Manutención de paneles contralaminados CLT ANEXO II	49

Manutención de los paneles en fábrica.....	49
Manutención de los paneles en obra	50
a) Manutención de paneles CLT con servicio de muros.....	50
b) Manutención de paneles de CLT en forjados horizontales	50
c) Manutención de paneles CLT en cubiertas inclinadas	51
 2.0 - UNIONES DE LOS PANELES DE MADERA EGO CLT	
2.1- FERRETERIA Y JUNTAS DE LOS PANELES EGO CLT	51
2.1.1 Escuadras de los paneles EGO CLT	52
2.1.1.1 Escuadra larga 260x60x60x2mm	52
2.1.1.2 Escuadra media 125x50x70x2mm	52
2.1.1.3 Escuadra corta 90x90x65x2mm.....	52
2.1.2 Tirafondos de los paneles EGO CLT	53
2.1.2.1 Tirafondos de unión entre paredes a 90º	53
2.1.2.2 Tirafondos de unión entre pared y forjad	53
2.1.2.3 Tirafondos de unión entre forjado y pared	54
2.1.2.4 Tirafondos de unión entre cubierta y pared.....	54
2.1.3 Juntas de los paneles EGO CLT	55
2.1.3.1 Juntas Acústicas	55
2.1.3.2 Juntas de Estanqueidad	56
2.1.3.3 Juntas de Capilaridad	56
 2.2- ARRANQUES DE CLT SOBRE HORMIGÓN	
2.2.1 Arranques de pared CLT sobre losa de hormigón	
2.2.1.1 Arranque sobre base solera de hormigón bien nivelado	58
2.2.1.2 Arranque sobre base solera de hormigón desnivelado	58
2.2.2 Arranques de pared CLT sobre recrecido de hormigón	
2.2.2.1 Arranque sobre recrecido de hormigón bien nivelado	59
2.2.2.2 Arranque sobre recrecido de hormigón desnivelado	59
2.2.3 Arranques de pared CLT sobre taco de recrcido.....	60
2.2.4 Arranques de forjado CLT sobre dado de hormigón.....	61
2.2.5 Arranques de forjado CLT sobre riostra de contención.....	61
2.2.6 Arranques de forjado CLT con aislamiento inferior	62

2.3- UNIONES DE MUROS Y PAREDES CLT

2.3.1 Unión de muros y paredes a 90º	62
2.3.2 Unión longitudinal de paredes CLT con lengüeta	63
2.3.3 Unión longitudinal de paredes CLT en T	63
2.3.4 Unión forjado y vigas	64
2.3.5 Formación de vigas planas en los forjados mediante la conexión entre los propios paneles de forjado	65
2.3.5.1 CLT	66
2.3.5.2 CLT MIX	67

2.4- UNIONES DE FORJADOS CLT

2.4.1 Unión pared CLT con forjado CLT	68
---	----

2.5- UNIONES DE CUBIERTA CLT

2.5.1 Unión cubierta CLT con alero	69
2.5.2 Unión cubierta CLT con viga cumbre	69

3.0 - SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES_ANEXO III

3.1- SECCIONES CONSTRUCTIVAS DE ARRANQUE DE PARED CLT

3.1.1 Arranque de pared CLT sobre base de solera de hormigón con aislamiento inferior	
3.1.2 Arranque de pared CLT sobre base de solera de hormigón con aislamiento interior	
3.1.3 Arranque de pared CLT sobre recrcido de hormigón	
3.1.4 Arranque de pared CLT sobre taco recrcido	

3.2- SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES DE FORJADO SANITARIO

3.2.1 Forjado sanitario con losa de madera	
--	--

3.3- SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES DE VENTANAS

3.3.1 Ventanas de corte horizontal y vertical en fachada de madera	
3.3.2 Ventanas de corte horizontal y vertical en fachada de rockwool	

3.4- SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES DE CUBIERTA

3.4.1 Cubierta con acrótero	
3.4.2 Cubierta con alero	
3.4.3 Cubierta con alero (clima de montaña)	

3.4.4 Cubierta en zinc

3.5- DETALLES DE CUMBRERA

3.5.1 Detalles de cubierta sin viga cumbre

3.5.2 Detalles de cubierta con viga cumbre

3.5.3 Detalles de cubierta en cumbre (clima de montaña)

3.6- DETALLES EN LIMAHOYA

3.6.1 Detalles de cubierta en limahoya

3.6.2 Detalles de cubierta en limahoya (clima de montaña)

3.7- DETALLE VELUX EN CUBIERTA

3.7.1 Velux en cubierta

3.8- SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES DE IMPERMEABILIZACIÓN

3.8.1 Impermeabilización de cubierta invertida CLT MIX

3.8.2 Impermeabilización de cubierta ventilada

3.8.3 Impermeabilización con EPDM

3.8.4 Impermeabilización con PVC

3.8.5 Impermeabilización de cubierta invertida CLT

3.8.6 Impermeabilización de una limahoya

3.9- SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES DE VIVIENDAS PASIVAS

3.9.1 Vivienda pasiva, panel de cubierta vegetal

3.9.2 Vivienda pasiva, pared exterior con lamas de madera

3.10- DETALLES PREFABRICACIÓN – Paredes con aislamiento incorporado

3.10.1 Unión paredes y forjado en paneles prefabricados

A.-Aislamiento de alta densidad, cubierta con lamas de madera

B.- Aislamiento de baja densidad, cubierta con lamas de madera

C.- Aislamiento de alta densidad, cubierta con raseo

D.- Aislamiento de baja densidad, cubierta con raseo

3.10.2 Unión entre paredes en paneles prefabricados

A.-Pared exterior corrida

B.-Dos unidades de pared exterior

C.- Pared exterior, 2 unidades de aislamiento de baja densidad

D.- Esquineros

3.10.3 Cubiertas con aislamiento en paneles prefabricados

4.0 CERTIFICADOS Y ENSAYOS CON PANELES CLT_ANEXO IV

4.1- CERTIFICADOS DE LOS PANELES CLT

- 4.1.1 Marcado CE para los paneles CLT
- 4.1.2 Avis Technique, Francia
- 4.1.3 AITIM, España

4.2- ENSAYOS CON LOS PANELES CLT

4.2.1 Detalles acústicos EGOSOINU

4.2.1.1 Paredes interiores

- A.-Pared de madera EGO CLT 81mm
- B.- Pared de madera EGO CLT 81mm+ Aislamiento+ BA 13 dos lados

4.2.1.2 Paredes exteriores

Pared de madera EGO CLT 81mm+ Revestimiento interior y exterior

4.2.1.3 Paredes divisorias

- A.- Pared de madera EGO CLT 81mm+ Cámara de aire
- B.- Pared de madera EGO CLT 81mm+ Cámara de aire+ Pladur

4.2.1.4 Forjados EGO CLT

- A.-Pared de madera EGO CLT 135mm
- B.- Pared de madera EGO CLT 135mm + Suelo flotante
- C.-Pared de madera EGO CLT 135mm+ Suelo flotante+ Suelo acabado
- D.-Pared de madera EGO CLT 135mm+ Suelo flotante+ Falso techo

4.2.1.5 Forjados EGO CLT MIX

- A.-Pared de madera EGO CLT con nervios
- B.-Pared de madera EGO CLT con nervios+ Falso techo

4.2.1.6 Forjado EGO CLT-Hormigón

4.2.2 Ensayos a Fuego con paneles CLT

- 4.2.2.1 Ensayos a fuego
- 4.2.2.2 Metodología de diseño a fuego
 - a) Caracterización (Ensatec)
 - b) Resistencia al fuego (LGAI)

4.2.3 Otros Ensayos

- 4.2.3.1 Sismo (FCBA Bordeaux)
- 4.2.3.2 Higrotérmico (CSTB)

1.1 DEFINICIÓN: PANELES CONTRALAMINADOS EGO CLT

Son paneles de madera macizos formados por tablas encoladas por capas y cruzadas entre las mismas, siempre en número impar de capas. Estas tongadas están formadas por tablas cuyo espesor corresponde a las necesidades de la sección global del panel contralaminado. Espesores de láminas: 20, 25, 30 y 40 mm.

Sobre la primera capa se extiende una lámina de cola en toda la superficie de la madera, después se vuelve a colocar una segunda planchada en sentido transversal (90º respecto a la precedente), seguidamente se vuelve a extender una nueva lámina de cola y se vuelve a colocar una nueva capa de madera sobre ésta, hasta completar el número requerido por la sección final del panel. (Ref. cuadro 1.1.)

El número de capas de madera: 3, 5, 7, 9 y 13 (Siempre en número impar)

Una vez colocadas todas las capas de madera se procede al prensado.

No se encolan las tablas en su canto con el objeto de evitar las fendas de las tablas que componen su capa más superficial.

Una de las características del CLT es su estabilidad dimensional (largo y ancho) creada por la retención que realiza la fibra de madera colocada en sentido longitudinal respecto a las tablas adyacentes colocadas en sentido transversal. (La fibra de la madera es muy estable en el sentido longitudinal, es decir en la dirección del eje del árbol)

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN:

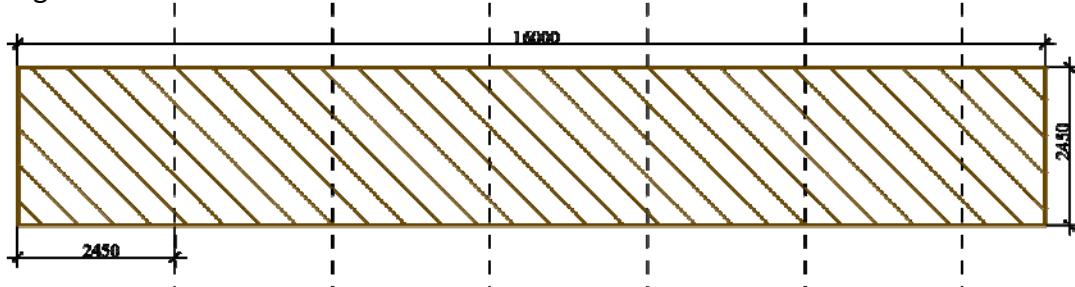
En los dos centros de producción que disponemos NATXITUA Y LEGUTIO, tenemos dos sistemas de producción diferenciados

1.-En Natxitua disponemos un SISTEMA FLEXIBLE. Llamamos sistema flexible aquel en el que se fabrican los paneles con las medidas acordes a las necesidades del proyecto, (Gran variabilidad de la dimensión de los paneles CLT en largo y ancho), siempre dentro de los límites de fabricación que se establecen en base al tamaño de la prensa, y la capacidad de la maquinaria de corte y transporte. Las dimensiones máximas de los paneles en este sistema son:

LONGITUD	14.000mm
ANCHO	3.750mm
ESPESOR	360mm

2.- En Legutio tenemos el SISTEMA ESTÁNDAR. Llamamos sistema estándar cuando se establecen unos formatos de panel cuyo ancho y longitud son determinados.

Fig. 1



Formatos de los paneles CLT en el sistema ESTANDAR.

Ancho: 2,45, 2,70 y 2,95 metros (El panel bruto es 5 cm más ancho)

Largo: 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 metros

No obstante, cuando un proyecto definido demanda unas longitudes determinadas, se puede fabricar la longitud que fuera necesaria siempre y cuando en dicha longitud se fabriquen un mínimo de 10 m³ de CLT.

En ambos sistemas (Flexible y estándar), el espesor del panel CLT es el mismo

Espesores: (Ref cuadro 1.1)

60, 75, 90, 100, 120, 125, 140, 150, 160, 170, 180, 200, 230, 250, 280, 300, 320 y 360 mm

Cuadro 1.1

Panel	Capas	Composición (mm)					Espesor (mm)	Anchos (m)	Longitud (m)	Peso propio C24 ** (kg/m ²)	Volumen madera (l/m ²)
EGO CLT 60	3	20	20	20			60	*SISTEMA FLEXIBLE: ancho variable DE 0.2 hasta 3.8m	*max. 16m	32	60
EGO CLT 75	3	25	25	25			75			-	75
EGO CLT 90	3	30	30	30			90			47	90
EGO CLT 100	3	30	40	30			100			52	100
EGO CLT 120	3	40	40	40			120			67	120
EGO CLT 100	5	20	20	20	20		100			52	100
EGO CLT 120	5	30	20	20	20	30	120			67	120
EGO CLT 125	5	25	25	25	25	25	125			-	125
EGO CLT 140	5	40	20	20	20	40	140			78	140
EGO CLT 150	5	30	30	30	30	30	150			84	150
EGO CLT 160	5	40	20	40	20	40	160			90	160
EGO CLT 170	5	40	30	30	30	40	170			96	170
EGO CLT 180	5	40	30	40	30	40	180			100	180
EGO CLT 200	5	40	40	40	40	40	200			104	200
EGO CLT 230	7	40	30	30	30	30	230			129	230
EGO CLT 250	7	40	30	40	30	40	250			140	250
EGO CLT 280	7	40	40	40	40	40	280			157	280
EGO CLT 300 ⁺	8	40+40	30	40+40	30	40+40	300			168	300
EGO CLT 320 ⁺	8	40+40	40	40+40	40	40+40	320			180	320
EGO CLT 360	9	40+40	40+40	40	40+40	40+40	360			202	360

Sombreado oscuro: SECCIÓN HABITUAL

Sombreado claro: SECCIÓN POCO HABITUAL

Sin sombreado: SECCIÓN MUY POCO HABITUAL

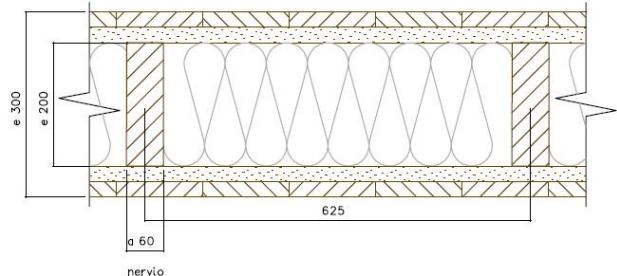
* Paneles fabricados a medida para cada obra. Consultar notas de transporte para dimensiones máximas transportables

** Densidad de pino radiata = 520kg/m³ Densidad de pícea = 450kg/m³

⁺ Capas de 80mm son dobles de 40mm.

La dirección de la fibra de las capas exteriores se puede elegir dependiendo en el uso del panel. Consultar a Egoin para espesores especiales

Fig. 2



1.2 – DEFINICIÓN: PANELES CONTRALAMINADOS EGO CLT MIX – (Panel Alveolar)

Paneles de madera alveolares. Se substituye la planchada central por una estructura de largueros de madera que configuran alveolos interiores que se rellenan con materiales de aislante térmico: lana de roca, lana de vidrio o fibra de madera. Se aplica la cola sobre los largueros – como si fuera la planchada de láminas – y se colocan arriba y abajo otras dos planchadas de tablas, formando un total de cinco capas.

Estos paneles aportan mejores prestaciones mecánicas y térmicas para un mismo volumen de madera por unidad de superficie. Su utilización principal son los forjados de plantas y cubiertas. Proporcionan una gran estabilidad, permitiendo edificar con luces relativamente importantes (de hasta 10-12m) para las cargas habituales de los edificios residenciales y administrativos.

Cuadro 1.2

Panel	Capas	Composición (mm)					Espesor (mm)	Ancho Nervio (mm)	Anchos (m)	Longitud (m)	Volumen de madera (l/m ²)		
		Estructura	Tabla	Total									
EGO CLT mix 240	5	25	25	140	25	25	240	62	de 0,2m a 3,8m *	max. 14m *	13	100	113
EGO CLT mix 300	5	25	25	200	25	25	300	62			19	100	119
EGO CLT mix 340	5	25	25	240	25	25	340	62			25	100	125
EGO CLT mix 360	5	30	30	240	30	30	360	62			25	120	145
EGO CLT mix 400	5	40	40	240	40	40	400	62			25	160	185

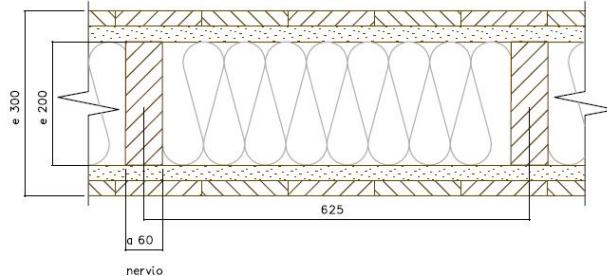
* Paneles fabricados a medida para cada obra. Consultar notas de transporte para dimensiones máximas transportables

Cuadro 1.2.1

Panel	Espesor Aislamiento (mm)	Lana de Roca - Fibra Mineral (ρ= 70kg/m ³ λ=0.040)						
		Peso Aislante	Peso Pino **	Peso Total PINO kg	Peso Picea **	Peso Total PICEA kg	R	U
EGO CLT mix 240	140	10	60	70	53	63	4,35	0,23
EGO CLT mix 300	200	14	64	78	55	69	5,55	0,18
EGO CLT mix 340	240	17	67	84	58	75	6,66	0,15
EGO CLT mix 360	240	17	75	92	65	82	6,66	0,15
EGO CLT mix 400	240	17	96	113	83	100	7,14	0,14

** Densidad de pino radiata = 520kg/m³ densidad de picea = 450kg/m³

Fig. 2



Cuadro 1.2.2

Panel	Espesor Aislamiento (mm)	Fibra de Madera ($\rho = 50 \text{kg/m}^3 \lambda = 0.038$)						
		Peso Aislante	Peso Pino **	Peso Total PINO kg	Peso Picea **	Peso Total PICEA kg	R	U
EGO CLT mix 240	140	7	60	67	53	60	4,54	0,22
EGO CLT mix 300	200	10	64	74	55	65	6,25	0,16
EGO CLT mix 340	240	12	67	79	58	70	7,14	0,14
EGO CLT mix 360	240	12	75	87	65	77	7,14	0,14
EGO CLT mix 400	240	12	96	08	83	95	7,69	0,13

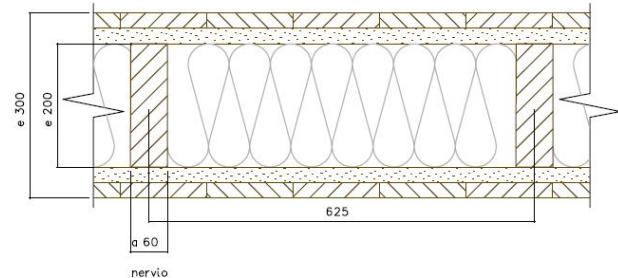
** Densidad de pino radiata = 520kg/m³ densidad de picea = 450kg/m³

Cuadro 1.2.3

Panel	Espesor Aislamiento (mm)	Fibra de Vidrio ($\rho = 30 \text{kg/m}^3 \lambda = 0.040$)						
		Peso Aislante	Peso Pino **	Peso Total PINO kg	Peso Picea **	Peso Total PICEA kg	R	U
EGO CLT mix 240	140	4	60	64	53	57	4,35	0,23
EGO CLT mix 300	200	6	64	70	55	61	5,55	0,18
EGO CLT mix 340	240	7	67	74	58	65	6,66	0,15
EGO CLT mix 360	240	7	75	82	65	72	6,66	0,15
EGO CLT mix 400	240	7	96	103	83	90	7,14	0,14

** Densidad de pino radiata = 520kg/m³ densidad de picea = 450kg/m³

Fig. 2



Cuadro 1.2.4

Panel	Espesor Aislamiento (mm)	Fibra de Vidrio (ρ= 30kg/m³ λ=0.035)							R	U
		Peso Aislante	Peso Pino **	Peso Total PINO kg	Peso Picea **	Peso Total PICEA kg				
EGO CLT mix 240	140	4	60	64	53	57	5,00	0,20		
EGO CLT mix 300	200	6	64	70	55	61	6,66	0,15		
EGO CLT mix 340	240	7	67	74	58	65	7,69	0,13		
EGO CLT mix 360	240	7	75	82	65	72	7,69	0,13		
EGO CLT mix 400	240	7	96	103	83	90	8,33	0,12		

** Densidad de pino radiata = 520kg/m³ densidad de picea = 450kg/m³

Cuadro 1.2.5

Panel	Espesor Aislamiento (mm)	Fibra de Vidrio (ρ= 30kg/m³ λ=0.032)							R	U
		Peso Aislante	Peso Pino **	Peso Total PINO kg	Peso Picea **	Peso Total PICEA kg				
EGO CLT mix 240	140	4	60	64	53	57	5,26	0,19		
EGO CLT mix 300	200	6	64	70	55	61	7,14	0,14		
EGO CLT mix 340	240	7	67	74	58	65	8,33	0,12		
EGO CLT mix 360	240	7	75	82	65	72	8,33	0,12		
EGO CLT mix 400	240	7	96	103	83	90	9,10	0,11		

** Densidad de pino radiata = 520kg/m³ densidad de picea = 450kg/m³

1.3 – DEFINICIÓN: PANELES CONTRALAMINADOS EGO CLT LIGHT

(Aligerado mediante espaciamiento de las tablas de sus capas internas)

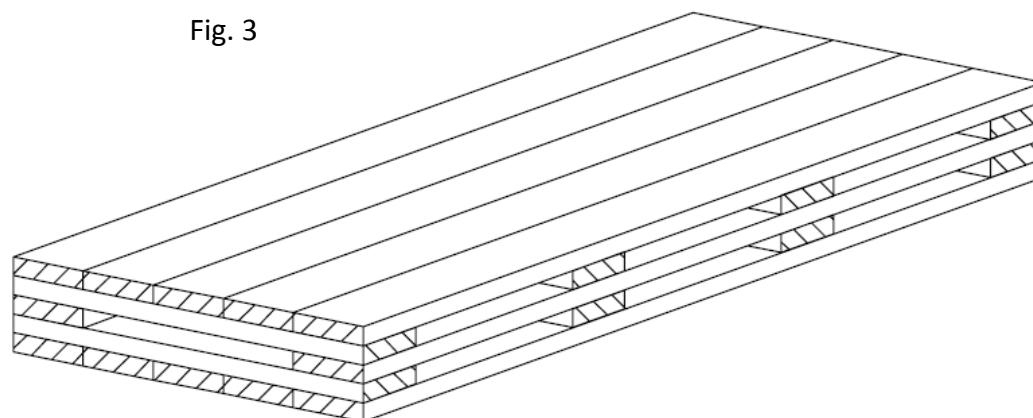
Este material se caracteriza por su muy buena estabilidad dimensional, se utiliza en forjados de entreplanta de luces superiores a 6m con la pretensión de aligerar tanto la carga, en un 45%, y por lo tanto el coste.

Cuadro 1.3

Panel	Capas	Composición (mm)						Espesor (mm)	Anchos (m)	Longitud (m)	Peso propio Pino ** (kg/m ²)	Peso propio Picea ** (kg/m ²)	Volumen de madera (l/m ²)
EGO CLT 150 A	5	30	30	30	30	30		150			47	41	93
EGO CLT 180 A	5	30	40	40	40	30		180	de 0,2m a 3,8m *	max. 14m *	52	45	105
EGO CLT 200 A	5	40	40	40	40	40		200			62	54	125
EGO CLT 280 A	7	40	40	40	40	40	40	280			76	66	151

** Densidad de pino radiata = 520kg/m³ densidad de picea = 450kg/m³

Fig. 3



1.4 – DEFINICIÓN: PANELES CONTRALAMINADOS EGO CLT TT

(Sistema mixto encolando: CLT + vigas de madera laminada)

Paneles de madera con forma de T. Aumento de inercia mediante el encolado de paneles CLT y vigas de madera laminada. Su utilización principal son los forjados de plantas y cubiertas de luces superiores a 10m.

Cuadro 1.4

Panel	Capas	Composición (mm)				Espesor (mm)	Ancho Viga (mm)	Anchos (m)	Longitud (m)	Volumen de madera (l/m ²)		
		CLT	Vigas	Total						CLT	Vigas	Total
EGO CLT 60TT	4	20	20	20	400	460	100	2.4m *	max. 16m *	60	92	152
EGO CLT 75TT	4	25	25	25	520	595	100			75	116	191
EGO CLT 100TT	4	30	40	30	600	700	120			100	168	268

Fig. 4

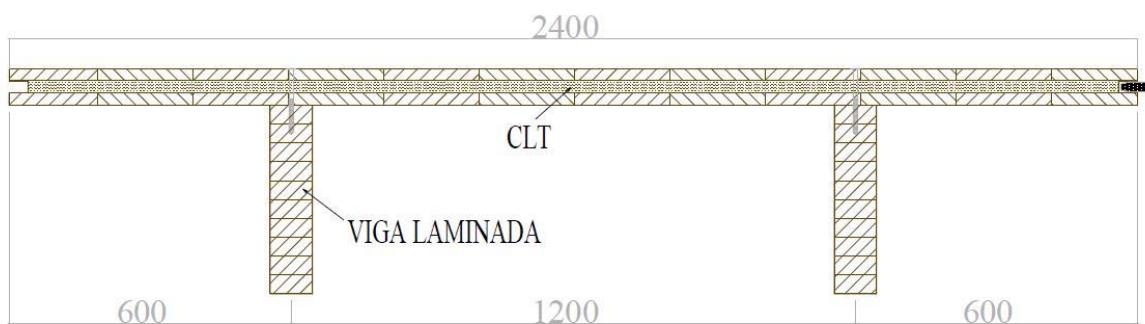


Foto 1



1.5 – RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS

Resistencia característica de las maderas utilizadas en composición para EGO CLT y EGO CLT MIX

PINO RADIATA Y PICEA ABIES

Cuadro 1.5.1

Propiedades físicas y mecánicas del material			MADERA CONTRALAMINADA clase resistente C24
Resistencia característica [N/mm ²]			
	Flexión	f _{m,k}	24
	Tracción paralela	f _{t,0,k}	14
	Tracción perpendicular	f _{t,90,k}	0.4
	Compresión paralela	f _{c,0,k}	21
	Compresión perpendicular	f _{c,90,k}	2.5 – 3.1 (Pino Radiata)
	Cortante	f _{v,k}	2.7
Rigidez [N/mm ²]	Módulo de elasticidad paralelo	E _{0,g,medio}	11600
	Módulo de elasticidad perpendicular	E _{90,medio}	370
	Módulo transversal medio	G _{medio}	690
	Módulo de rodadura	G _R	50
Densidad [kg/m ³]	Densidad característica	ρ _k *	420
	Densidad media	ρ _{medio} **	520

Cuadro 1.5.2

Propiedades físicas y mecánicas del material			MADERA CONTRALAMINADA clase resistente C40
Resistencia característica [N/mm ²]			
	Flexión	f _{m,k}	40
	Tracción paralela	f _{t,0,k}	24
	Tracción perpendicular	f _{t,90,k}	0.4
	Compresión paralela	f _{c,0,k}	26
	Compresión perpendicular	f _{c,90,k}	2.9
	Cortante	f _{v,k}	2.7
Rigidez [N/mm ²]	Módulo de elasticidad paralelo	E _{0,g,medio}	14000
	Módulo de elasticidad perpendicular	E _{90,medio}	470
	Módulo transversal medio	G _{medio}	880
	Módulo de rodadura	G _R	50
Densidad [kg/m ³]	Densidad característica	ρ _k *	420
	Densidad media	ρ _{medio} **	520

1.6 – CALIDAD VISUAL

Calidades visuales de las maderas utilizadas en composición con EGO CLT y EGO CLT MIX

No vista:

Permitido:

- Bolsas de Resina
- Nudos saltadizos
- Médula
- Azulados
- Decoloraciones
- Canto muerto
- Residuos de cola

No toda la superficie está cepillada.

Foto 2



Industrial:

NO Permitido:

- Nudos saltados de diámetro mayor a 20mm.
- Azulado
- Canto muerto

Permitido:

- Nudos en densidad, coloración y diámetro natural.
- Médula
- Alguna bolsa de resina
- Coloraciones diversas admitidas
- Residuos de cola

Toda la superficie cepillada.

Foto 3



Visto:

NO Permitido:

- Agujeros/nudos saltados de calibre superior a 15mm en diámetro
- Azulado
- Canto muerto
- Médula
- Bolsas de resina de diámetro superior a 10mm

Foto 4

Permitido:

- Nudos sanos con su correspondiente coloración.
- Coloraciones de cierto rango y algún pequeño escape de cola.

Toda la superficie de los paneles vistos va cepillada.



1.7 – ESPECIES DE MADERA

Las especies de madera comúnmente utilizadas para paneles EGO CLT y EGO CLT MIX son:

PINO RADIATA: la madera más comúnmente usada, de coloración blanco marfil mate con tonos ligeramente rojizos. Madera de muy buena resistencia estructural, es un material altamente higroscópico. Densidad media $\rho_k = 520 \text{ kg/m}^3$.

PINO MARITIMO: madera de densidad media, abundantes bolsas de resina, nudos más marcados y de calibre grande.

$\rho_k = 500 \text{ kg/m}^3$. El duramen tiene un tono rojizo más profundo.

PINO SILVESTRE: de densidad media $\rho_k = 520 \text{ kg/m}^3$, anillos de crecimiento muy pequeños, en general nudos más oscuros, corazón rojizo, albura blanco mate.

ALERCE: se caracteriza por un color rojo homogéneo, escasa albura, buena resistencia estructural, clasificación de resistencia al fuego B-S1-d0 al fuego y durabilidad al exterior.

PICEA ABIES: material blanco ligero y estable, de baja higroscopia, y densidad media de $\rho_k = 440 \text{ kg/m}^3$.

CIPRES DE LAWSON: material de color blanco tostado, densidad media baja (480 kg/m^3), olor penetrante muy agradable, nudos de tamaño reducido, excelente resistencia estructural y resistencia natural a la picadura de insecto.

* Todas las densidades aquí dadas están al 12% de humedad.

NOTA: se podría llegar a combinar las distintas especies en el mismo CLT, dependiendo del uso que se le vaya a dar.

1.8 – USO DE LOS PANELES ESTRUCTURALES EGO CLT

Los paneles CLT se destinan a la edificación en general, para crear elementos de pared, forjados y cubiertas, pudiendo construir un edificio entero en su totalidad (una volumetría arquitectónica).

Foto 5



Con este material se pueden construir edificios de todo tipo: residencial de baja densidad, residencial colectivo, edificios de uso público como escuela, guarderías, centro cívicos, residencias de tercera edad, pero también naves industriales o naves comerciales.

Foto 6



1.9 – PREDIMENSIONAMIENTO DE PANELES EGO CLT

Las siguientes tablas reflejan los espesores de CLT requeridos en base a luces y cargas variables. Los datos son indicativos y siempre deberán ser verificados por una calculista.

En el eje vertical de las tablas se ha colocado la suma de cargas permanentes (G_k) y variables (Q_k). Los valores típicos para una vivienda se han considerado como $G_k=1\text{kN/m}^2$ y variables $Q_k=2\text{kN/m}^2$. Un trazo grueso marca este valor como referencia. El eje horizontal muestra la luz máxima recomendada.

Respecto a los varios coeficientes considerados en el CTE, se han asumido los típicos para una vivienda unifamiliar, siendo estos:

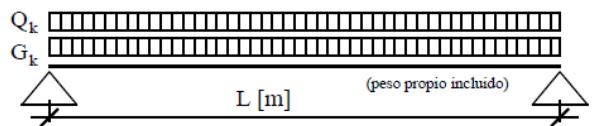
k_{mod} 0,8	para cargas de duración media (DB SE-M Tabla 2.4)
k_{def} 0,6	para clase de servicio 1 (DB SE-M Tabla 5.1)
ψ_2 0,3	para cargas de categorías A y B (DB SE Tabla 4.2)

si la situación considerada es distinta al de vivienda unifamiliar, deberán de hacerse cálculos con los factores de seguridad pertinentes.

Finalmente, los límites a deformación son los considerados en el DB SE Capítulo 4.3.3.1:

Confort	luz/350
Integridad	luz/300
Apariencia	luz/300

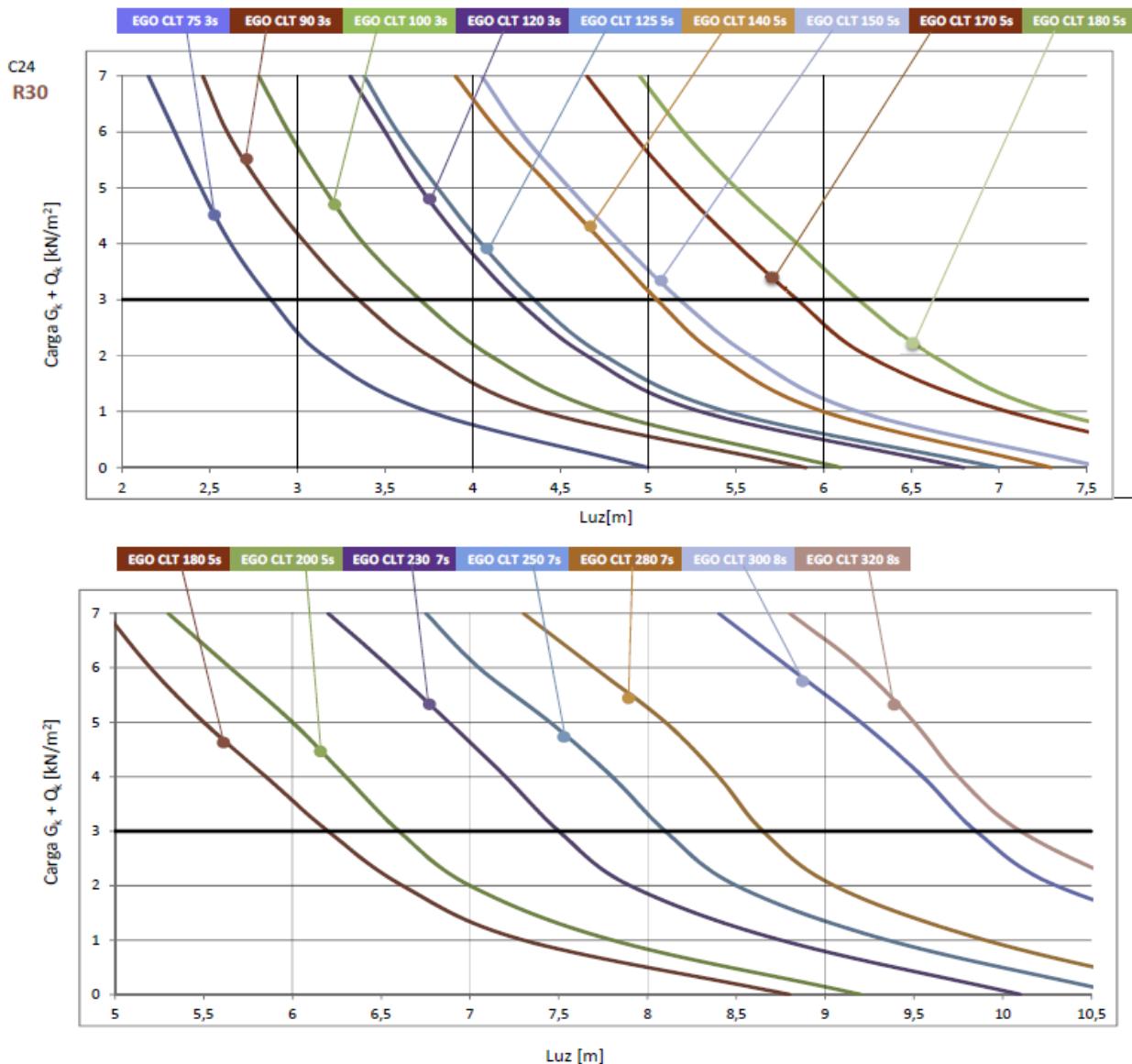
Nótese que la integridad puede ser menor a luz/400 o L/500 en casos de pavimentos rígidos y tabiquería frágil. En estos casos, deberán hacerse cálculos específicos.



1.9.1 Paneles de Forjado: EGO CLT Pino Radiata y Picea Abies

1.9.1.1 Paneles de Forjado EGO CLT biapoyado DEFORMACION

Cuadro 1.9.1.1



- G_k Sobrecarga de la estructura, sin el peso propio del panel.

- Q_k Sobrecarga de uso, para viviendas $2\text{kN}/\text{m}^2$

- Peso propio de los paneles incluido en las tablas, para pino radiata, $520\text{kg}/\text{m}^3$

- Factores de seguridad y combinación de cargas:

$$k_{\text{mod}} 0,8$$

$$\gamma_m 1,3$$

$$k_{\text{def}} 0,6$$

$$\psi_2 0,3$$

- Límites de flechas aplicados:

Confort

$\text{luz}/350$

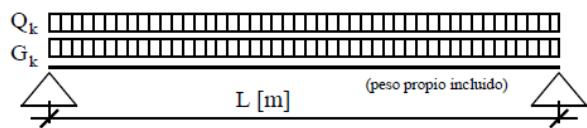
Integridad y Apariencia

$\text{luz}/300$

La integridad puede ser menor a $\text{luz}/400$ o $L/500$ para particiones frágiles.

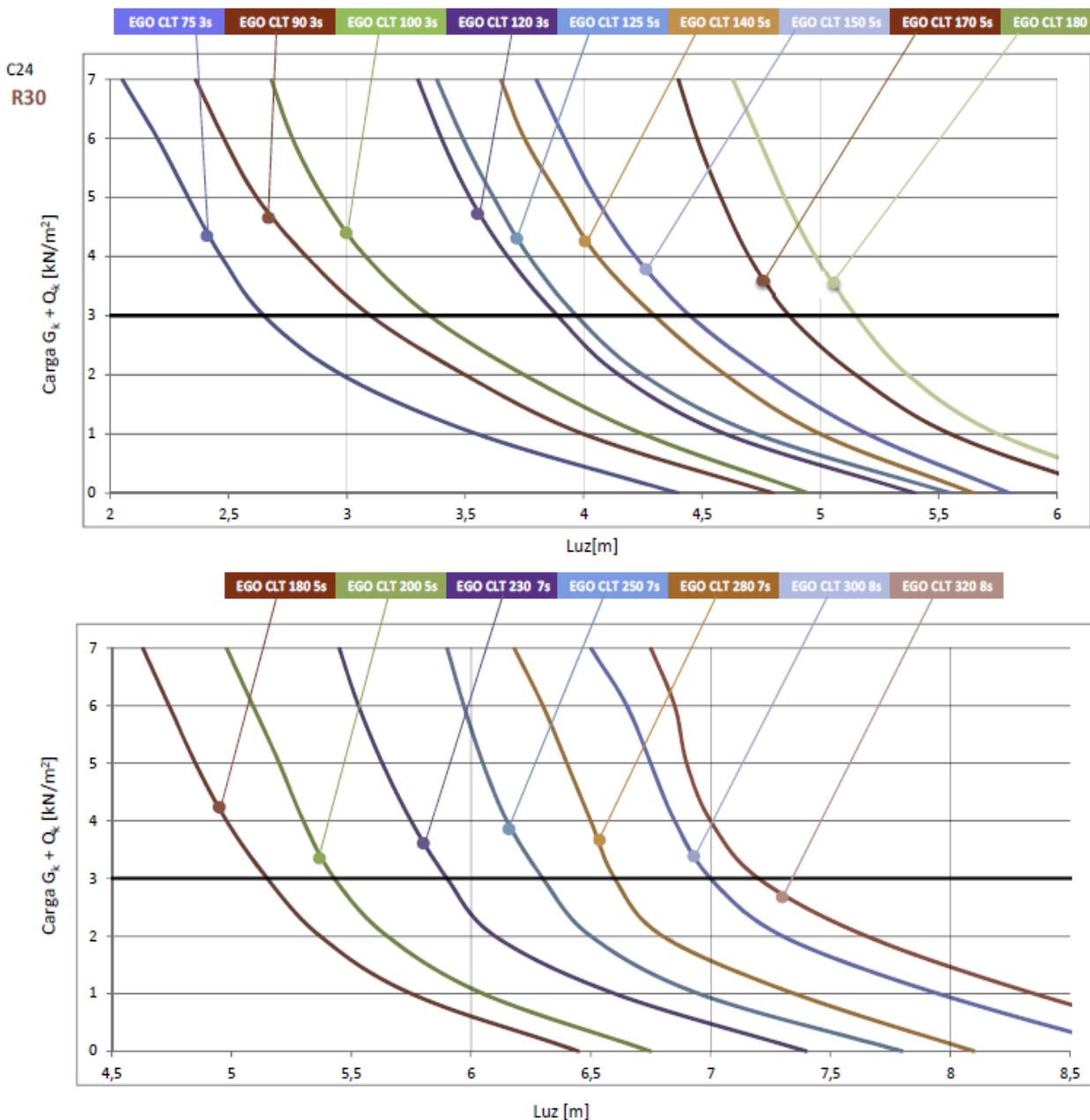
- Todos los paneles, menos CLT 75, tienen R30 en una cara, con índice de carbonización de $0,7\text{mm}/\text{min}$

- Diseño no incluye comprobaciones a vibración.

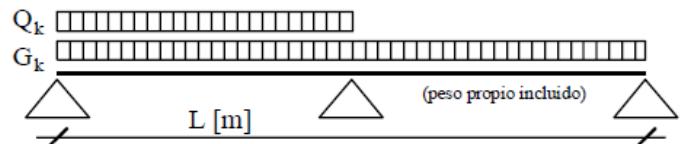


1.9.1.2 Paneles de Forjado EGO CLT biapoyado VIBRACION

Cuadro 1.9.1.2

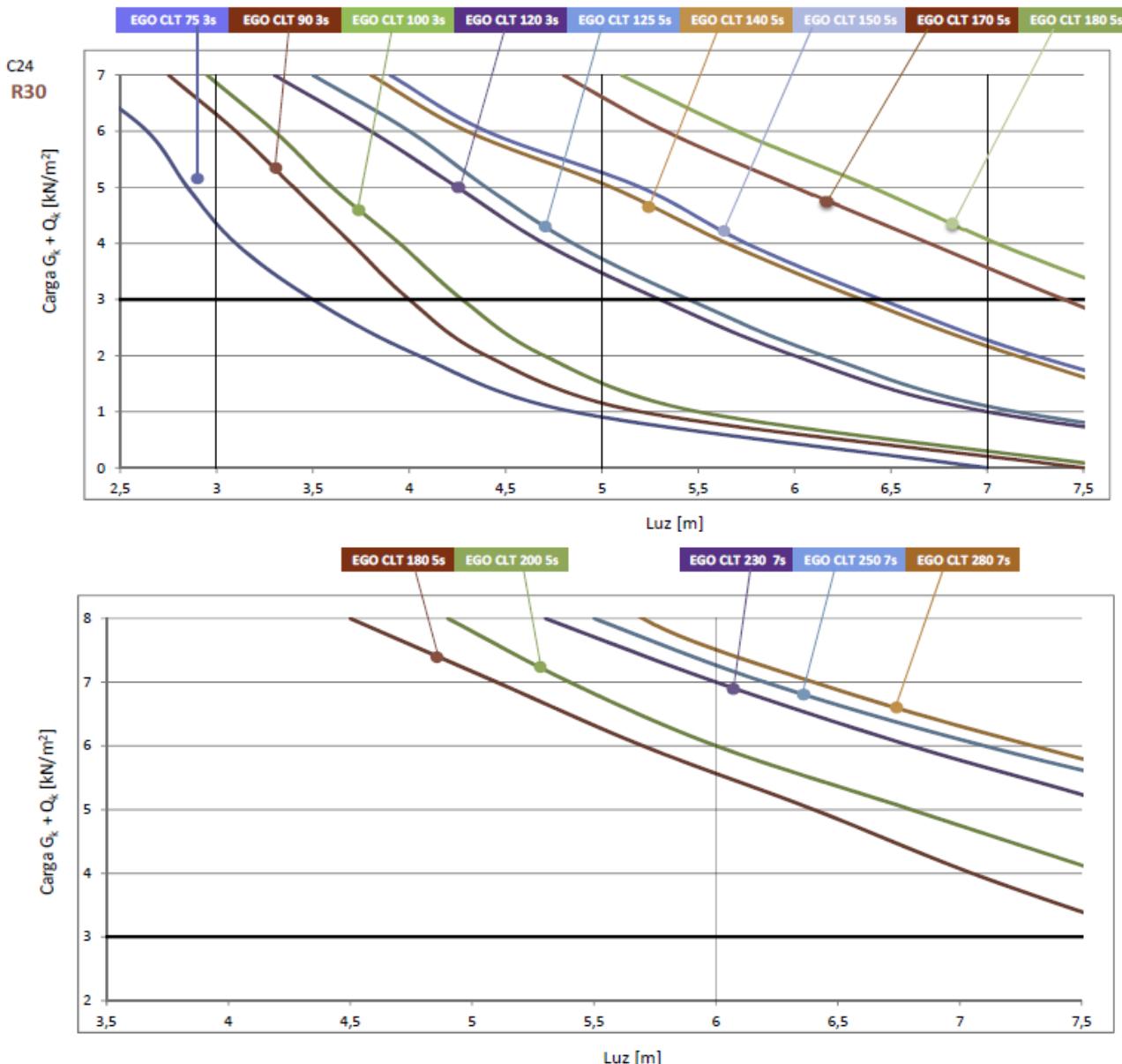


- G_k Sobrecarga de la estructura, sin el peso propio del panel.
- Q_k Sobrecarga de uso, para viviendas $2\text{kN}/\text{m}^2$
- Peso propio de los paneles incluido en las tablas, para pino radiata, $520\text{kg}/\text{m}^3$
- Factores de seguridad y combinación de cargas:
 $k_{\text{mod}} 0,8$ $\gamma_m 1,3$ $k_{\text{def}} 0,6$ $\psi_2 0,3$
- Límites de flechas aplicados:
Confort $\text{luz}/350$ Integridad y Apariencia $\text{luz}/300$
La integridad puede ser menor a $\text{luz}/400$ o $L/500$ para particiones frágiles.
- Todos los paneles, menos CLT 75, tienen R30, con índice de carbonización de $0,7\text{mm}/\text{min}$
- **Diseño incluye comprobaciones a vibración según CLT Handbook FP Innovations**

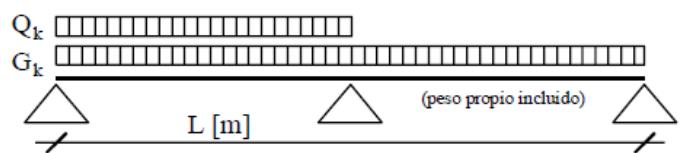


1.9.1.3 Paneles de Forjado EGO CLT triapoyado DEFORMACION

Cuadro 1.9.1.3

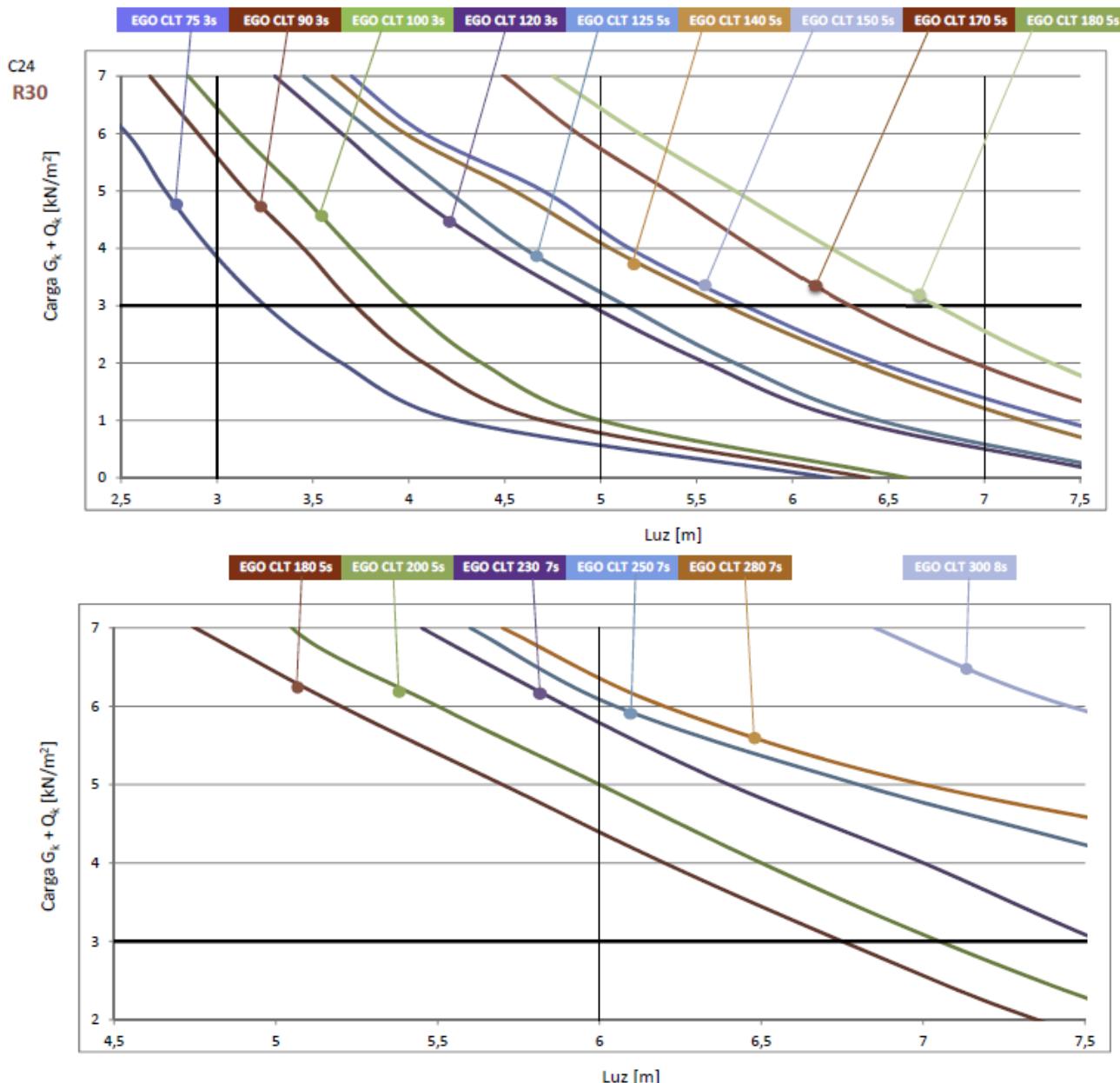


- G_k Sobrecarga de la estructura, sin el peso propio del panel.
- Q_k Sobrecarga de uso, para viviendas $2\text{kN}/\text{m}^2$
- Peso propio de los paneles incluido en las tablas, para pino radiata, $520\text{kg}/\text{m}^3$
- Factores de seguridad y combinación de cargas:
 $k_{\text{mod}} 0,8$ $\gamma_m 1,3$ $k_{\text{def}} 0,6$ $\psi_2 0,3$
- Límites de flechas aplicados:
Confort $\text{luz}/350$ Integridad y Apariencia $\text{luz}/300$
La integridad puede ser menor a $\text{luz}/400$ o $L/500$ para particiones frágiles.
- Todos los paneles, menos CLT 75, tienen R30, con índice de carbonización de $0,7\text{mm}/\text{min}$
- Diseño no incluye comprobaciones a vibración.

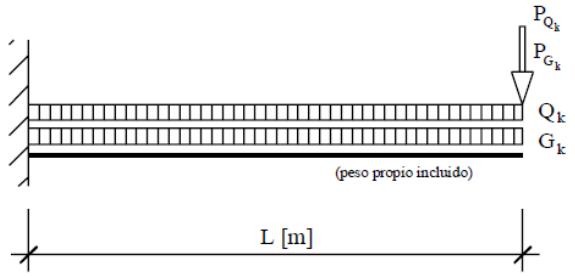


1.9.1.4 Paneles de Forjado EGO CLT triapoyado VIBRACION

Cuadro 1.9.1.4

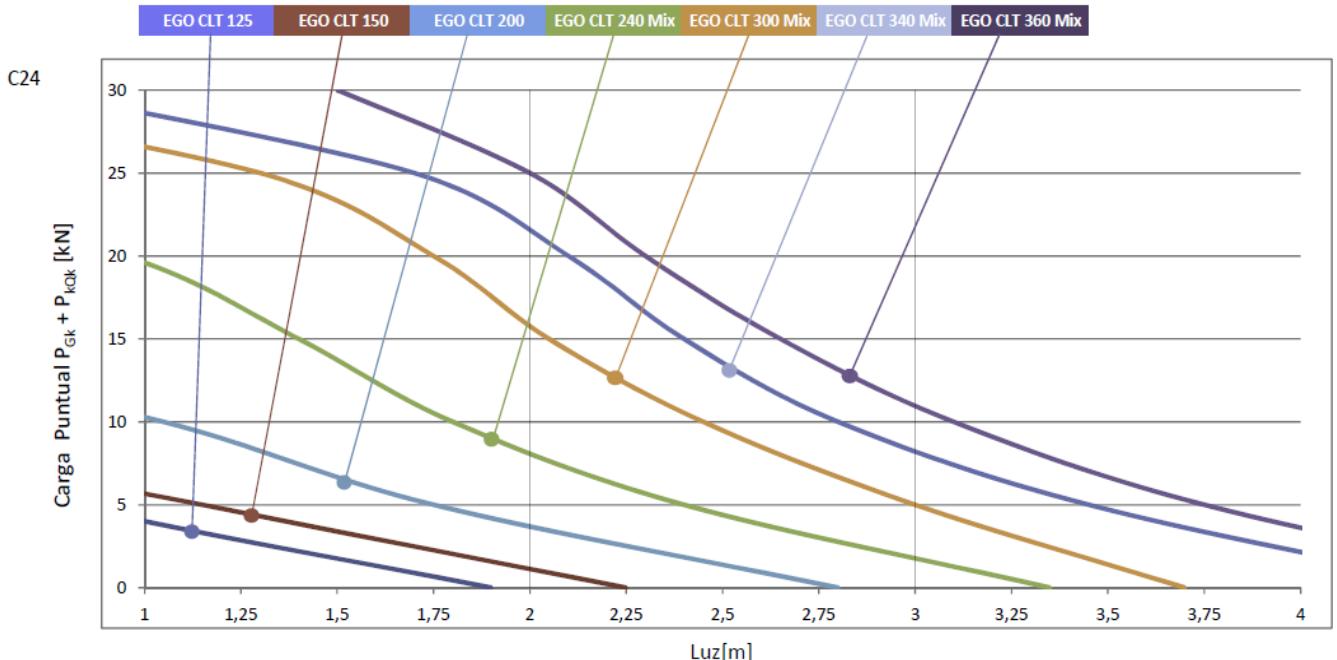


- G_k Sobrecarga de la estructura, sin el peso propio del panel.
- Q_k Sobrecarga de uso, para viviendas 2kN/m²
- Peso propio de los paneles incluido en las tablas, para pino radiata, 520kg/m³
- Factores de seguridad y combinación de cargas:
 k_{mod} 0,8 γ_m 1,3 k_{def} 0,6 ψ_2 0,3
- Límites de flechas aplicados:
 Confort luz/350 Integridad y Apariencia luz/300
 La integridad puede ser menor a luz/400 o L/500 para particiones frágiles.
- Todos los paneles, menos CLT 75, tienen R30, con índice de carbonización de 0,7mm/min
- **Diseño incluye comprobaciones a vibración según CLT Handbook FP Innovations**

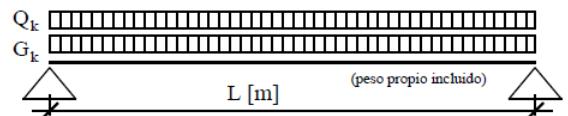


1.9.2 Paneles de Forjado: EGO CLT en Voladizo

Cuadro 1.9.2



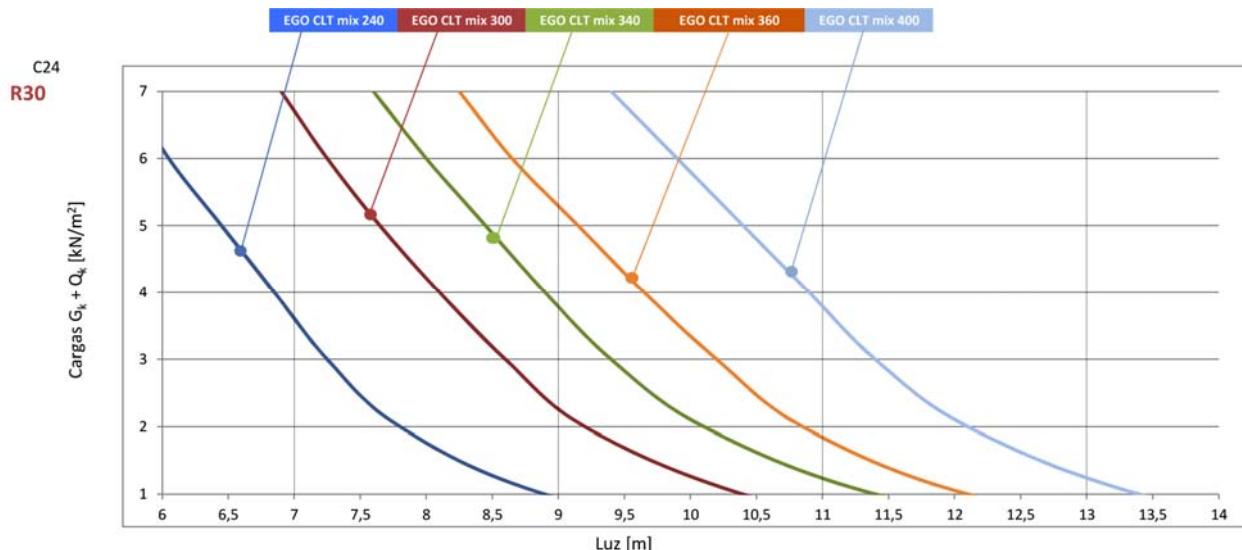
- P_{G_k} Sobrecarga permanente puntual sobre la punta de la estructura en KN
- P_{Q_k} Sobrecarga de uso puntual sobre la punta de la estructural en kN
- El gráfico considera también una sobrecarga uniforme de $G_k = 1\text{ kN/m}^2$ y $Q_k = 2\text{ kN/m}^2$
- Peso propio de los paneles está incluido en las tablas, para pino radiata, 520 kg/m^3
- Factores de seguridad y combinación de cargas:
 $k_{\text{mod}} 0,8$ $\gamma_m 1,3$ $k_{\text{def}} 0,6$ $\psi_2 0,3$
- Límites de flechas aplicados:
Confort luz/350 Integridad y Apariencia luz/300
La integridad puede ser menor a luz/400 o L/500 para particiones frágiles
- Todos los paneles tienen R30, con índice de carbonización de 0,7mm/min.
- Diseño no incluye comprobaciones a vibración.



1.9.3 Paneles de Forjado: EGO CLT MIX Pino Radiata

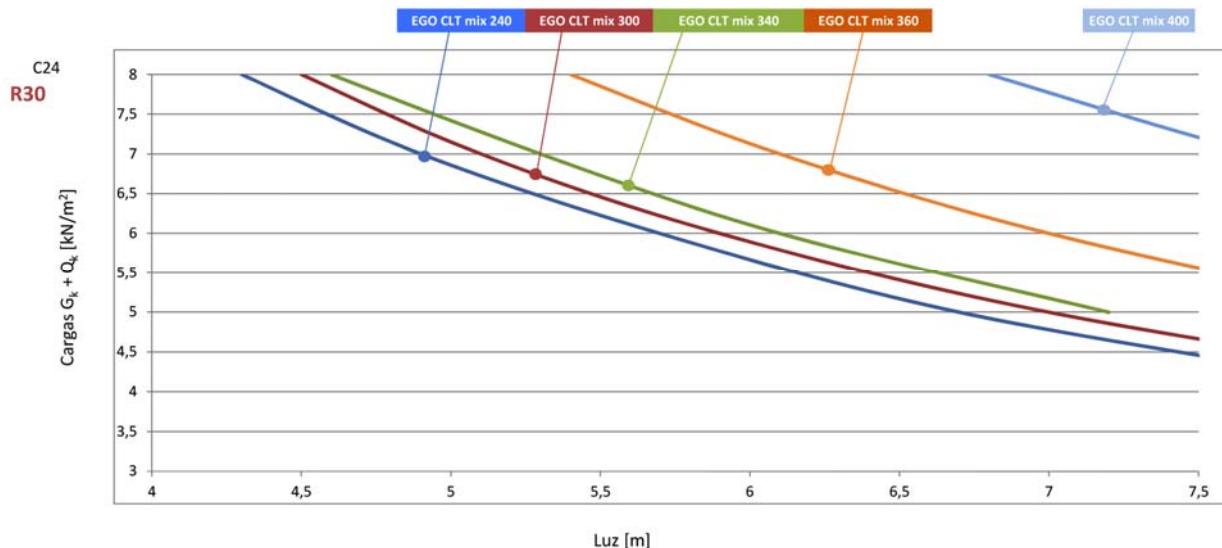
1.9.3.1 Paneles de Forjado EGO CLT MIX biapoyado DEFORMACIÓN

Cuadro 1.9.3.1

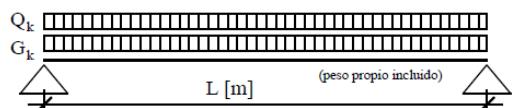


1.9.3.2 Panales de Forjado EGO CLT MIX triapoyado DEFORMACIÓN

Cuadro 1.9.3.2

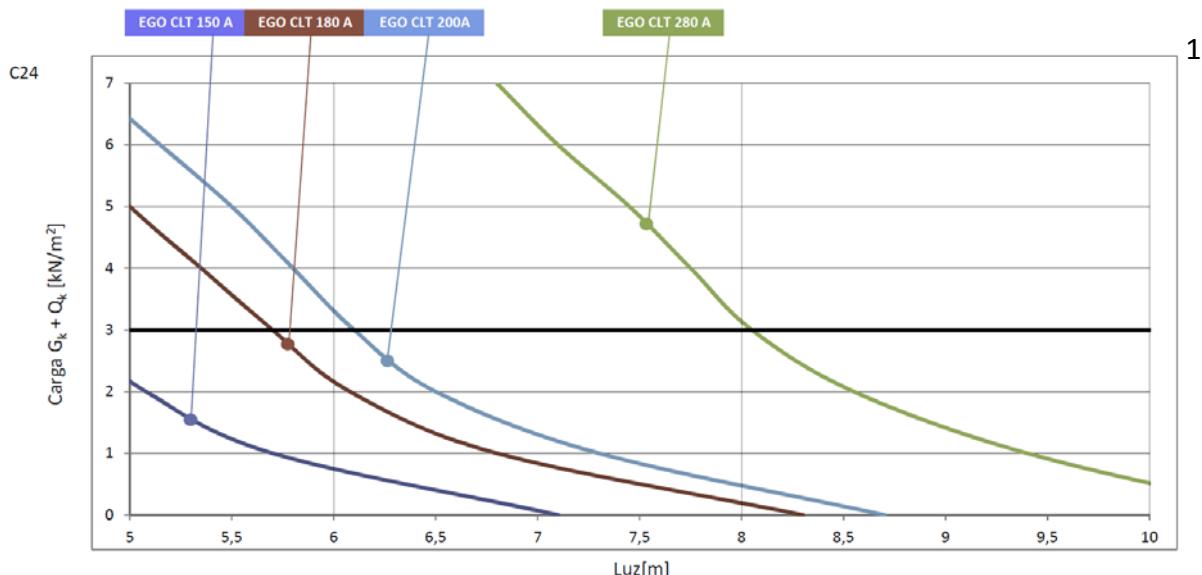


- G_k Sobrecarga de la estructura, sin el peso propio del panel, Q_k Sobrecarga de uso, nieve y viento.
- Peso propio de los paneles incluido en las tablas, para pino radiata, $520\text{kg}/\text{m}^3$
- Factores de seguridad y combinación de cargas:
 $k_{\text{mod}} 0,8$ $\gamma_m 1,3$ $k_{\text{def}} 0,6$ $\psi_2 0,3$
- Límites de flechas aplicados:
Confort $\text{luz}/350$ Integridad y Apariencia $\text{luz}/300$ (sin criterio de vibración)
- Todos los paneles tienen R30, con índice de carbonización de $0,7\text{mm}/\text{min}$.



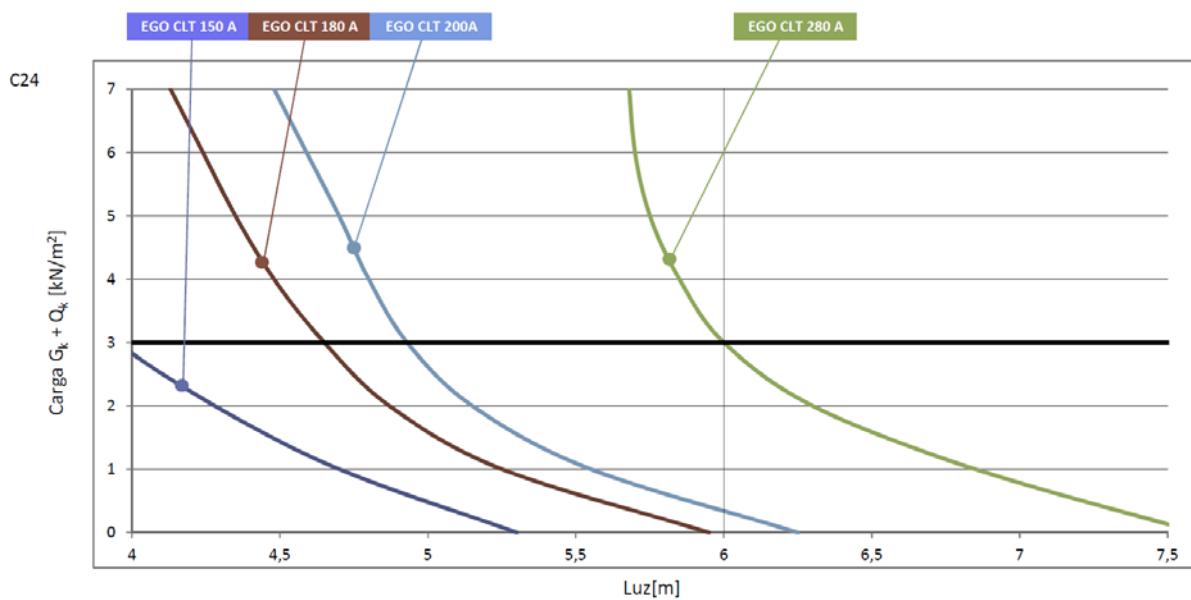
1.9.4 Paneles de Forjado: EGO CLT Light Pino Radiata

1.9.4.1 Paneles de Forjado EGO CLT biapoyado DEFORMACIÓN



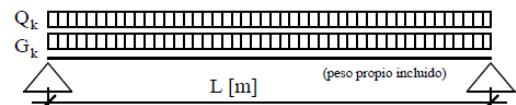
1.9.4.2 Paneles de Forjado EGO CLT biapoyado VIBRACIÓN

Cuadro 1.9.4.2



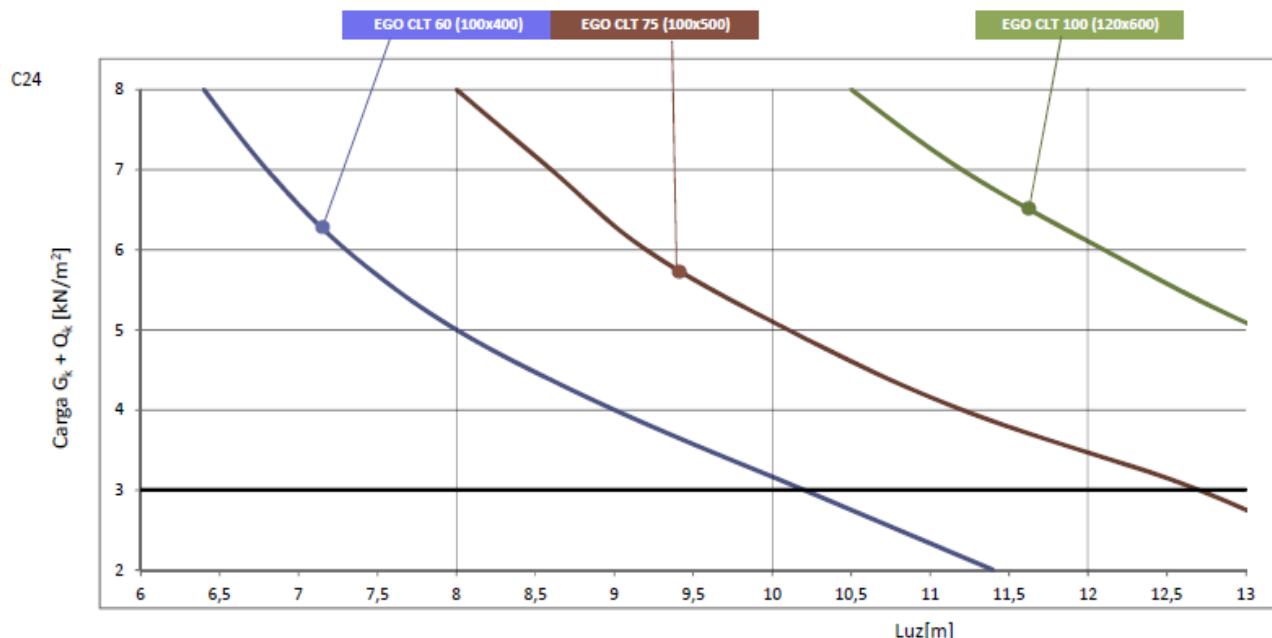
- G_k Sobrecarga de la estructura, sin el peso propio del panel.
- Q_k Sobrecarga de uso, para viviendas 2 kN/m^2
- Peso propio de los paneles incluido en las tablas, para pino radiata, 520 kg/m^3
- Factores de seguridad y combinación de cargas:

$$k_{\text{mod}} 0,8 \quad \gamma_m 1,3 \quad k_{\text{def}} 0,6 \quad \psi_2 0,3$$
- Límites de flechas aplicados:
 Confort $\text{luz}/350$ Integridad y Apariencia $\text{luz}/300$
 La integridad puede ser menor a $\text{luz}/400$ o $L/500$ para particiones frágiles.
- Diseño no incluye comprobaciones a vibración



1.9.5 Paneles de Forjado: EGO CLT TT Pino Radiata y Picea Abies

1.9.5.1 Paneles de Forjado EGO CLT TT biapoyado DEFORMACIÓN

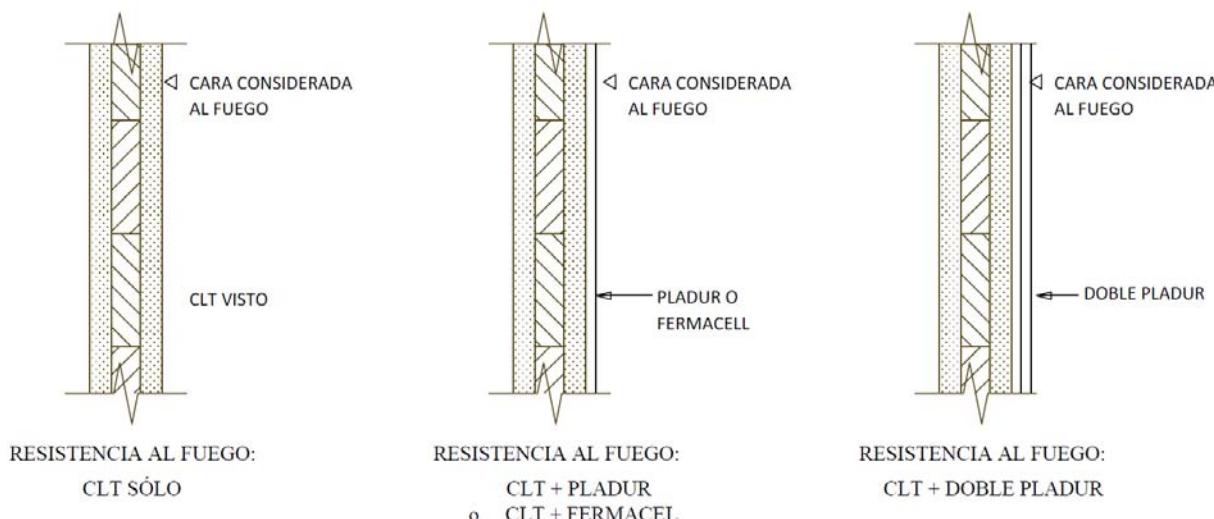


- G_k Sobrecarga de la estructura, sin el peso propio del panel, Q_k Sobrecarga de uso, nieve y viento.
- Peso propio de los paneles incluido en las tablas, para pino radiata, $520\text{kg}/\text{m}^3$
- Factores de seguridad y combinación de cargas:
 $k_{\text{mod}} 0,8$ $\gamma_m 1,3$ $k_{\text{def}} 0,6$ $\psi_2 0,3$
- Límites de flechas aplicados:
 Confort $\text{luz}/350$ Integridad y Apariencia $\text{luz}/300$ (sin criterio de vibración)
- Todos los paneles tienen R30, con índice de carbonización de 0,7mm/min; 3 caras vistas de viga + cara inferior del CLT.

1.9.6 Paneles de Pared

En las tablas de carga de paredes han sido consideradas las siguientes notas:

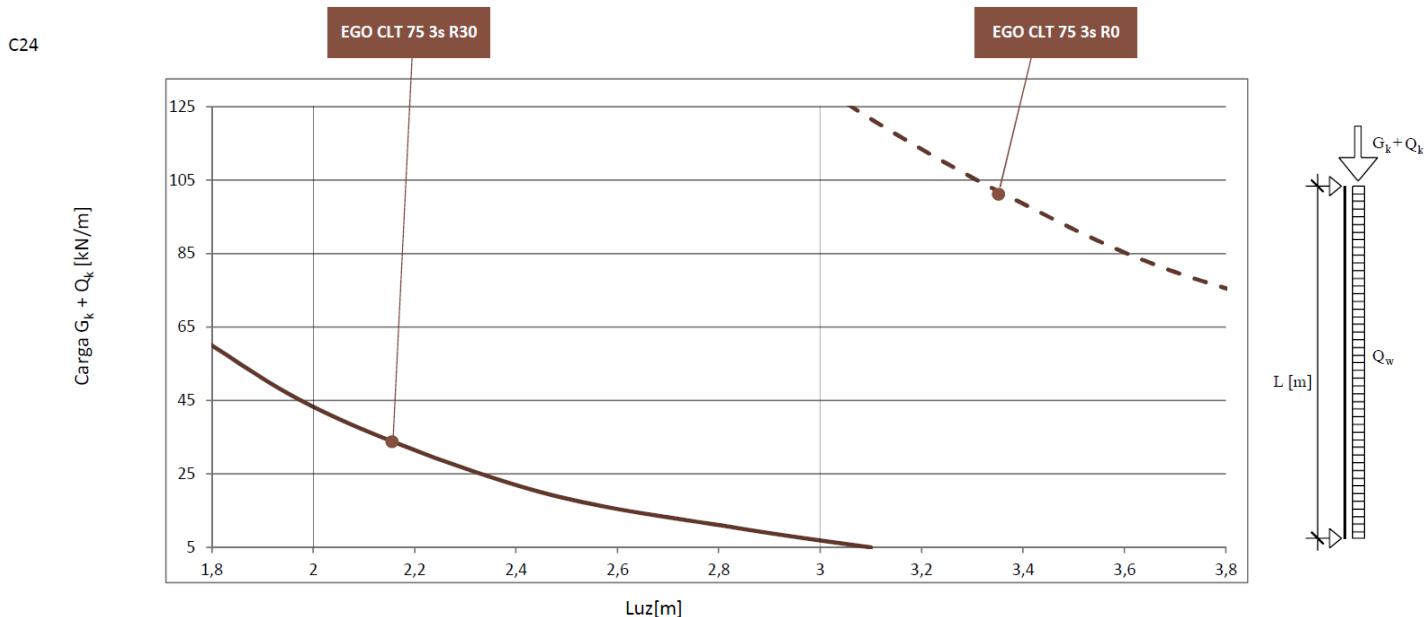
- G_k Sobrecarga de la estructura de pisos superiores.
- Q_k Sobrecarga de uso, nieve y viento, de pisos superiores
- Q_{kw} Carga de viento tomada como 1 kN/m^2 .
- Peso propio de los paneles considerados incluido en las tablas, para pino radiata, 520 kg/m^3
- Factores de seguridad y combinación de cargas:
 $k_{mod} 0,8$ $\gamma_m 1,3$ $k_{def} 0,6$ $\psi_2 0,3$
- Límites de flechas aplicados para cargas horizontales:
 Integridad $\text{luz}/300$
 La integridad puede ser menor a $\text{luz}/400$ o $L/500$ para particiones frágiles.
- Los paneles están comprobados a pandeo.
- Índice de carbonización considerado es $0,7\text{ mm/min}$, por una cara sólo del panel, esto es, se ha considerado la compartimentación con los paneles actuando como cortafuegos, según EN1995-1-2.
- Las resistencias al fuego mencionadas, R0, R30, R60 etc son de los PANELES DE CLT sólos, sin acabados. Colocar capas de pladur, fermacell u otros acabados mejorará la resistencia al fuego mencionada.



1.9.6 Paneles de Pared: EGO CLT Pino Radiata y Picea Abies

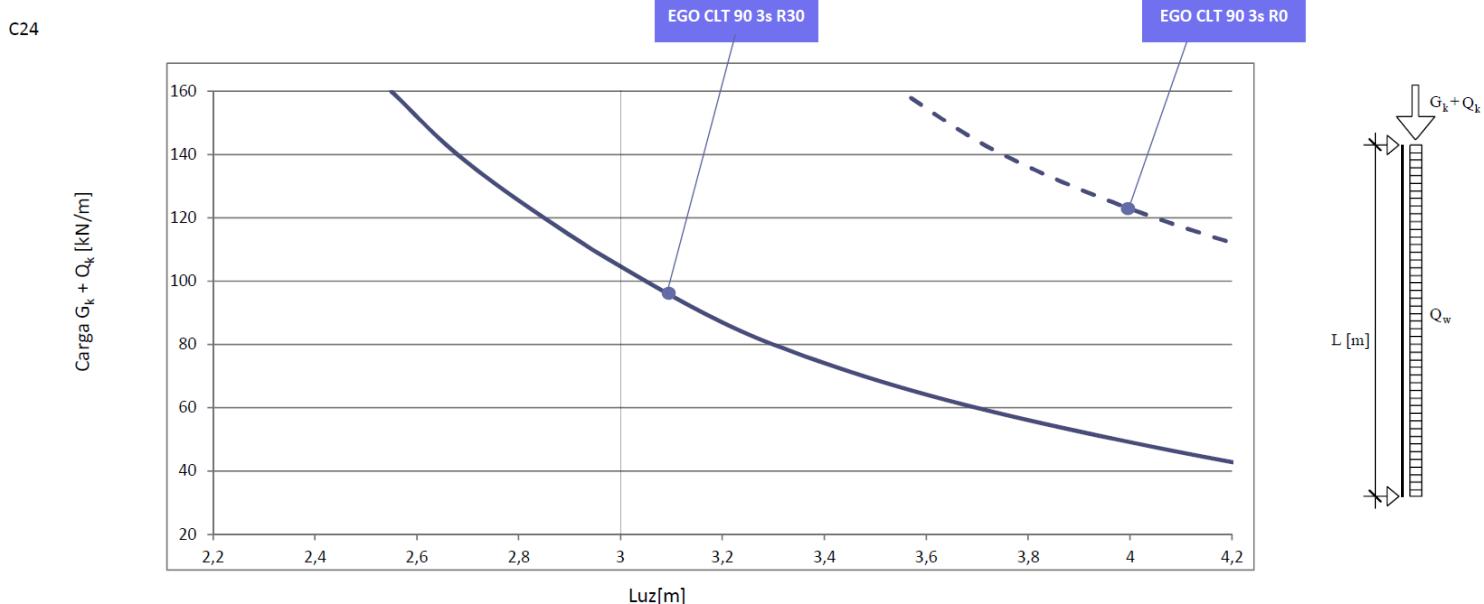
1.9.6.1 Paneles de Paredes EGO CLT 75mm paredes externas

Cuadro 1.9.6.1



1.9.6.2 Paneles de Paredes EGO CLT 90mm paredes externas

Cuadro 1.9.6.2



- G_k Sobrecarga de la estructura sin el peso propio del panel, Q_k Sobrecarga de uso, nieve y viento.
- Q_w Sobrecarga de viento 1kN/m² para paredes externas. Presiones interiores consideradas para paredes internas.
- Fuego: índice de carbonización 0.7mm/min
- Factores de seguridad y combinación de cargas:

$$k_{mod} 0,8$$

$$\gamma_m 1,3$$

$$k_{def} 0,6$$

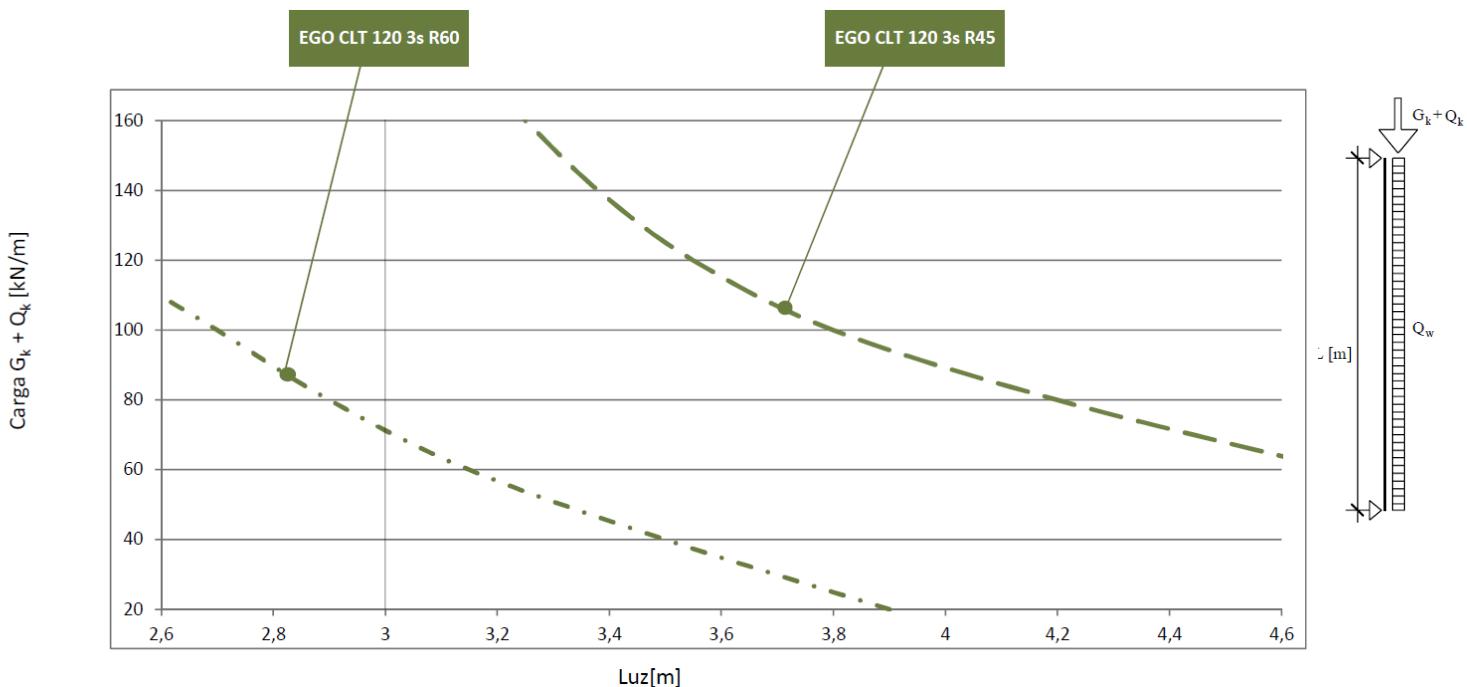
$$\psi_2 0,3$$

- Los paneles comprobados a pandeo.

1.9.6.3 Paneles de Paredes EGO CLT 120mm paredes externas

Cuadro 1.9.6.3

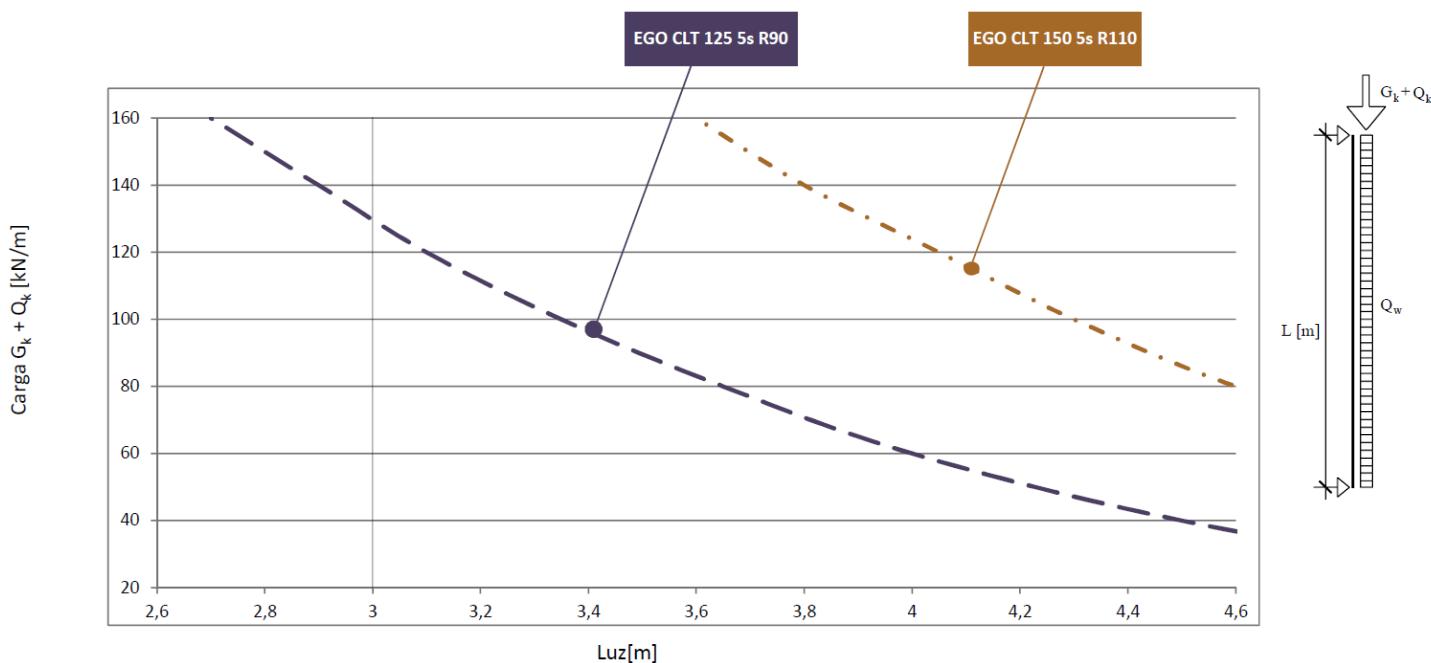
C24



1.9.6.4 Paneles de Paredes EGO CLT 90mm paredes externas

Cuadro 1.9.6.4

C24



- Ver NOTAS de paredes



1.10 MODO OPERATIVO PARA LA FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y MONTAJE DE LOS PANELES CLT

La gestión de una obra con paneles contralaminados CLT pasa por diferentes fases fuertemente interrelacionadas:

- Cálculo y diseño técnico de la obra,
- Fabricación de los paneles CLT,
- Corte y mecanizado de paneles, y
- Transporte y montaje de estos paneles

1.10.1.-Cálculo y diseño técnico. Proyecto de madera en oficina técnica.

Basados en la volumetría del proyecto arquitectónico se realizan planos en 3D en nuestra oficina técnica, tomando como plantilla los planos de arquitectura en planta, secciones y alzados.

A medida que se van colocando los paneles en su situación real, se analizan los esfuerzos a los que están sometidos cada uno de ellos. Se dimensionan y se direccionan según las cargas a las que se les somete. Se relaciona la dimensión de cada uno de ellos en función de las limitaciones de fabricación, transporte y manutención en montaje, tomando la decisión de fabricarlos en un formato determinado, en su dirección correspondiente (longitudinal o transversal).

La decisión de corte y dirección de las láminas del panel es a menudo complejo debido a las numerosas interacciones que se crean a medida que avanza el proyecto. Los paneles pueden trabajar como muros de carga, como vigas y en numerosas situaciones como ambos elementos. Pueden trabajar como forjados en dos, tres y más apoyos e incluso en voladizos relativamente importantes.

Una pared puede servir como viga de apoyo de un forjado o este puede estar suspendido de dicho muro-viga. Estos muros pueden servir para la prolongación de forjados en voladizo sobre todo cuando los hastiales de dicho volumen en voladizo son muy cerrados, evitando la colocación de puertas o ventanas en puntos de momento flector máximo.

En general, las paredes se forman con paneles de 3 capas con un total de 75, 90, 100 o 120 mm de espesor con las capas externas trabajando en vertical. Cuando estas paredes trabajan como vigas se colocan las dos capas externas en dirección longitudinal o se pasa a paneles de 5 capas :

- 5*20= 100 mm,
- 5*25= 125 mm ,
- 5*30= 150 mm o
- 5*40=200 mm

Las alturas entre forjados pueden ser muy variables:

Para alturas inferiores a 2,95 m los paneles se colocan en general en dirección longitudinal hasta un máximo de 13,50 m siendo la altura del panel la correspondiente a la separación de los forjados.

Para alturas entre 3 y 3,75 m se puede optar por fabricar panales a medida (sistema denominado flexible), pero que puede requerir un transporte mediante convoy excepcional económicamente costoso. En este caso se puede optar por girar los paneles de 90º cortarlos en longitud a su altura correspondiente y unirlos en longitud partiendo de anchos estándares entre 2,40, 2,70 o 2,95 m. Uniones machihembradas en las juntas longitudinales. Se multiplica el número de paneles, pero se facilita el proceso de fabricación y transporte.

El trabajo técnico de diseñar los paneles de CLT se basa en dar la respuesta al proyecto arquitectónico, cumpliendo los requisitos de estabilidad del edificio diseñado, la respuesta a las volumetrías predefinidas por el arquitecto, las aperturas en el interior y exterior, circulaciones del personal. Análisis de la resistencia al fuego prescrita, la caracterización al fuego del material, las exigencias acústicas, los deseos estéticos del cliente y su dirección de obra. Las contingencias de fabricación, transporte y montaje en función de las condiciones particulares de cada proyecto: espacio disponible en obra, accesibilidad de la obra, maquinaria de elevación, incluso las condiciones climáticas que se pudieran dar en la misma, sobre todo en el período invernal. Otras contingencias a tener en cuenta implican la coordinación de gremios en torno a la obra global: fases de obra, solapes de gremios, etc.

Durante la fase del diseño técnico del proyecto es necesario una muy buena compenetración con el arquitecto, la dirección de obra y el cliente. Este sistema de prefabricación implica la puesta en escena del escenario final del proyecto con todas las definiciones que impliquen a nuestros paneles.

Los técnicos de Egoin coordinan las operaciones que se desarrollan a continuación:

- fabricación de los paneles,
- su mecanizado y corte, y
- su transporte y montaje

Fig. 5



1.10.1.1 Diseño con Formato Flexible de Fabricación.

Este concepto de diseño implica que se fabriquen los paneles específicamente a medida según necesidades del proyecto

Criterios para la fabricación de la cabecera de los huecos realizados en los paneles CLT:

Caso 1:

Cuando la superficie de los huecos que hay que abrir en el panel sea inferior a $4m^2$ se realiza la anertura de huecos en un panel entero

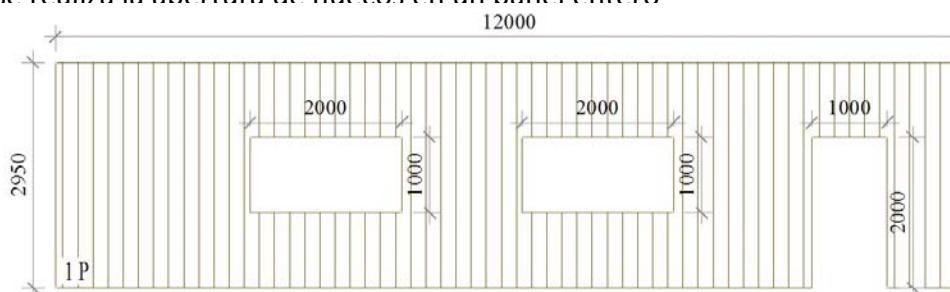


Fig. 6

Caso 2:

Cuando la superficie de los huecos que hay que abrir en el panel sea superior a $4m^2$ se puede optar por dejar el panel entero o se puede optar por la subdivisión del panel CLT en otros más reducidos

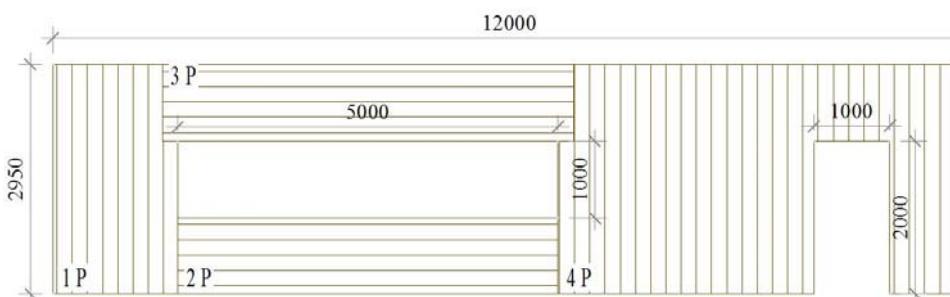


Fig. 7

Caso 3:

Cuando el dintel tiene poca altura por la apertura del hueco, la longitud del hueco supera cierta magnitud o recibe cargas puntuales de cierta relevancia, se puede optar por colocar vigas de madera laminada o incluso de hierro.

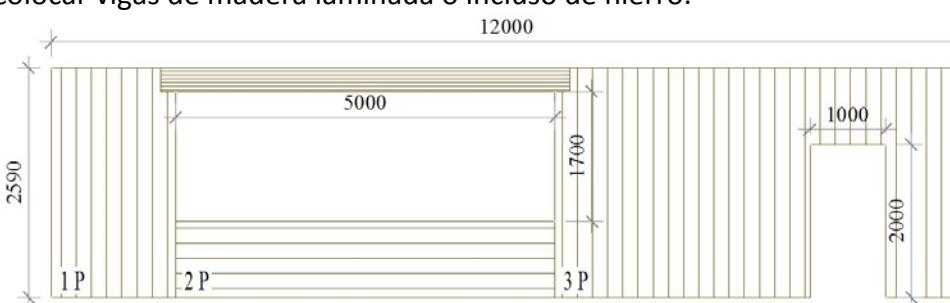


Fig. 8

1.10.1.2 Diseño con Formato Estandarizado.

El ancho de los paneles CLT está determinado por el proceso de su fabricación:
2,45- 2,70 y 2.95 m de altura (o anchura), longitud de 9,00 hasta 16,00 metros.

Normalmente se elige el ancho fácilmente transportable 2,40m, se gira 90º y se utiliza la longitud del panel para la altura necesaria de la fachada o alzado.

Cada proyecto arquitectónico puede resolverse de formas diferentes:

Caso 1:

Cuando la altura de suelo a forjado es muy cercana a los estándares de los paneles, se puede optar por colocar los paneles en horizontal en longitudes de hasta 14,00 metros, teniendo en cuenta que las láminas exteriores se coloquen en sentido vertical o transversal. Esto conlleva que tenemos una sola lámina en sentido longitudinal, provocando el cimbrio característico de estos paneles en su manutención, que agravado por la apertura de huecos puede generar manipulaciones muy delicadas del material.

El desajuste entre la altura de la pared respecto del tamaño estándar se resuelve añadiendo una durmiente en el suelo (40-80 mm), o cortando el ancho hasta alcanzar la altura deseada. Ejemplos:

-altura entre forjados de 2,65 m.

Se puede resolver cortando el panel estándar de 2,70 a la altura de 2,65 m.

-altura de forjados de 3,00 m.

Al panel estándar de 2,95 m se añade una durmiente inferior de 50 mm

Fig. 9

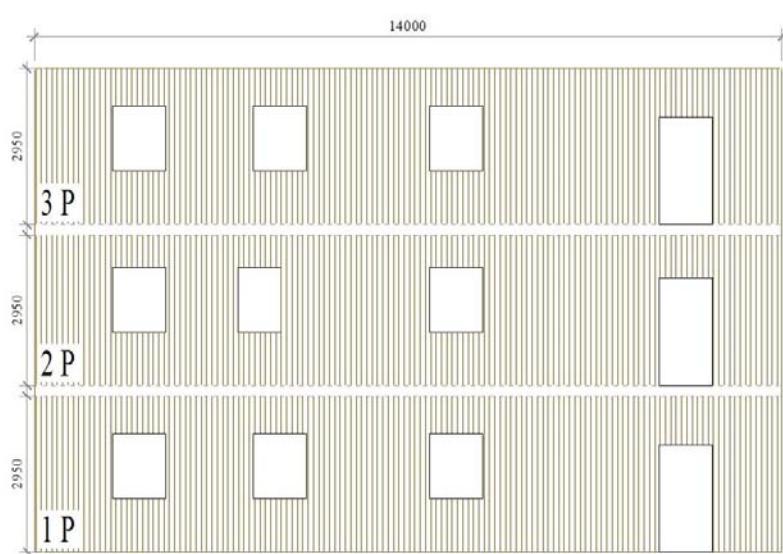
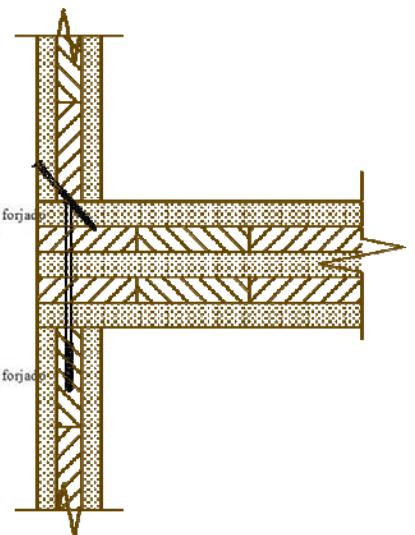


Fig. 10



Caso 2:

Cuando la altura entre forjados sobrepasa los 3,00 m. se opta por subdividir en longitud los elementos de la pared con paneles de ancho estándar preferible 2,40 m (facilidad de transporte por camión “top liner”).

Ejemplo: para una altura de forjado de 3,20 m. y un largo de pared de 12 m. , podemos optar por fabricar un panel de 16,00 m, de 2,40 m de ancho, con las láminas exteriores en sentido longitudinal. Machihembramos los laterales del panel entero y lo cortamos en 5 elementos de 3,20 m., montando en obra los 5 elementos que componen dicha pared.

Fig. 11

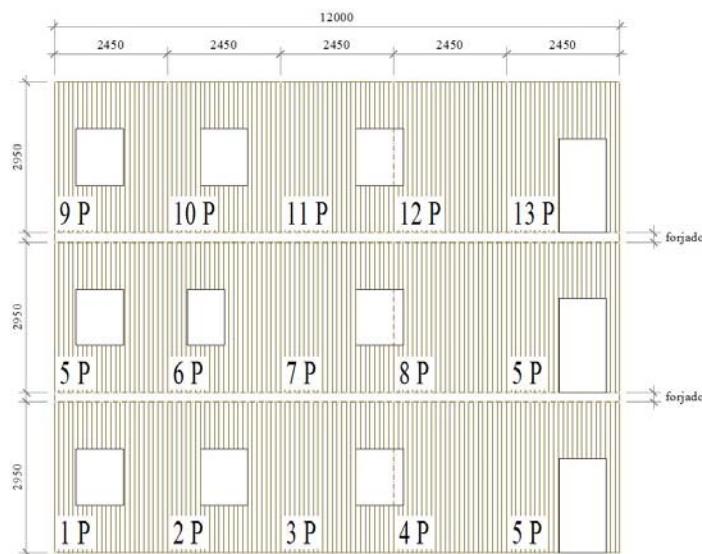
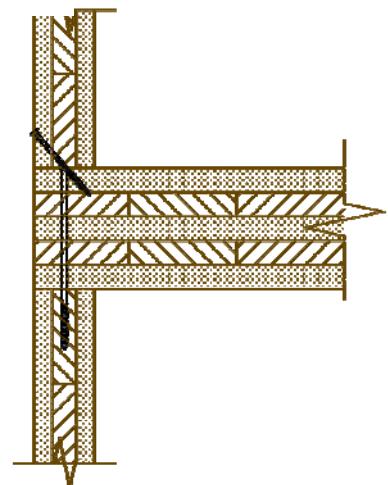


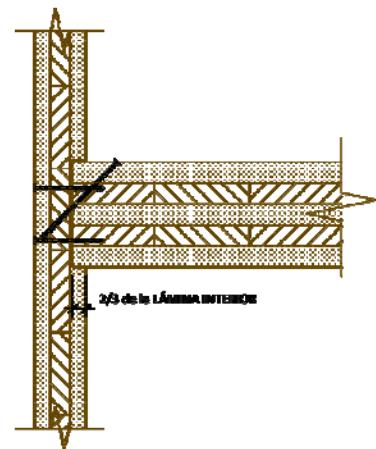
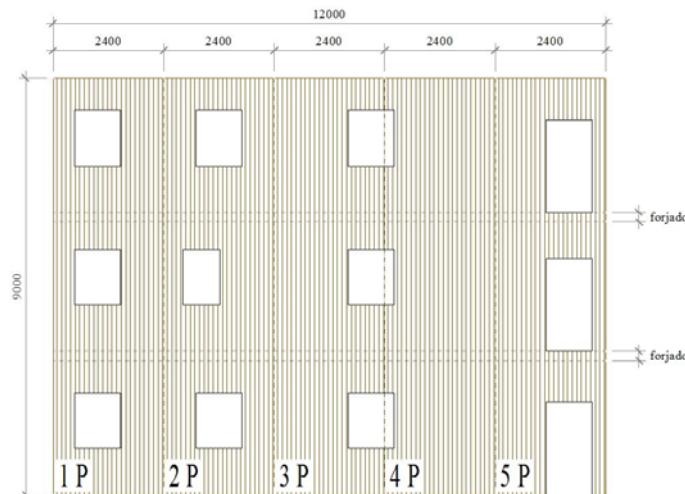
Fig. 10



Caso 3:

Podemos resolver las paredes de fachadas mediante paneles de CLT colocados en vertical, cubriendo la altura de varios forjados. En un edificio con forjados ya existentes de madera hormigón o hierro , se pueden colocar paneles de CLT atornillados a las testas de dichos forjados, cubriendo con un solo panel alturas de 4 o 5 niveles, paneles de hasta 16,00 m. En cambio, si queremos levantar un edificio con paneles de exterior en vertical que cubren varios pisos que se apoyan en dichos paneles de CLT, lo podemos realizar estudiando concienzudamente las formas de montar los paneles. Haciéndolo de esta manera, los paneles que sustenten forjados de las plantas, no debieran sobrepasarse alturas de 12,00 m.

Fig. 12



1.10.1.3 Configuración de la composición edificatoria con paneles CLT

Siguiendo los criterios ya analizados, en cada tipo de obra, la posición y dirección de los paneles de CLT de los muros de carga en fachadas y particiones puede ser horizontal, vertical o una mixtura de ambas posiciones.

Caso 1: Muros con paneles CLT en posición horizontal (T en el código)

Las láminas exteriores del panel CLT están posicionadas en dirección vertical. Siendo estos paneles en general de 3 capas, son paneles muy cimbreantes cuando su longitud supera 10 metros, por lo tanto se debe de tener mucho cuidado en su manipulación en el caso de que existan grandes aberturas que debiliten extremadamente el panel en su proceso de manipulación.

Los hastiales triangulares que generan las cubiertas inclinadas, se resuelven en este caso mediante la superposición de los paneles (Fig. adjunta). Esta superposición puede generar desalineaciones en las testas de las tablas. Esta solución se debe de evitar cuando los paneles son vistos desde el interior del edificio. Al mismo tiempo se generan rotaciones en su línea de unión horizontal que deben de estabilizarse con otros elementos estructurales añadidos en alguna de sus caras.

Fig. 14

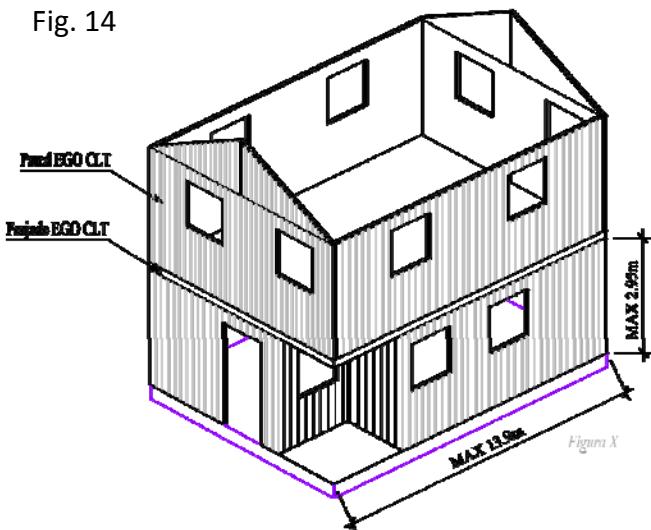
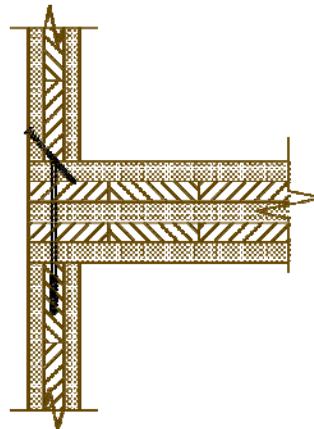


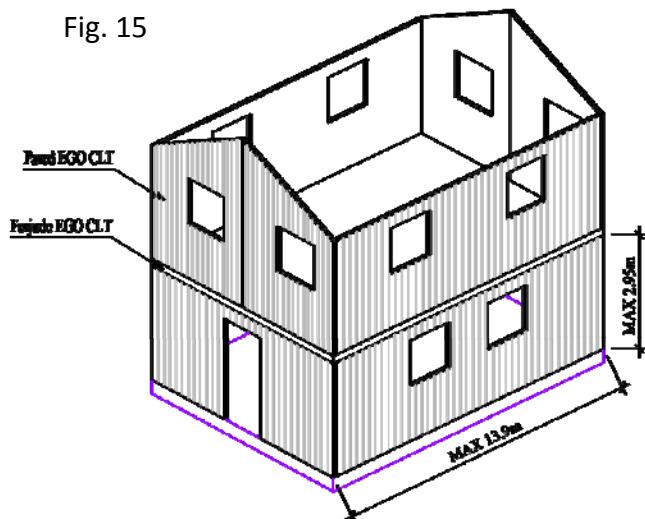
Fig. 9



Caso 2: Muros de carga con paneles CLT colocados en posición horizontal y en vertical según necesidades del proyecto (Sistema mixto).

Se realiza el giro 90º de los paneles, pasando de la posición horizontal a la vertical o viceversa. Conviene por ejemplo cuando se resuelven las fachadas triangulares resultantes de las cubiertas inclinadas (Fig. adjunta) cuyos paneles se colocan en posición vertical.

Fig. 15



Caso 3: Muros de carga con paneles CLT en posición vertical. (Fig. 16)

Este posicionamiento vertical de los muros de carga con los paneles CLT se determina por causa de diversos factores:

- Cuando se trabaja con el sistema de paneles estandarizados y sus alturas no corresponden con los muros del proyecto,
- Cuando las alturas de los muros entre forjados sobrepasan la de la fabricación de los paneles en el sistema flexible (3,75 m),
- Cuando las alturas de los muros sobrepasan los 3 metros y se opta por simplificar su transporte, evitando los convoyes excepcionales,
- Cuando los edificios tienen cubiertas inclinadas que determinan alzados de muros triangulares o trapezoidales. Con los paneles CLT colocados en vertical se realiza mejor aprovechamiento de los paneles CLT, se evitan dislocaciones horizontales provocadas por las uniones de los paneles horizontales, y se mejora estéticamente, en tanto que no se aprecian las juntas de las paredes cuando se colocan en la forma vertical.

Esta forma de diseño con paneles enteros en posición vertical debe resolver su unión a los forjados de entreplanta. Esta unión se puede realizar de diversas maneras:

- colocando un perfil de madera atornillado en su parte inferior (Fig. 17). Se deben de estudiar correctamente los esfuerzos cortantes de los tornillos o tirafondos,
- colocando un perfil metálico angular que permite eliminar descuelgues y afloramientos,
- realizando un rebaje en la pared vertical (Fig. 13). Este rebaje no debe de superar las dos terceras partes del espesor de las láminas verticales. Si la lámina es de 30 mm, la llaga será de

20 mm de profundidad. Se debe complementar con tirafondos en posición oblicua desde la parte superior del forjado y en posición horizontal desde la parte externa.

La colocación de paneles en posición vertical implica un sistema de arriostramiento de los paneles muy riguroso, ejecutado desde una altura no inferior a los dos tercios de la altura del panel formando un ángulo respecto a la horizontal del suelo inferior a 65º. Estos arriostramientos oblicuos pueden alcanzar longitudes importantes y por lo tanto su sección debe de estar dimensionada para los esfuerzos de compresión (pandeo del material). Estos elementos deben de fabricarse a medida y su colocación y fijación se debe de realizar con rigor en función de las hipotéticas solicitudes a los que se les somete en la fase de montaje de la obra. Pueden ser de metal o de madera.

Fig. 16

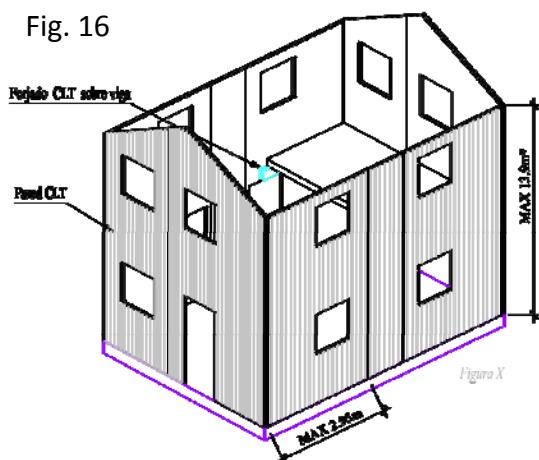


Fig. 13

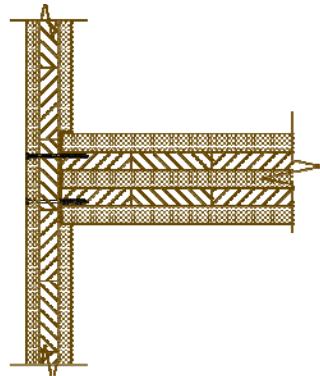
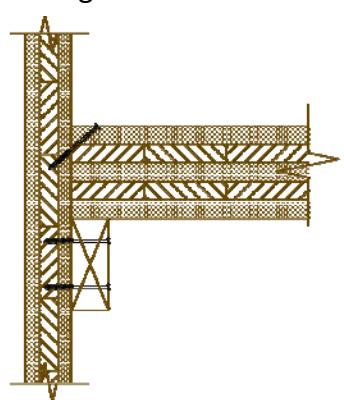


Fig. 17



1.10.2. Proceso de fabricación de los paneles CLT en EgoIn.

Tras el diseño técnico que define los formatos de los paneles que se deben de fabricar, el proceso se realiza en dos operaciones diferenciadas:

1.10.2.1 Fabricación de láminas.

Esta operación se inicia por un desapilado automático de los tablones sobre una línea que volteá las tablas para poner en su dirección los anillos de crecimiento de la madera, controla la humedad, pesa las tablas para determinar su densidad, pasan por una calibradora, por una cortina de rayos laser que evalúa las deformaciones del material, pasa por una cabina equipada con 6 cámaras de color y rayos X que determinan los defectos que se deben de eliminar según la clase de material que se fabrique, sendas sierras saneadoras eliminan los defectos considerados como tal, y a continuación se fresan y encolan las testas de la tablas para pasar a una prensa en continua que empalma los elementos hasta la longitud requerida, máximo de 18 m en esta línea. A continuación se procede al cepillado de las 4 caras del material, y a su posterior apilado automático previo corte transversal de las láminas cortas del tablero.

1.10.2.2 Prensado de los tableros.

Un carro distribuidor lanza las láminas longitudinales a la prensa, pasa la cortina de cola sobre la tongada, un segundo carro introduce las láminas cortas sobre la primera capa, pasa la cortina de cola sobre la segunda, continua la operación hasta terminar las diferentes capas que tienen como máximo 11 capas por prensada. Introducidas todas las tongadas de tablas con sus correspondientes encolados intermedios se procede a cerrar la prensa aplicando su presión correspondiente.

1.10.3.-Corte y mecanizado de los paneles CLT

La oficina técnica establece las operaciones de mecanizado y corte sobre cada panel CLT. Los ficheros realizados en el programa Cadwork pasan por fibra óptica a los pórticos de control numérico PBA Hundegger, Weimann y CMS.

Cortan el perímetro de los paneles, abren las ventanas y las puertas, perfilan el contorno si necesario con machihembrados, medianas maderas o cortes oblicuos, fresan las aberturas para tuberías e instalaciones, perforan las fijaciones de los tirafondos, marcan los elementos y puntos de manutención así como su punto de gravedad, marcan las uniones de los paneles y adjudican a cada panel su etiqueta correspondiente indicando número, proyecto, dimensiones y peso del panel etc.

Los paneles cortados se ponen mediante grúas en su paquete correspondiente a la fase de obra y número de camión. Normalmente 4 paquetes de 6 Tm por camión ($4 \times 6 = 24$ Tm)



Foto 9

1.10.3.1 Anidamiento (*nesting*) de los paneles CLT

Este concepto implica la división de un panel madre de unas dimensiones determinadas en otros de inferior tamaño buscando la optimización y buen aprovechamiento del material de origen.

En este concepto de corte y subdivisión de un panel madre para obtener varios paneles, debemos de evitar las mecanizaciones en testas de los subdivididos que no estén en la periferia del panel madre.

Caso 1:

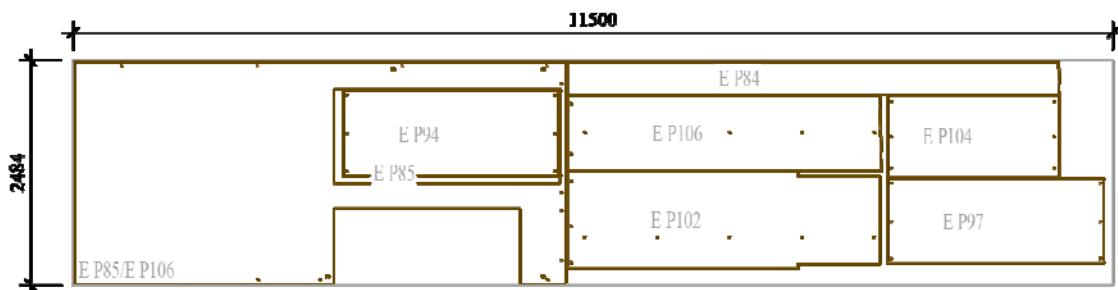


Fig. 18

Caso 2:

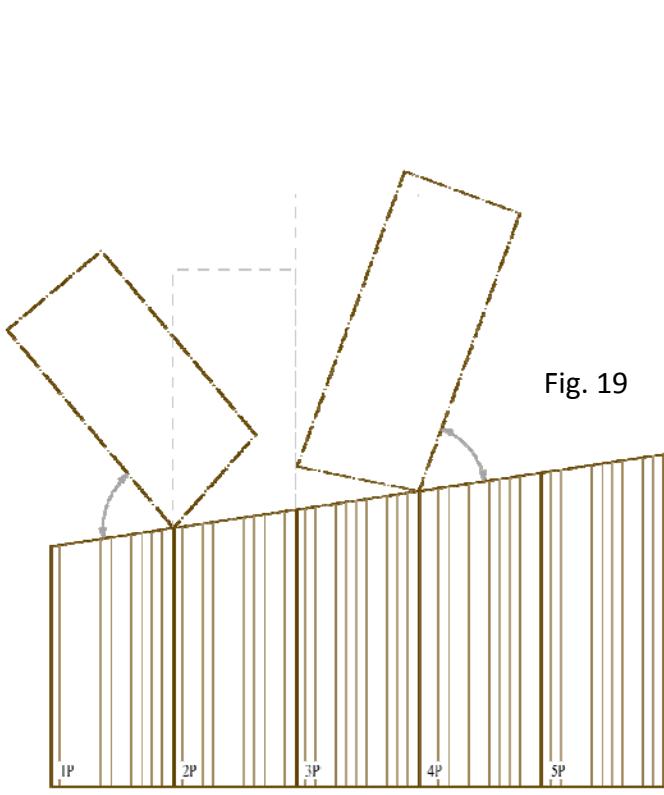


Fig. 19

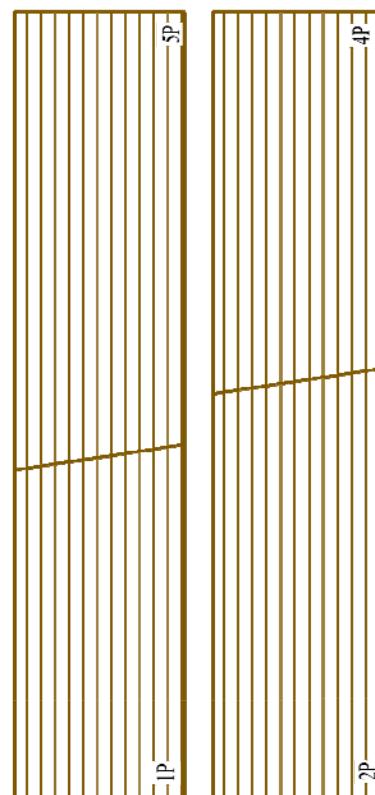


Fig. 20

1.10.4.-Nomenclatura de paneles CLT

La nomenclatura de los paneles se realiza al finalizar el trabajo de corte. La propia máquina es la que adjudica las etiquetas unitarias a cada panel cortado. En estas etiquetas quedan reflejados los aspectos más importantes de cada panel, como son:

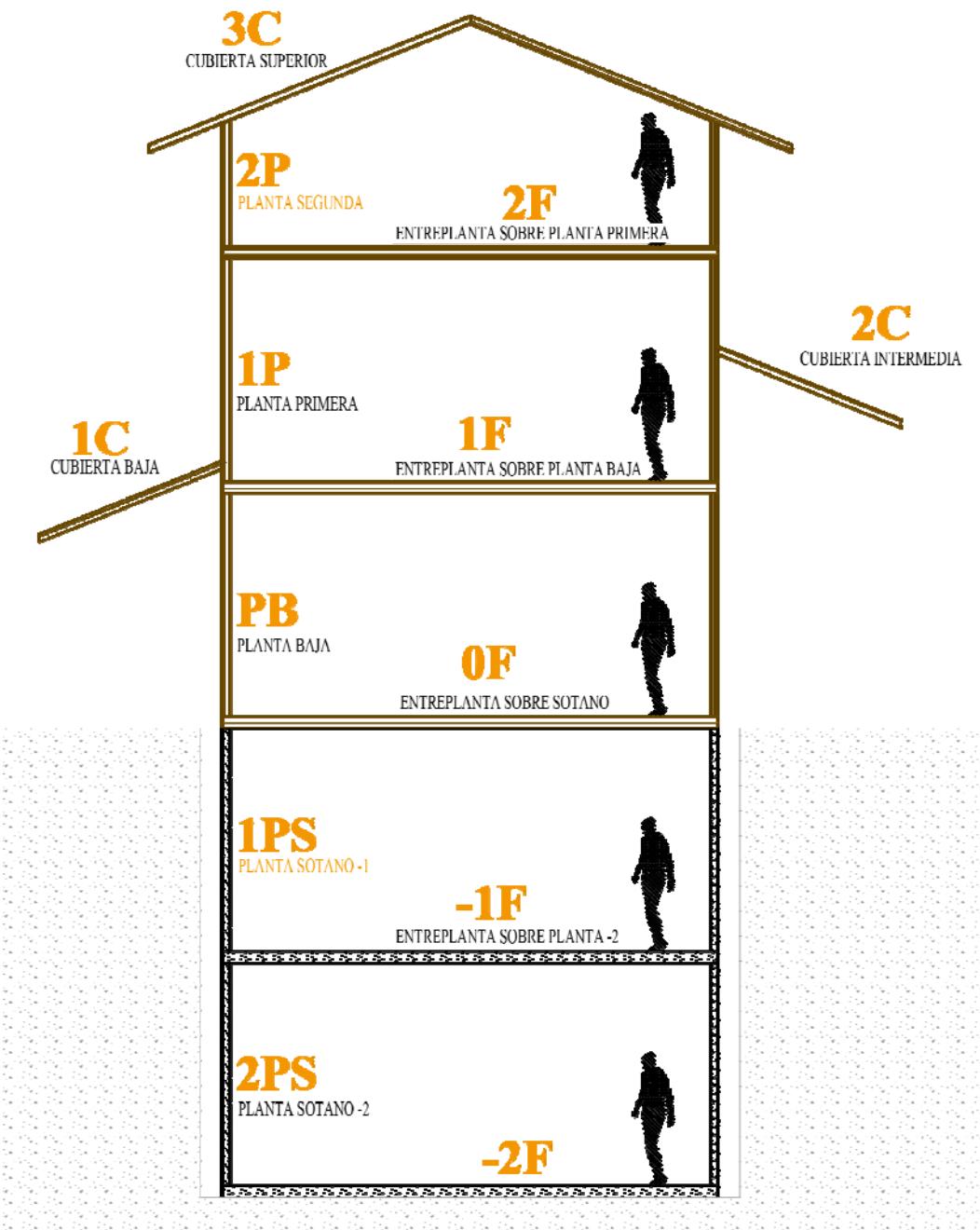
- Nº y nombre de la obra
- Especie de la madera (pino Radiata, Picea Abeis o Alerce)
- Fecha y hora de fabricación
- Calidades: visible una cara (V), visible a dos caras (2V), no visible (NV), industrial (I)
- Dimensiones: largo, ancho y espesor en mm
- Peso
- Posición del panel en obra: forjado (F), pared (P), cubierta (C)
- Dirección de trabajo de los paneles:

Transversal (T): cuando las capas exteriores del panel están colocados en dirección vertical (normalmente la dirección más corta). Esta dirección es la más adecuada para muros de carga.

Longitudinal (L): cuando las capas exteriores del panel están colocados en dirección horizontal (normalmente la dirección más larga) Esta dirección es la más adecuada para forjados, cubiertas o paredes que trabajan como vigas.



Fig. 21



1.10.5.- Transporte y manutención de los paneles CLT

1.10.5.1.-Transporte de los paneles CLT (Ref. documento ANEXO-I)

1.10.5.1.1 Transporte por contenedor marítimo:

1. Contenedor "open top" (carga en horizontal)

Son contenedores con techo abierto y se puede cargar-descargar por el techo, gracias a su toldo corredizo en el techo.

Dimensiones interiores del receptáculo: ancho x alto x longitud: 2.200 x 2.300 x 11.800 mm

Dimensión máxima de panel transportable: 11.800 x 2.200 mm
--

2. Contenedor FLAT

Estas plataformas pueden ser de diferentes tipologías.

A.- Contenedor FLAT abierto, 2 testeros y laterales abiertos. (carga en horizontal)

Dimensiones interiores del receptáculo: ancho x alto x longitud: 2.400 x 2.300 x 11.500 mm

Dimensión máxima de panel transportable: 11.800 x 2.400 mm
--

B.- Contenedor FLAT abierto, 4 postes, laterales abiertos. (carga en horizontal)

Sobrepasando el ancho.

Dimensiones interiores del receptáculo: ancho x alto x longitud: 2.400 x 2.300 x 11.500 mm

Dimensión máxima de panel transportable: 11.500 x 3.000 mm
--

C.- Contenedor FLAT abierto, 4 postes, laterales abiertos. (carga en horizontal)

Sobrepasando el largo.

Dimensiones interiores del receptáculo: ancho x alto x longitud: 2.100 x 2.300 x 17.500 mm

Dimensión máxima de panel transportable: 17.500 x 2.100 mm
--

D.- Contenedor FLAT abierto, 4 postes y laterales abiertos. (carga en vertical)

Sobrepasando el alto y largo.

Dimensiones interiores del receptáculo: ancho x alto x longitud: 2.100 x 3.500 x 17.500 mm

Dimensión máxima de panel transportable: 17.500 x 3.500 mm
--



Foto 11

1.10.5.1.2 Transporte de los paneles CLT por camión

Los paneles se transportan de plano o en vertical mediante caballetes inclinados

Se transportan de plano los paneles de forjados y cubiertas. Las paredes se pueden transportar de pie con caballetes o también de plano.

Las razones por las cuales se decide transportar los paneles en vertical son las siguientes; que los paneles vayan revestidos o la que las dimensiones de los paneles exijan la utilización de convoy excepcional para un transporte en horizontal, ya que llevándolos en vertical esta necesidad desaparecería.

El transporte en vertical mediante caballetes requiere el retorno de estos elementos lo que implica viaje de vuelta del propio camión u otro. Cuando el transporte se realiza a distancias kilométricas superiores a 500 km se realizan caballetes de madera de fondo perdido que se dejan sin retorno.

Possibles tipos de camión para carga de los paneles CLT:

A.-Camión “top liner”

Son camiones de transporte convencional que se caracterizan por tener una plataforma carrozada y entoldada en todo su volumen con unas cabidas específicas de ancho 2.450mm, alto 2.600mm y largo 13.500mm. Tiene toldos replegables en los laterales y parte superior, para meter los paneles, puertas practicables en la parte posterior y testero cerrado.

Volumen transportable:

Ancho: 2.400 mm

Alto: 2.600 mm

Largo: 13500 mm

Los paneles se transportan en general en horizontal

Dimensión máxima de panel transportable en horizontal: 13.500 x 2.400 mm
--

Dimensión máxima de panel transportable en vertical: 13.500 x 2.500 mm
--



Foto 12

B.-Camiones con plataforma abierta normal

Son aquellos camiones que no disponen de carrocería cubierta, es decir, que son abiertos por los laterales y por la parte posterior, solo llevan un testero. Permitiendo así la posibilidad de realizar la carga por la parte superior o por los laterales de la plataforma.

Ancho: 2.500 mm

Alto: 2.500 a 2.800 mm (Función de la altura de la plataforma (de 1.200 a 1.500 mm)

Largo: 13500 mm

Por norma general los paneles CLT se transportan en posición horizontal.

Dimensión máxima de panel transportable en horizontal: 13.500 x 2.500 mm
--

Dimensión máxima de panel transportable en vertical: 13.500 x 2.600 mm
--

C.-Camiones con plataforma abierta con permiso especial

Mediante permisos especiales de carácter local, nacional e internacional se dispone la posibilidad de transportar dimensiones de material superiores a las normales.

Nuestra certificación de transporte especial nos permite dimensiones, camión más carga:

Ancho: 3.000 mm

Alto: 4.500 mm

Largo: 20.500 mm

Dimensión máxima de panel transportable en horizontal: 16.000 x 3.000 mm
--

Dimensión máxima de panel transportable en vertical: 16.000 x 3.100 mm
--



Foto 13

D.-Camión con plataforma abierta convoy excepcional

Es aquel que permite transportar cargas de dimensiones excepcionales. Normalmente son plataformas extensibles en longitud y con un tren trasero giratorio. Se caracterizan por la necesidad de obtener permisos de transporte (convoy excepcional), los cuales implican la necesidad de acompañamiento con un vehículo auxiliar y trazado de ruta impuesto por la administración competente. También se caracterizan por su notable sobrecosto.

Ancho de la carga: 3.800 mm

Alto de la carga: 2.800 mm

Largo: 17.500 mm

Los paneles se transportan en general en posición horizontal

Dimensión máxima de panel transportable en horizontal: 17.500 x 3.800 mm
--

E.- Camión con plataforma abierta cuello cisne normal

Es aquel que tiene una altura reducida en prácticamente el 80% de la superficie de su plataforma, debido a una dimensión menor de las ruedas del tren trasero. En el caso de transportar paneles CLT altos utilizamos la altura reducida de este tipo de plataforma.

Ancho: 2.500 mm

Alto: 3.100 mm

Largo: 11.000 mm

En este caso los paneles se transportan en vertical sobre caballete

Dimensión máxima de panel transportable en vertical: 11.000 x 3.100 mm
--

F.- Camión con plataforma abierta cuello cisne permiso especial

El transporte con plataforma cuello cisne dotado de permiso especial permite transportar paneles CLT en posición vertical cuya altura sobrepasa notablemente las dimensiones transportable de los paneles. Nuestra certificación de transporte especial nos permite dimensiones, camión más carga:

Ancho: 3.000 mm

Alto: 4.500 mm

Largo: 20.500 mm

En este caso los paneles se transportan en vertical sobre caballete

Dimensión máxima de panel transportable en vertical: 14.000 x 3.500 mm
--

1.10.5.2.-Manutención de los paneles CLT (Ref. documento ANEXO-II)

A.-Manutención de los paneles en fábrica

Los paneles se manipulan mediante 4 pinzas en forma de C con 2 o 4 polipastos sobre puentes grúa:

- 4 pinzas de 110 mm para paneles de 60, 75, 90 y 100 mm de espesor y peso hasta 2.000 kg
- 4 pinzas de 160 mm para paneles de 120, 125 y 150 mm de espesor y peso hasta 3.000 kg
- 4 pinzas de 210 mm para paneles de 160, 180 y 200 mm de espesor y peso hasta 4.000 kg
- 4 pinzas de 260 mm para paneles de 240 mm de espesor y peso hasta 5.000 kg
- 4 pinzas de 320 mm para paneles de 300 y 320 mm de espesor y peso hasta 6.000 kg



Foto 14

Los paneles se manejan también mediante eslingas de 2 o 4 ramales en cuyos extremos se colocan unas “cucharas” que permiten abrazar los tornillos-tirafondos anclados al panel mediante rosca. Estos tornillos de anclaje se colocan en la misma dirección que la del ramal de la eslinga que lo tracciona, al objeto de no generar deformaciones en el tornillo que pudieran derivar hacia posibles rupturas.

El número de estos tornillos de anclaje en cada panel depende de su peso. Disponemos de tornillos de anclaje todo rosca y cabeza hexagonal de 12*120 mm para una resistencia de anclaje de 1.000 kg/ud y 12*180 mm para 1.200 kg/ud.

Para paneles con peso inferior a 1.000 kg utilizamos tornillos de anclaje de 12*120 mm.

Cuando superan dicho peso utilizamos los de 12* 180 mm.

- hasta 1.000 kg: 2 tornillos de anclaje 12*120 mm y eslinga 2 ramales de 2 Tm
- hasta 1.500 kg: 2 tornillos de anclaje 12*180 mm, y eslinga 2 ramales de 2 Tm
- hasta 3.000 kg: 4 tornillos de anclaje 12*180 mm, y eslinga 4 ramales de 3 Tm
- hasta 6.000 kg: 8 tornillos de anclaje 12*180 mm, y 2 eslingas de 4 ramales de 3 Tm interconectados a la grúa mediante un balancín.

B.-Manutención de los paneles en obra

a) Manutención de paneles CLT con servicio de muros.

El transporte de estos paneles CLT se puede realizar en vertical u horizontal. En cuales quiera de los casos la elevación se realiza mediante tornillos-tirafondos colocados en cabeza de los paneles teniendo en cuenta el punto de gravedad. Estos tornillos –tirafondos todo rosca de 12 mm de diámetro y 180 mm de longitud se roscan en la madera aflorando 20 mm e instalados en un cubeto fresado que permite dar apoyo a la cuchara en los esfuerzos en dirección perpendicular al eje del mismo. Criterios básicos:

- hasta 750 kg 1unidad de tornillo tirafondo,
- de 750 a 1.500 kg: 2 unidades de tornillo tirafondo,
- superior a 1.500 kg: 4 unidades de tornillo tirafondo.

Todos los tirafondos alojados en huecos circulares 60 mm de diámetro y 30 mm de profundidad.



Foto 15

b) Manutención de paneles de CLT en forjados horizontales

Paneles con el peso de hasta 1.500 kg. 2 tornillos-tirafondo en su centro de gravedad separados 1.000 mm y ángulo ataque rosca de 70º

Paneles de con el peso de hasta 3.000 kg.4 tornillos-tirafondo en su centro de gravedad separados 1.000 mm y ángulo ataque rosca de 70º

Paneles con el peso de hasta 6.000 kg. 8 tornillos-tirafondo divididos en dos grupos de 4 unidades separados entre sí de 1.000 mm. El centro de cada grupo separados 4.000 mm



Foto 16

c) Manutención de paneles CLT en cubiertas inclinadas.

Mediante el acortamiento de dos de los ramales de cadenas se forma una eslinga de 4 ramales que permiten la izada del panel con el ángulo que corresponde a su posición en la cubierta. En sus ganchos extremos se colocan las cuchillas al uso.

Los paneles de CLT de cubierta estarán equipados con la colocación de 4 tornillos tirafondos empotrados en los fresados (60 mm de diámetro y 30 mm de profundidad). De esta manera, los esfuerzos oblicuos derivados de la inclinación del panel se corregirán con la propia lengüeta de la cuchilla.

Tomando como centro el punto de gravedad del panel, se realizarán las 4 perforaciones formando un cuadrado de 1.000 mm de lado entre ellas.

Peso hasta 3.000 kg/panel.



Foto 17

2.0 - UNIONES DE LOS PANELES DE MADERA EGO CLT

2.1. FERRETERIA Y JUNTAS EN LAS UNIONES DE PANELES DE CLT

Las uniones de los paneles se realizan mediante elementos de ferretería como escuadras, tirafondos y elementos mecano-soldados específicos en ciertas soluciones. Al mismo tiempo, se utilizan juntas de materiales diversos para resolver problemas de transmisiones acústicas, para limitar infiltraciones de aire o evitar cortes de capilaridad entre hormigón y madera.

2.1.1 Escuadras de los paneles CLT

Si bien se pueden plantear diferentes tipos de herrajes adaptados a cada obra, los más utilizados son estos:

2.1.1.1 Escuadra larga 260x60x60x2mm

Se utilizan, normalmente, contra los arranques de las soleras de hormigón.

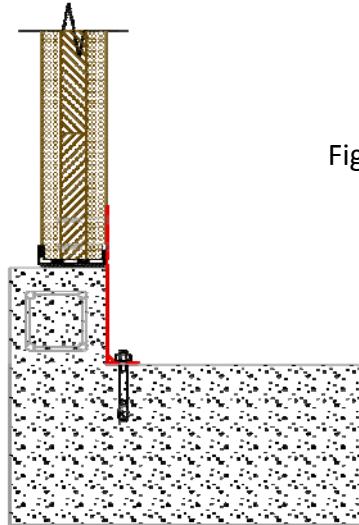


Fig. 22

2.1.1.2 Escuadra media 125x50x70x2mm

Se utilizan para la unión de forjados y paredes de CLT, alguno de ellos dos de hormigón.

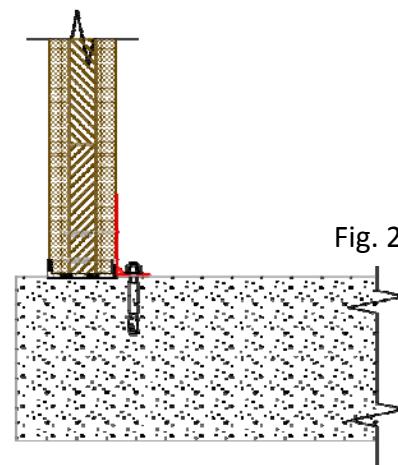


Fig. 23

2.1.1.3 Escuadra corta 90x90x65x2mm

Se utilizan para las uniones entre paneles de CLT ortogonales entre si.

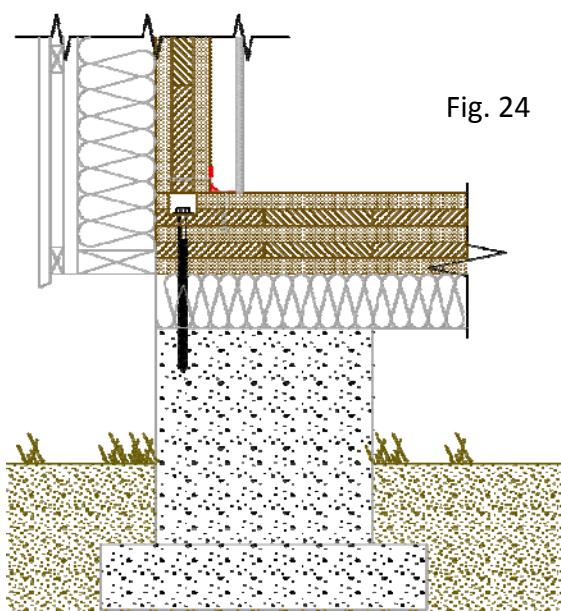


Fig. 24

2.1.2 Tirafondos para la fijación de los paneles EGO CLT

Los tirafondos, en general, son de acero galvanizado pudiendo en algunos casos ser de acero inoxidable destinado a servicios en ambientes corrosivos, como piscinas, spas y demás sitios donde el cloro está presente.

Se caracterizan por tener las siguientes dimensiones, diámetro de 6-8-10-12mm y longitud 100-400mm. La rosca, en general consta de 60-80mm finales si bien puede haber tirafondos específicos toda rosca, es decir, tirafondos roscados en toda su longitud. Otra característica esencial es la forma de su cabeza, (3 tipos):

- A.-Tirafondo de cabeza exagonal** (apto para amarrar herrajes a los paneles de CLT)
- B.-Tirafondo de cabeza cónica:** caracterizada por la penetración de la misma en la madera hasta desaparecer de su superficie. Son utilizados cuando la cara del panel queda vista.
- C.-Tirafondo de cabeza ampliada o anillada:** consiste en una cabeza plana de 20-24mm de diámetro, (cabeza ampliada) siendo este el material adecuado para evitar la penetración de las cabezas en la madera y ejercer al máximo sus capacidades de esfuerzo, permitiendo tensiones máximas y acercar los paneles entre sí de forma más eficaz, sobre todo en situaciones de paneles no vistos. Cuando puedan ser visualizados se debe aplicar un par de apriete adecuado evitando las deformaciones en el material madera, aflorando tan solo la cabeza de dicho tirafondo.

2.1.2.1 Tirafondos para la unión de paredes con paneles CLT a 90º

Longitud: espesor de panel a fijar más 80mm. Ejemplo, para fijar un panel de 100mm de espesor, hace falta un tirafondo de 180mm de longitud.

Diámetro: para esfuerzos normales, 8mm diámetro. Para esfuerzos cortantes significativos, 10mm diámetro.

Cabeza: usar tirafondos con cabeza ampliada, para evitar el incrustamiento del tirafondo en la madera.

Intereje: para edificios de hasta 10m de altura, 4 fijaciones por nivel para niveles inferiores a 3m de altura. Para alturas superiores a estos límites, o para esfuerzos significativos, por favor consultar la oficina técnica de Egoin.

2.1.2.2 Tirafondos de unión entre pared y forjado

Para uniones de una pared a un forjado inferior, esta unión se realiza con escuadras o con tirafondos a 45 grados desde la parte externa de la pared.

Para las uniones con escuadras: distintos tipos detallados en la sección 1.18.1. Intereje entre 0,5-1,5m dependiendo de esfuerzos cortantes de estabilidad.

Esta unión se puede realizar tanto a forjados de madera como de hormigón.

Para tirafondos a 45 grados: (sólo para forjados de madera)

Longitud: a determinar para que la parte roscada (80mm) del tirafondo entre completamente en el forjado. Ejemplo, para fijar un panel de 100mm de espesor, hace falta un tirafondo de 180mm de longitud.

Diámetro: para esfuerzos normales, 6mm diámetro. Para esfuerzos cortantes significativos, 8mm diámetro.

Cabeza: usar tirafondos sin cabeza ampliada.

Intereje: 0,5-1,5m.

2.1.2.3 Tirafondos de unión entre forjado y pared

Para uniones de un forjado a una pared inferior.

Longitud: espesor de panel de forjado +80mm. Ejemplo, para fijar un panel de 200mm de espesor, hace falta un tirafondo de 280mm de longitud.

Diámetro: para esfuerzos normales, 10mm diámetro.

Cabeza: usar tirafondos con cabeza ampliada, para evitar incrustamiento del tirafondo en la madera.

Intereje: 0,5-1,5m

2.1.2.4 Tirafondo de unión entre cubierta y pared

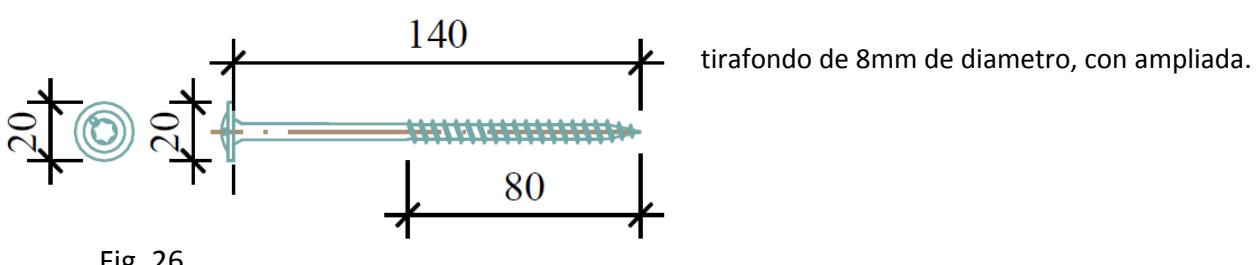
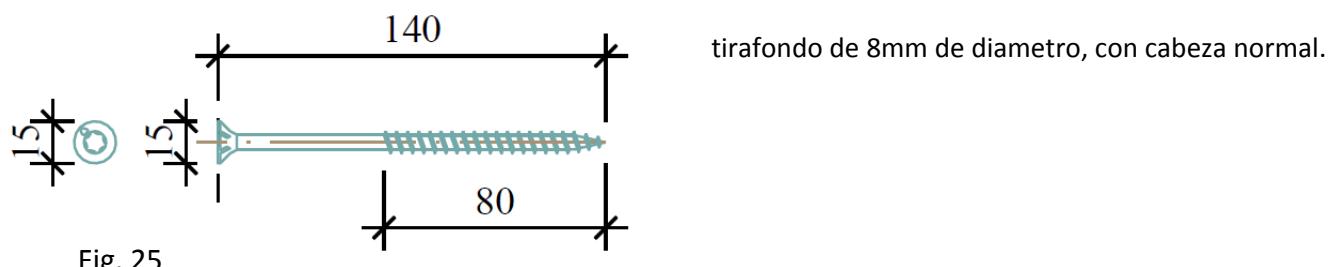
Para uniones de un panel de cubierta a una pared inferior.

Longitud: espesor de panel de cubierta +80mm. Ejemplo, para fijar un panel de 150mm de espesor, hace falta un tirafondo de 240mm de longitud.

Diámetro: para esfuerzos normales, 10mm diámetro.

Cabeza: usar tirafondos con cabeza ampliada, para evitar incrustamiento del tirafondo en la madera.

Intereje: entre medio y un metro.



2.1.3 Juntas de los paneles EGO CLT

2.1.3.1 Juntas Acústicas

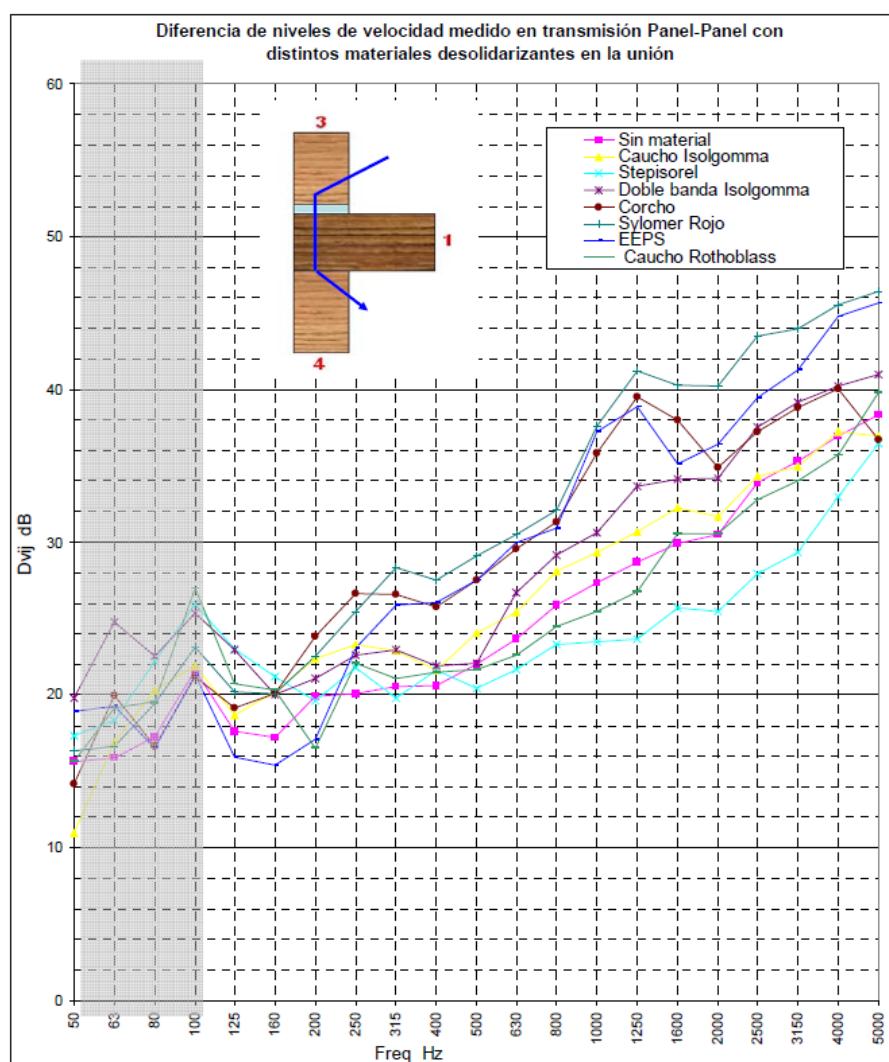
Son aquellas que se colocan en las uniones de paneles con el objeto de atenuar la transmisión de ruido de impacto a través de los flancos de las paredes.

Estas juntas permiten la desolidarización de las uniones atenuando la transmisión de las vibraciones y por lo tanto el ruido de impacto. Las juntas acústicas deben de ser capaces de absorber las presiones de trabajo a las que se somete dicha junta. Los materiales más comunes son los cauchos celulares (tipo Sylomer), juntas de caucho de perfiles diferentes (tipo Isolgomma) y juntas formadas por paneles fibrosos de alta densidad (fibra de madera, lana de roca, corcho...). En el cuadro adjunto, se pueden apreciar los ensayos realizados en Egoin por el equipo de acústica de Tecnalia, en el proyecto EGOSINU:

Ensayos hechos sobre los siguientes materiales:

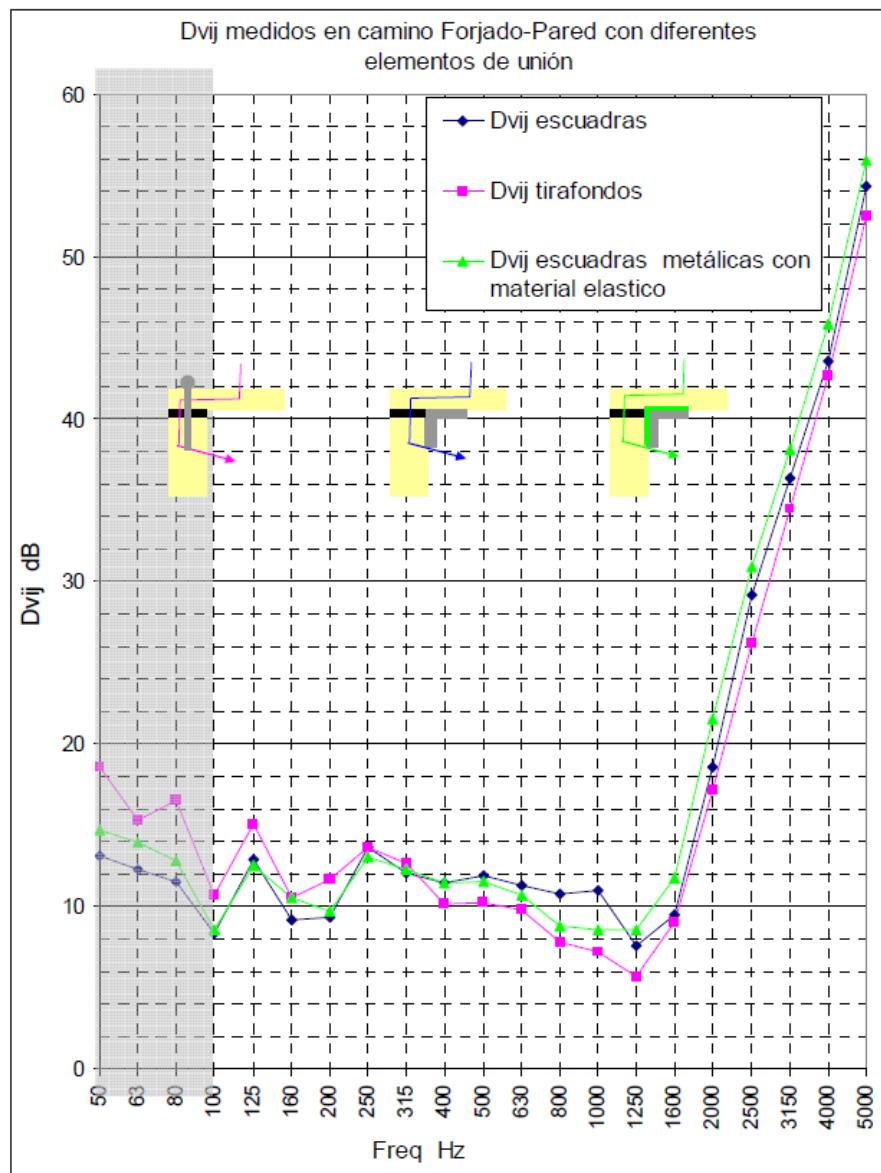
- Stepisorel (fibra de madera)
- Isolgomma (caucho)
- Sylomer (caucho celular)
- EEPS (caucho en banda)
- Rothoblass (caucho perfilado)

Cuadro 2.1.3.1



Juntas acústicas entre ferretería y paneles CLT, cuadro adjunto

Cuadro 2.1.3.1.1



2.1.3.2 Juntas de Estanqueidad

Las juntas de estanqueidad tienen como misión reducir las infiltraciones de aire de un edificio desde el exterior a través de las uniones de los paneles CLT.

Los materiales más utilizados son:

- Caucho celular
- Perfiles de goma
- Cintas adhesivas

Las juntas de caucho celular y perfiles de goma se colocan entre paneles con carácter previo mediante adhesivos adecuados. Hay que tener en cuenta que los movimientos entre paneles en el momento de su colocación y acercamiento provocan el despegado de estas juntas, por lo tanto su colocación genera problemas, sobre todo en el caso de las juntas de caucho celular. Lo más utilizado son las cintas adhesivas tipo “Multiband”, que se colocan por el interior cuando el panel es no visto y por el exterior cuando es visto.

2.1.3.3 Juntas de Capilaridad

Se utilizan para evitar la transmisión de la humedad de las soleras de hormigón hacia la madera.

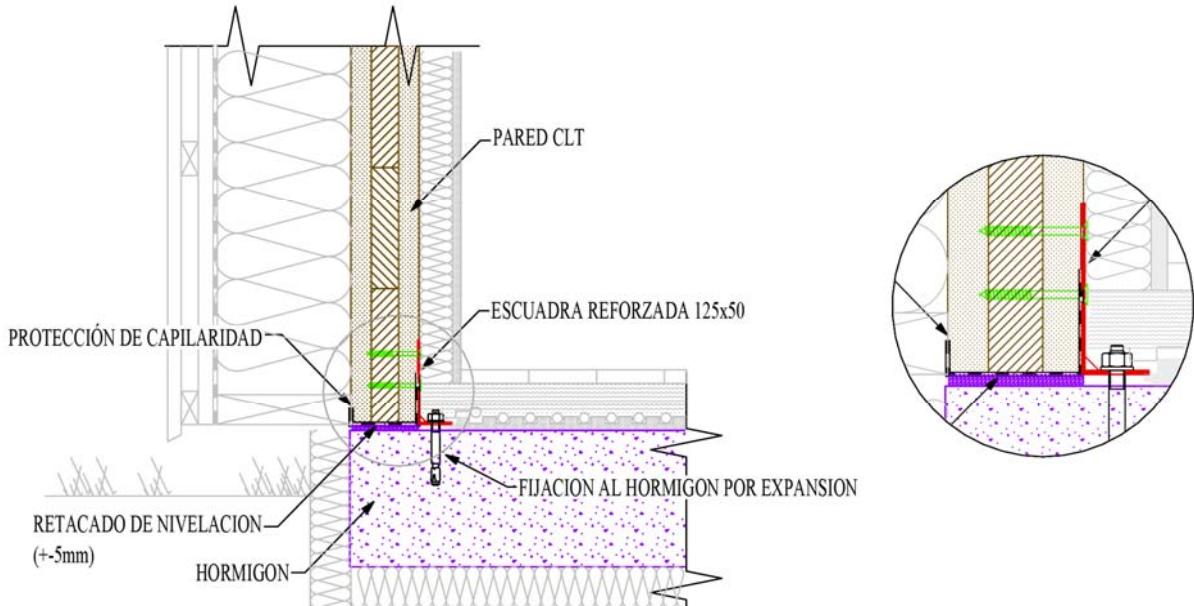
Estas juntas se realizan con estos materiales:

- Láminas bituminosas (Texself)
- Láminas de caucho (EPDM)
- Láminas de aluminizadas (Alumek 100)

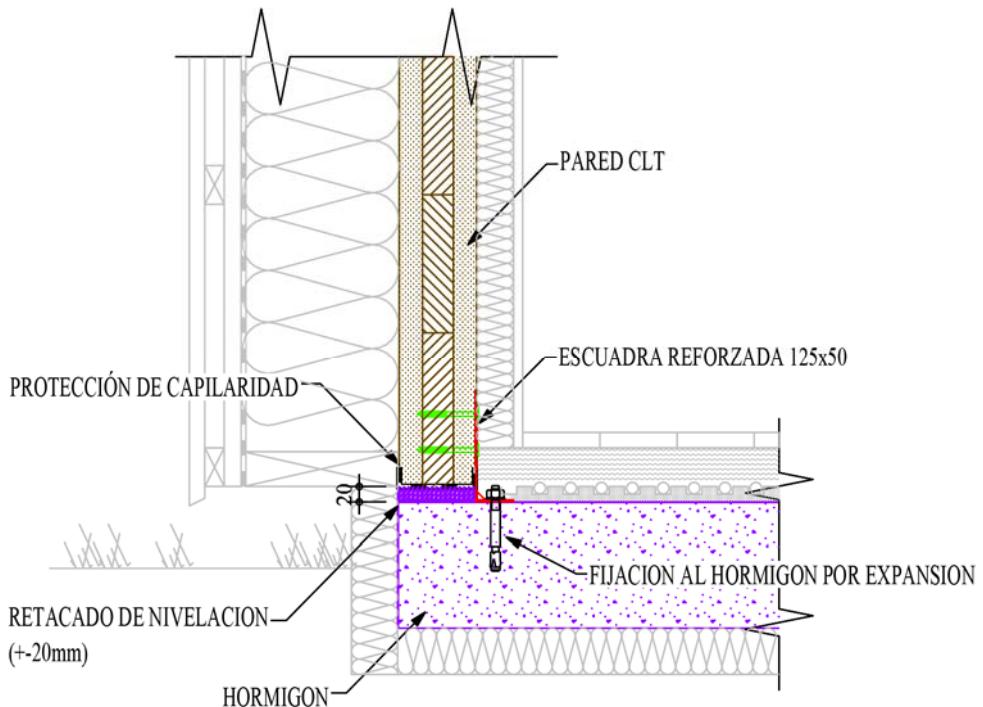
2.2. ARRANQUES DE CLT SOBRE HORMIGÓN

2.2.1 Arranque de pared CLT sobre losa de hormigón

2.2.1.1 Arranque sobre base de solera de hormigón bien nivelado

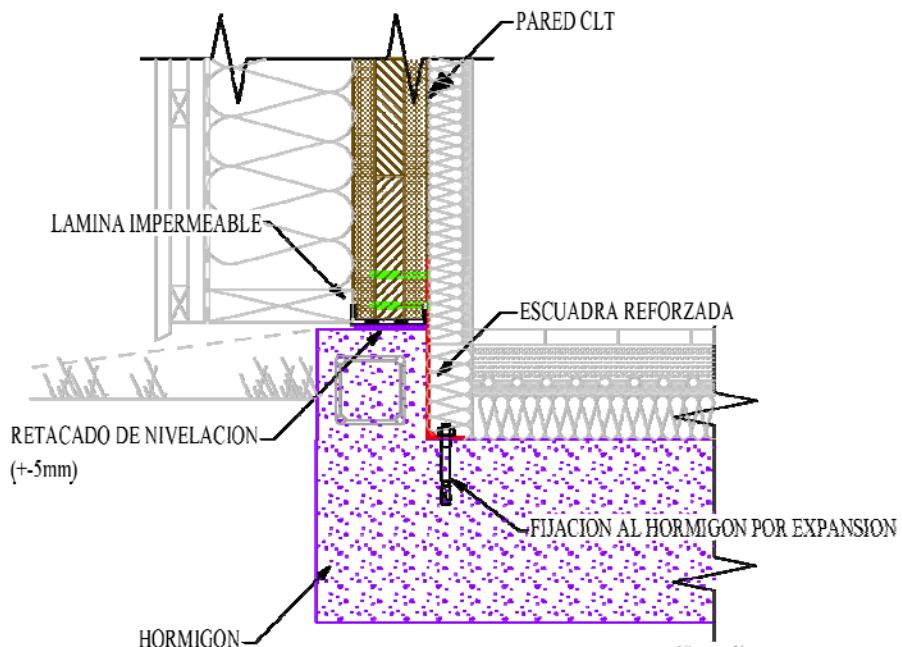


2.2.1.2 Arranque sobre base de solera de hormigón desnivelado

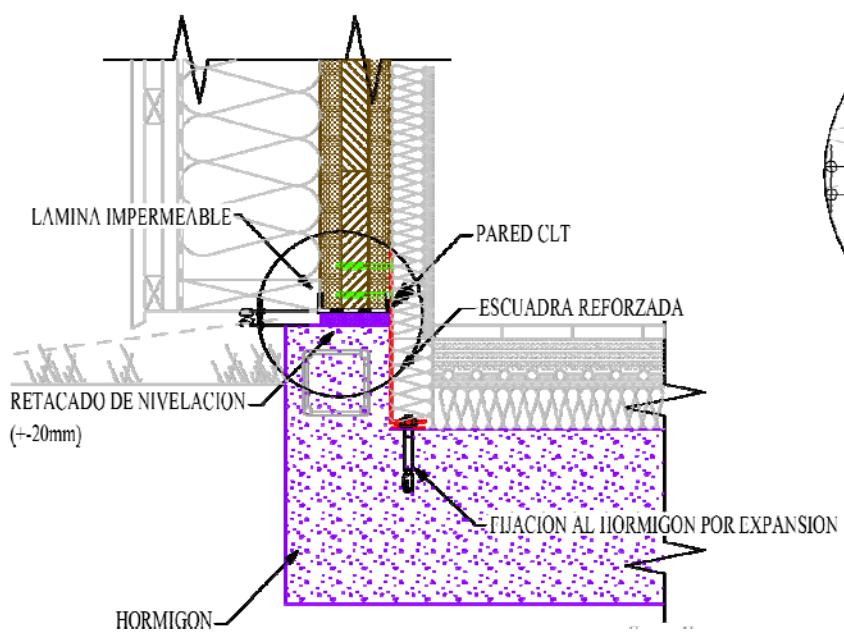


2.2.2 Arranque de pared CLT sobre recrecido de hormigón

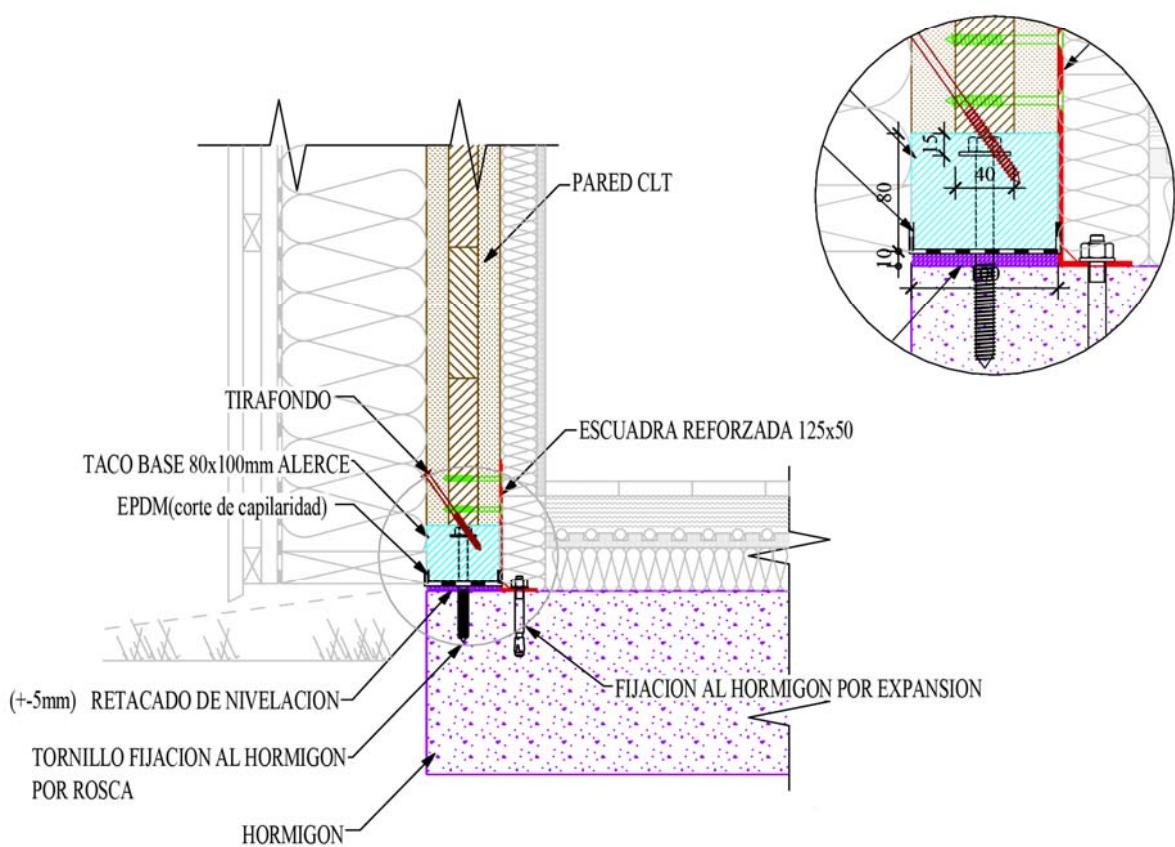
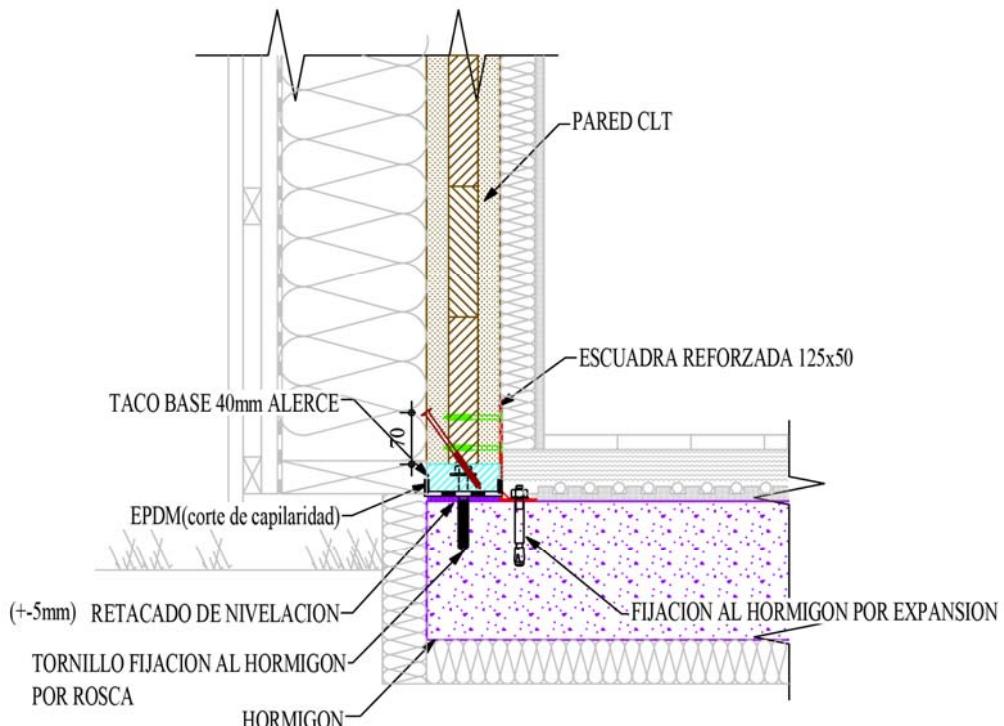
2.2.2.1 Arranque sobre recrecido de hormigón bien nivelado



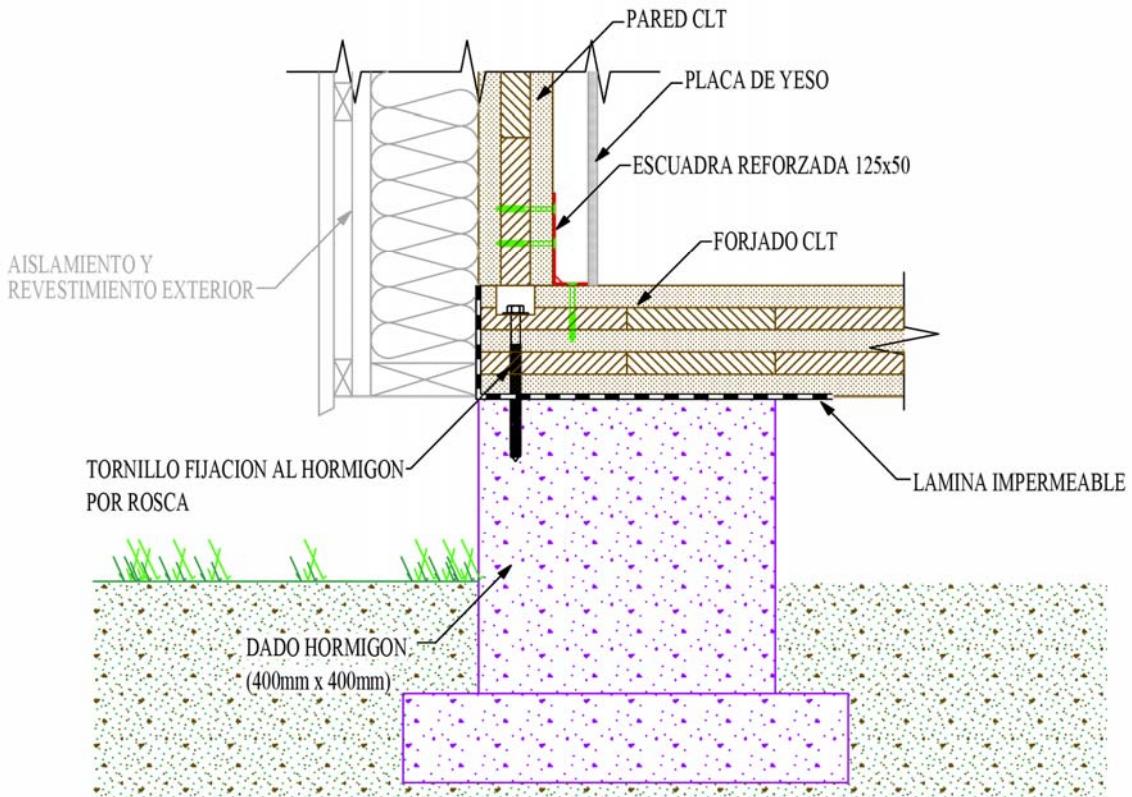
2.2.2.2 Arranque sobre recrecido de hormigón desnivelado



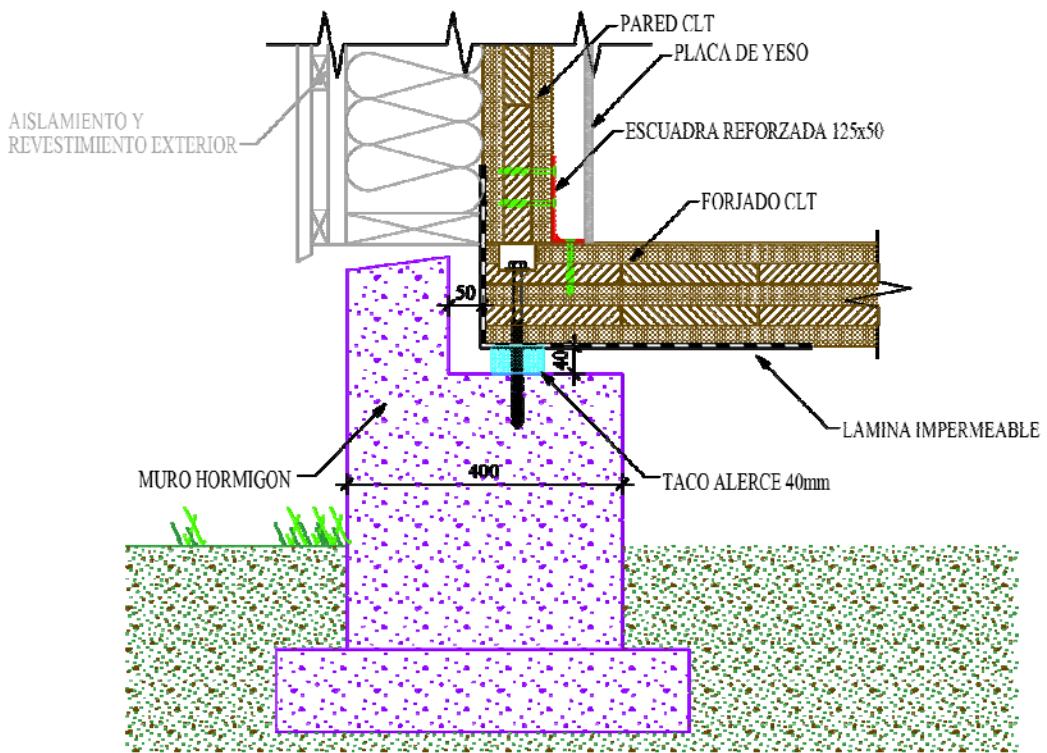
2.2.3 Arranque de pared CLT sobre taco reforzado



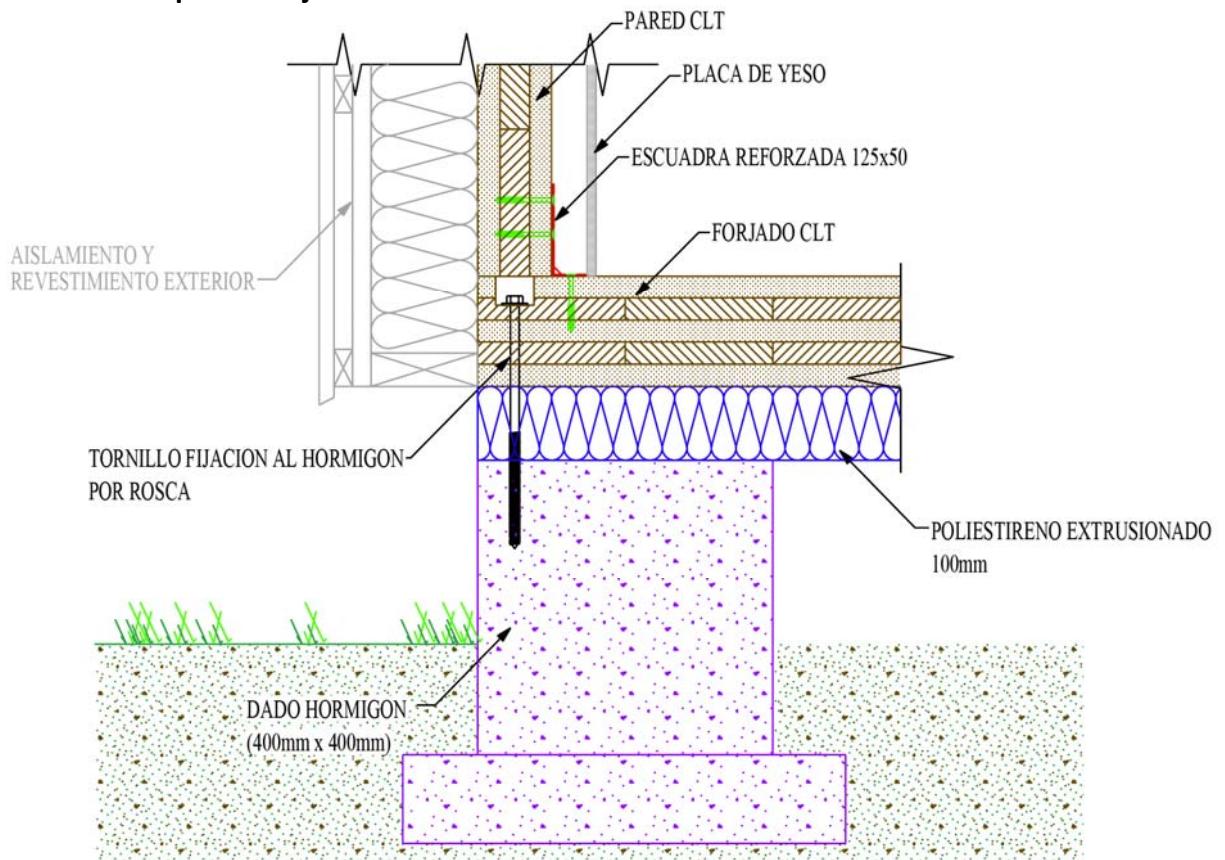
2.2.4 Arranque de forjado CLT sobre dado de hormigón



2.2.5 Arranque de forjado CLT sobre riostra de contención

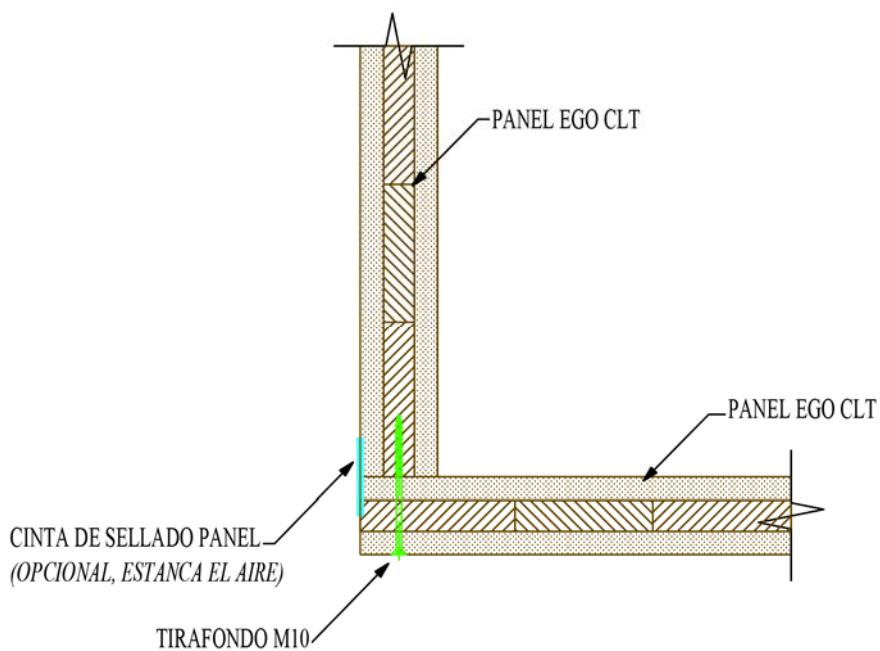


2.2.6 Arranque de forjado CLT con aislamiento inferior

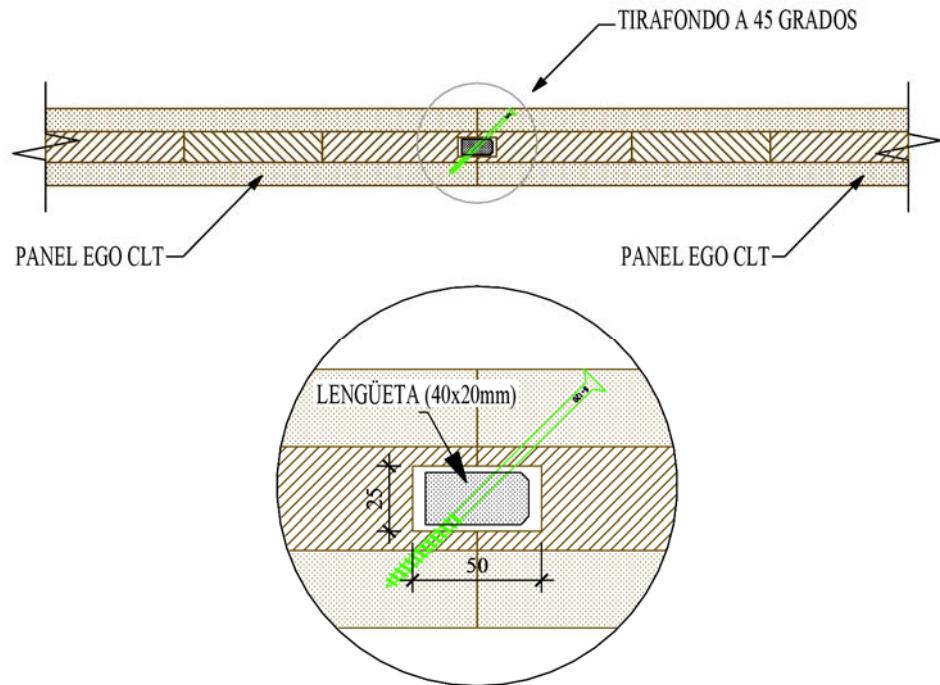


2.3. UNIONES DE MUROS Y PAREDES CLT

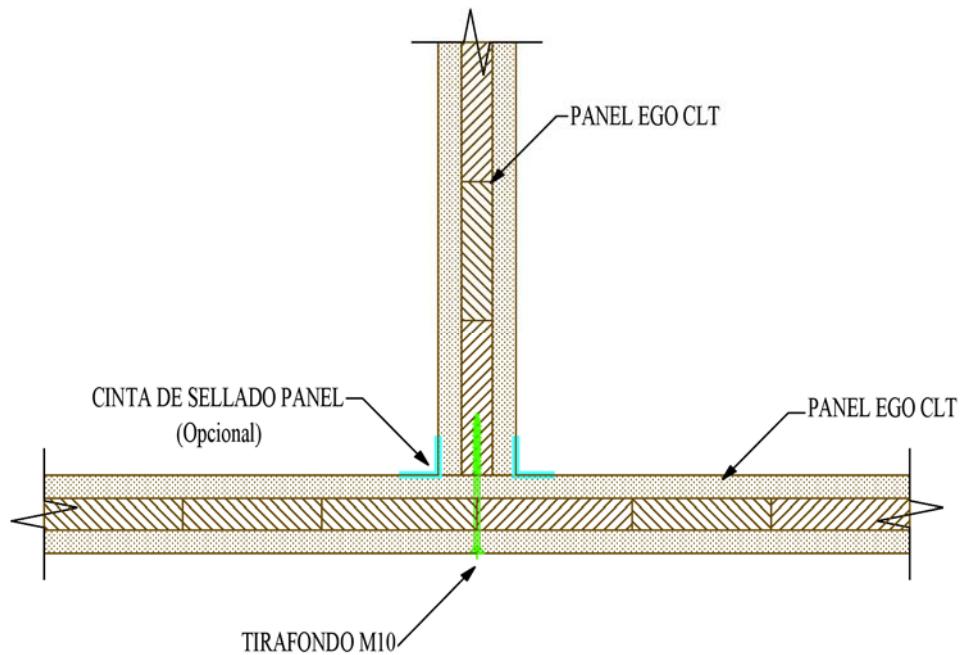
2.3.1 Unión de muros y paredes a 90º



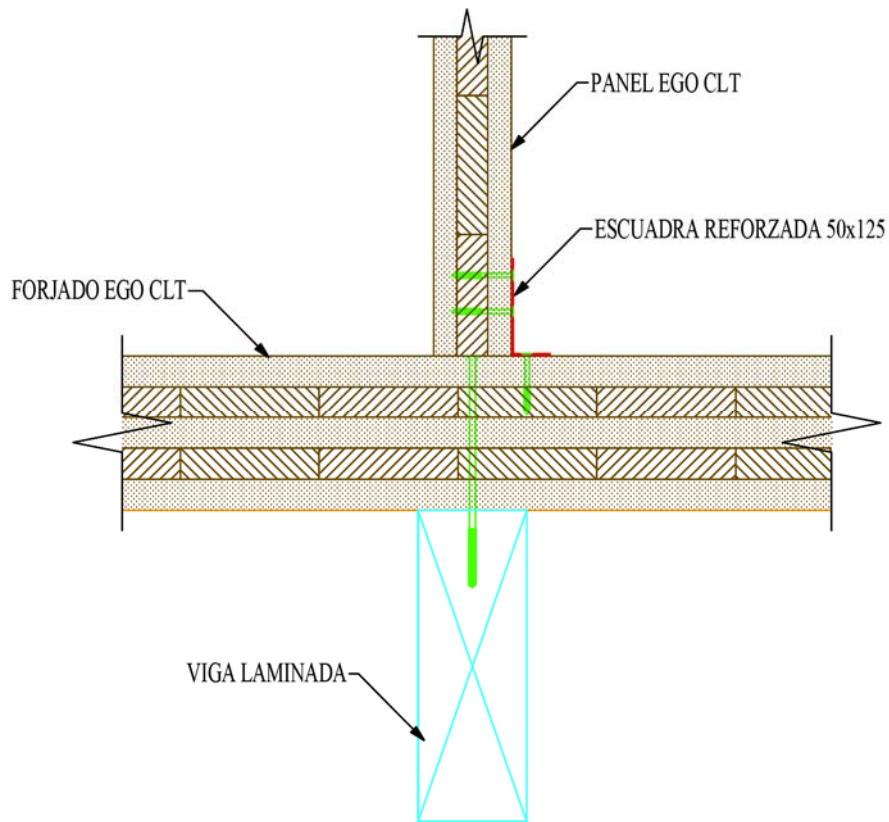
2.3.2 Unión longitudinal de paredes CLT con lengüeta



2.3.3 Unión longitudinal de paredes CLT en T



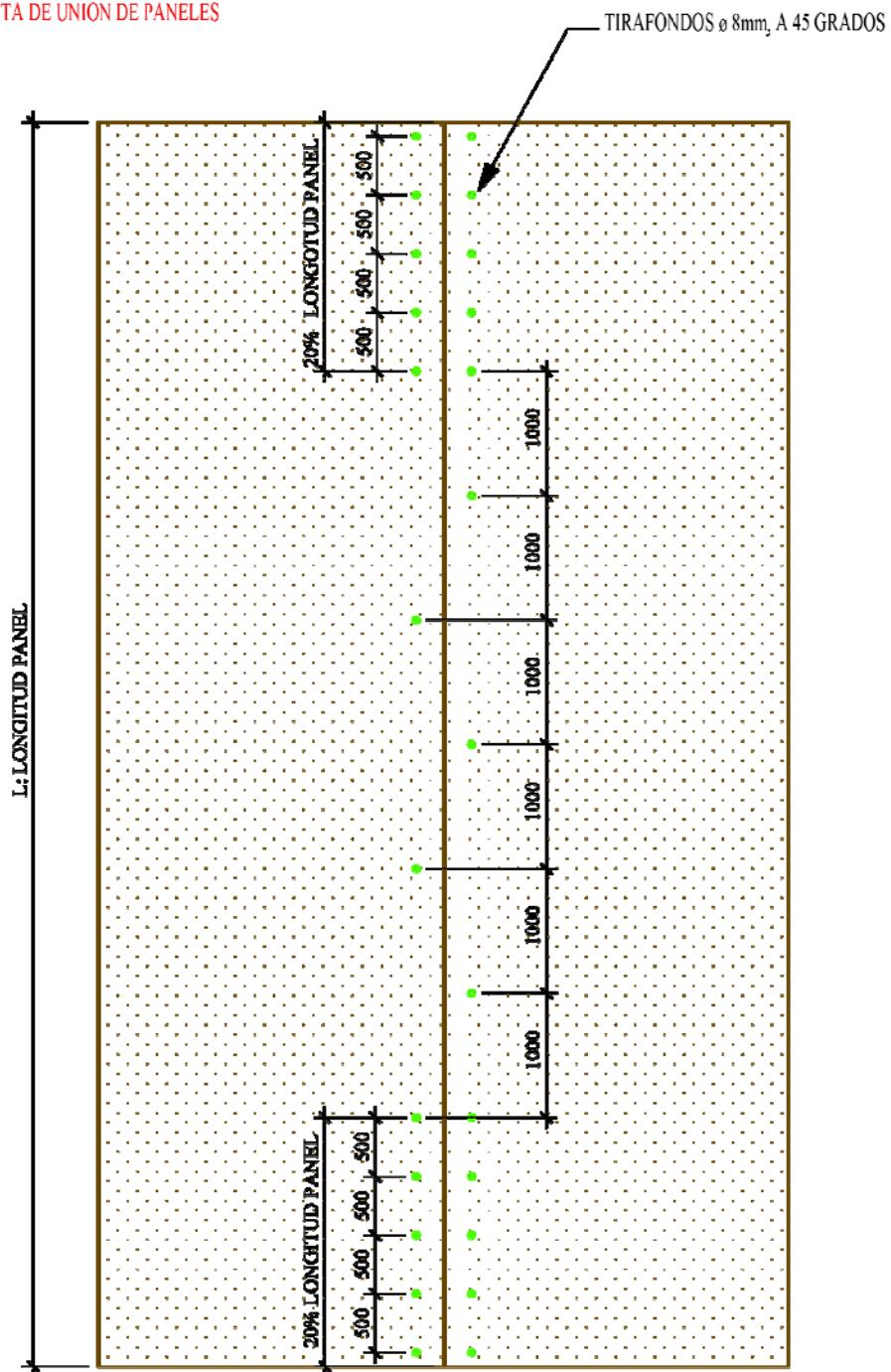
2.3.4 Unión forjado y vigas



2.3.5 Formación de vigas planas en los forjados mediante la conexión entre los propios paneles de forjado

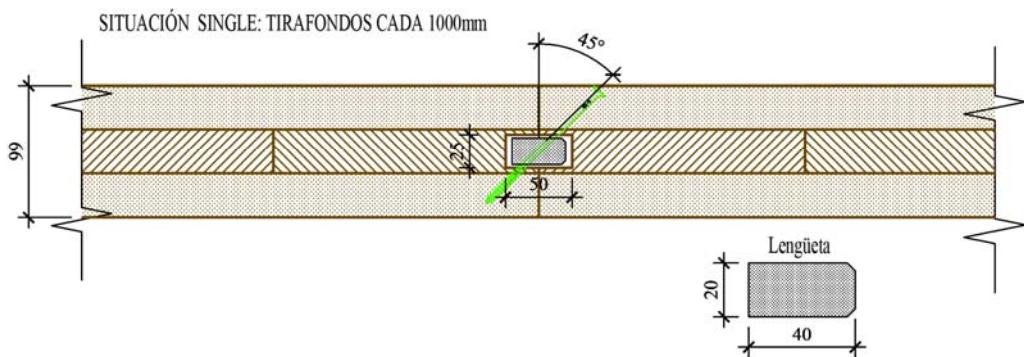
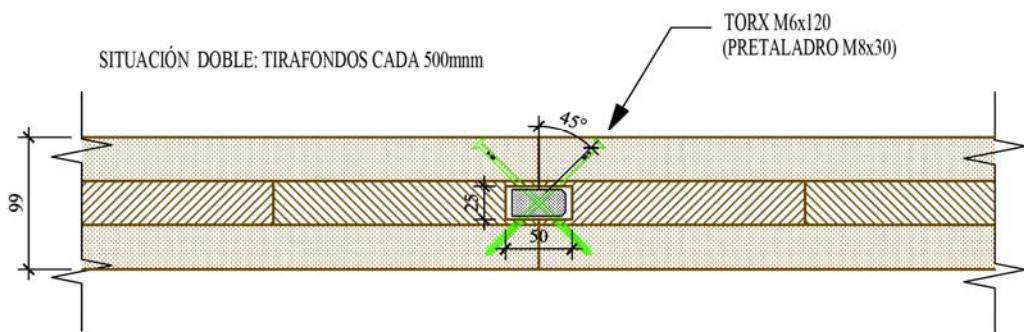
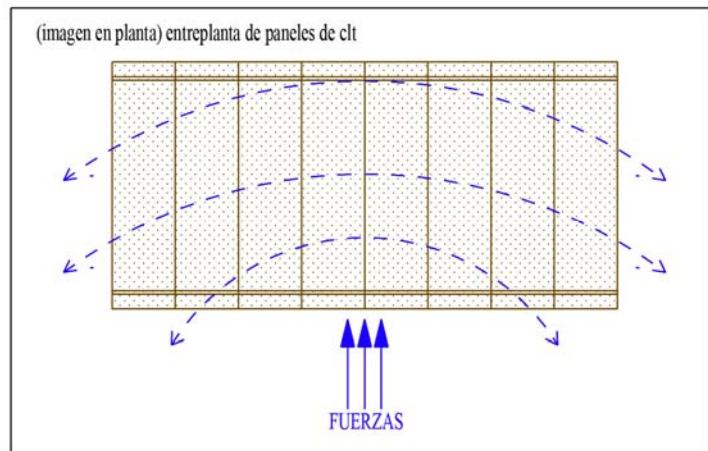
IGUAL EN PLANTA PARA CLT - CLT MIX

IMAGEN EN PLANTA DE UNION DE PANELES



2.3.5.1 CLT

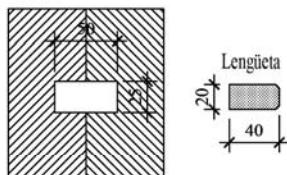
EJEMPLO PARA CLT 100, LONGITUD DE TIRAFONDOS
CAMBIAR PARA PANELES DE DISTINTO ESPESOR



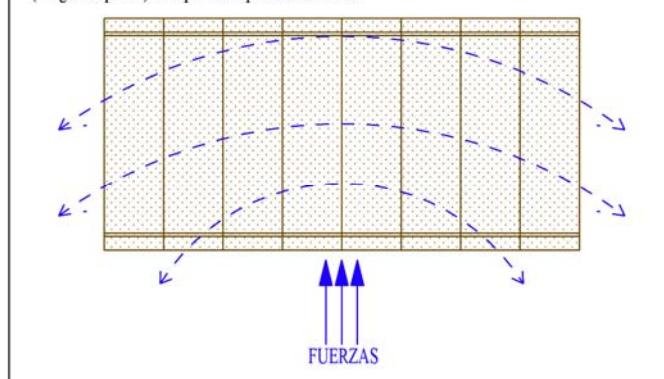
2.3.5.2 CLT MIX

EJEMPLO PARA CLT MIX 244, LONGITUD DE TIRAFONDOS
CAMBIAR PARA PANELES DE DISTINTO ESPESOR

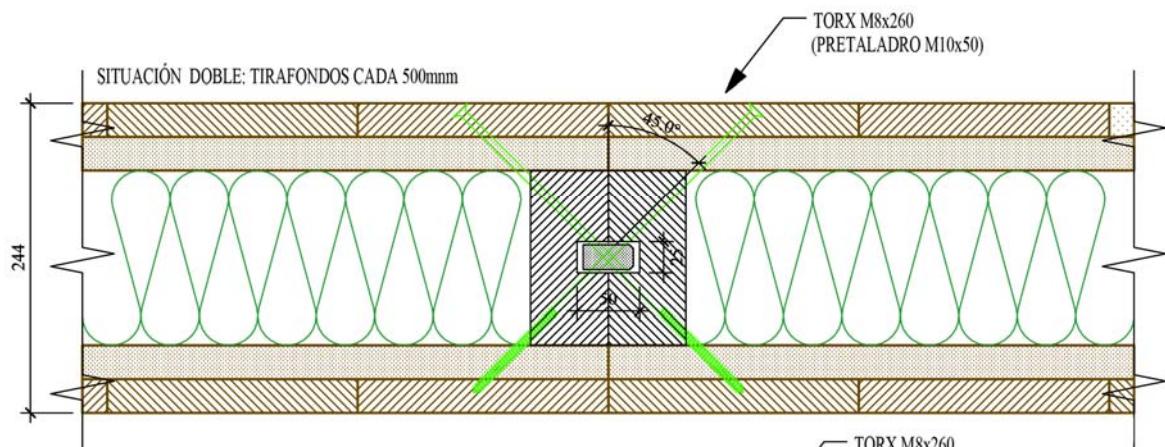
Bastidor



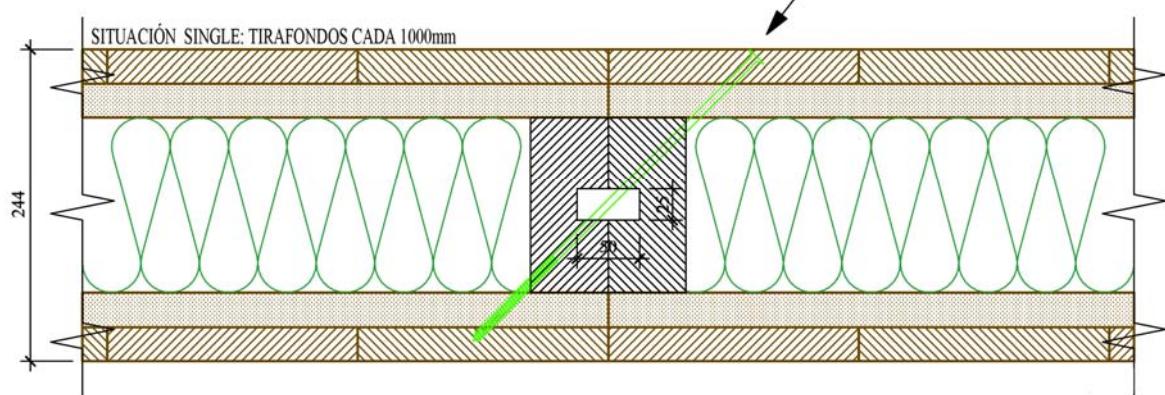
(imagen en planta) entreplanta de paneles de clt mix



SITUACIÓN DOBLE: TIRAFONDOS CADA 500mm

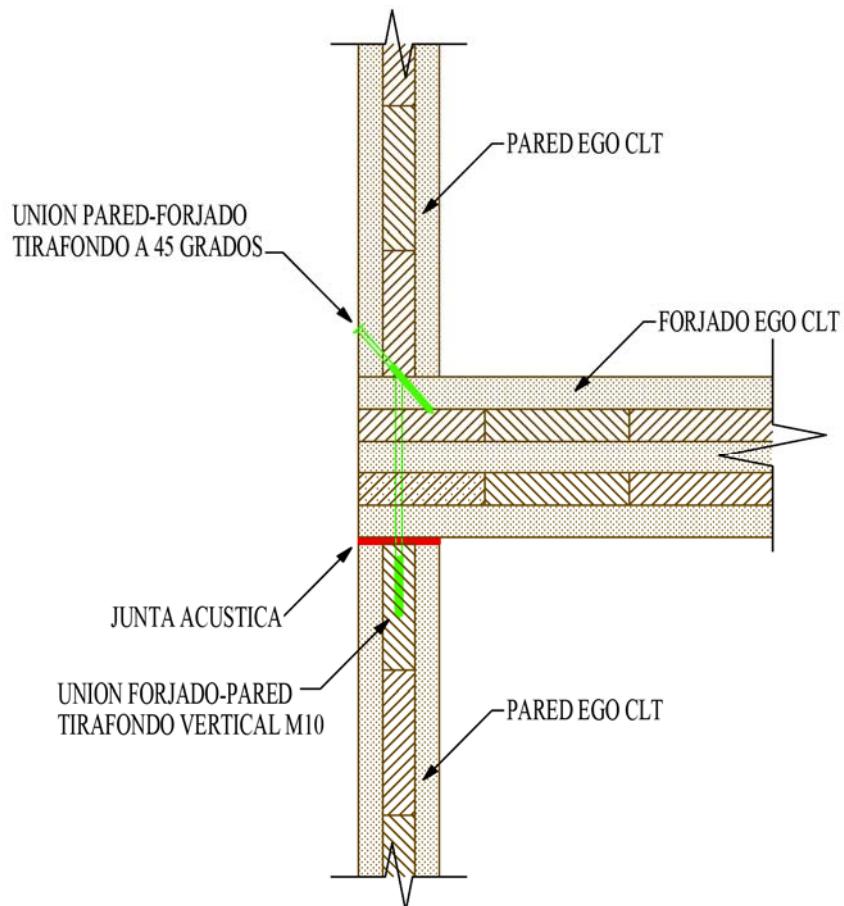


SITUACIÓN SINGLE: TIRAFONDOS CADA 1000mm



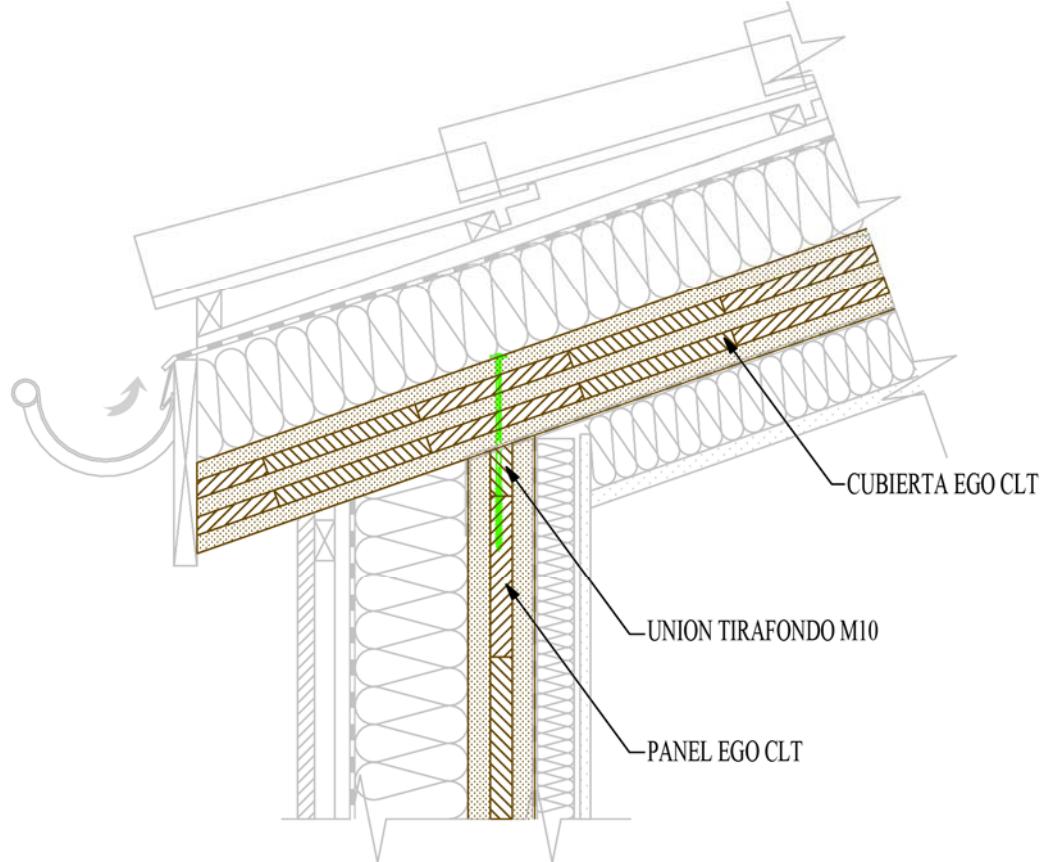
2.4. UNIONES DE FORJADOS CLT

2.4.1 Unión pared CLT con forjado CLT



2.5. UNIONES DE CUBIERTAS CLT

2.5.1 Unión cubierta CLT con alero



2.5.2 Unión cubierta CLT con viga cumbre

