



2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

MC 2.1. SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO

MC 2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL

MC 2.3. SISTEMA ENVOLVENTE

MC 2.4. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

MC 2.5. SISTEMA DE ACABADOS

MC 2.6. SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE INSTALACIONES

Proyecto de ejecución para reforma integral de vivienda entre medianeras en Torrelavega.

Situación: Barrio Caserios 116
39300 Torrelavega (Cantabria)

Promotor: Don Manuel Belarra Pascual

Arquitecto: Don Eduardo Izquierdo Díaz

Fecha: 24 de junio de 2024

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



visado

02/JUL/2024

El presente documento se ha maquetado de tal manera que pueda imprimirse a doble cara. Con dicho fin, se deja esta **página en blanco**, que queda inequívocamente identificada como tal gracias a este texto con el propósito de no incurrir en errores de visado u otras incidencias.

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



visado

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE núm. 74, Martes 28 marzo 2006)

2. Memoria constructiva: Descripción de las soluciones adoptadas:

2.1 Sustentación del edificio. Justificación de las características del suelo y parámetros a considerar para el cálculo de la parte del sistema estructural correspondiente a la cimentación.

2.2 Sistema estructural (cimentación, estructura portante y estructura horizontal). Se establecerán los datos y las hipótesis de partida, el programa de necesidades, las bases de cálculo y procedimientos o métodos empleados para todo el sistema estructural, así como las características de los materiales que intervienen.

2.3 Sistema envolvente. Definición constructiva de los distintos subsistemas de la envolvente del edificio, con descripción de su comportamiento frente a las acciones a las que está sometido (peso propio, viento, sismo, etc.), frente al fuego, seguridad de uso, evacuación de agua y comportamiento frente a la humedad, aislamiento acústico y sus bases de cálculo. El Aislamiento térmico de dichos subsistemas, la demanda energética máxima prevista del edificio para condiciones de verano e invierno y su eficiencia energética en función del rendimiento energético de las instalaciones proyectado según el apartado 2.6.2.

2.4 Sistema de compartimentación. Definición de los elementos de compartimentación con especificación de su comportamiento ante el fuego y su aislamiento acústico y otras características que sean exigibles, en su caso.

2.5 Sistemas de acabados. Se indicarán las características y prescripciones de los acabados de los paramentos a fin de cumplir los requisitos de funcionalidad, seguridad y habitabilidad.

2.6 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones. Se indicarán los datos de partida, los objetivos a cumplir, las prestaciones y las bases de cálculo para cada uno de los subsistemas siguientes:

1. Protección contra incendios, anti-intrusión, pararrayos, electricidad, alumbrado, ascensores, transporte, fontanería, evacuación de residuos líquidos y sólidos, ventilación, telecomunicaciones, etc.
2. Instalaciones térmicas del edificio proyectado y su rendimiento energético, suministro de combustibles, ahorro de energía e incorporación de energía solar térmica o fotovoltaica y otras energías renovables.

2.7 Equipamiento. Definición de baños, cocinas y lavaderos, equipamiento industrial, etc

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



visado

02/JUL/2024

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

MC 2.1. - SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO:

No se intervendrá en la cimentación de los muros de carga perimetrales. Únicamente se levantará un pilar en el centro de la vivienda. Se procederá a la excavación del terreno, hasta encontrar un sustrato firme y con la resistencia suficiente para aguantar la cimentación, para acto seguido ejecutar la cimentación que se realizará por medio de una zapata de hormigón armado aislada, unida mediante vigas riostras a los muros perimetrales.

MC 2.2. - SISTEMA ESTRUCTURAL:

El sistema estructural del edificio, en el momento previo a su intervención está formado por muros de carga perimetrales y un entramado de vigas y pilares de madera que soportan la cubierta. Se pretende crear un forjado para el espacio bajo cubierta con un sistema de vigas y viguetas de madera laminada.

En la estructura de la cubierta se colocarán nuevas vigas y viguetas de madera laminada.

La nueva estructura portante se ejecutará según los correspondientes planos de estructura, elaborados según el cálculo que se adjunta al final del presente documento. Se ejecutará con madera laminada GL24H de diferente escuadría en función del cálculo. Sobre las viguetas se dispondrá tablero hidrófugo machihembrado de 19 mm, sobre el que se colocará un aislamiento. En el caso de los forjados interiores, se dispondrá una capa de mortero y el suelo terminado. El caso de la cubierta se tratará más adelante.

Parámetros

Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de adoptar el sistema estructural para la edificación son principalmente la resistencia mecánica y estabilidad, la seguridad, la durabilidad, la economía, la facilidad constructiva y la modulación estructural, así como el uso sostenible de los materiales a emplear y su facilidad de reciclaje.

La estructura es de una configuración sencilla, adaptándose al programa funcional de la propiedad, e intentando igualar luces, sin llegar a una modulación estricta. Las bases de cálculo adoptadas y el cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad se ajustan a los documentos básicos del CTE, y el Euro Código 5, específico para maderas.

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



visado

MC 2.3. - SISTEMA ENVOLVENTE:

Conforme al “Apéndice A: Terminología”, del DB-HE se establecen las siguientes definiciones:

Envolvente edificatoria: Se compone de todos los cerramientos del edificio.

Envolvente térmica: Se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Fachada

Se aprovecharán los muros perimetrales existentes en la vivienda, compuestos de fábrica de mampostería y ladrillo, con un espesor medio de 0,55 m. Por el exterior, se retirará la plaqueta cerámica y se revocarán los muros. Por el interior, se dispondrá un trasdosado autoportante de cartón-yeso dejando una cámara en la que se colocará aislamiento térmico.

Limitación de demanda energética

Se ha tenido en cuenta la ubicación del edificio en la zona climática C1. Para la comprobación de la limitación de la demanda energética se ha tenido en cuenta además la transmitancia media de los muros de cada fachada:, incluyendo en el promedio los puentes térmicos integrados en la fachada tales como contorno de huecos pilares en fachada y de cajas de persianas, la transmitancia media de huecos de fachadas para cada orientación y el factor solar modificado medio de huecos de fachadas para cada orientación.

Carpintería exterior

Será a base de perfiles de PVC con rotura de puente térmico. Acristalamiento doble vidrio con cámara aislante 6+12+4.

Parámetros

Salubridad: Protección contra la humedad

Para la adopción de la parte del sistema envolvente correspondiente a la carpintería exterior, se ha tenido en cuenta especialmente la zona pluviométrica en la que se ubicará según lo especificado por las NTE.

Seguridad de utilización

Para la adopción de la parte del sistema envolvente, se ha tenido en cuenta las áreas de riesgo de impacto en puertas para disponer barreras de protección. Los vidrios empleados en estas zonas son laminados.

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



visado

02/JUL/2024

Limitación de demanda energética

Se ha tenido en cuenta el porcentaje de huecos que suponen las carpinterías en fachada así como la ubicación del edificio en la zona climática y la orientación del paño al que pertenecen. Para el cálculo de la transmisión de huecos en fachada se ha tenido en cuenta el tipo de acristalamiento así como la existencia de persianas.

Cubiertas en contacto con el aire exterior

La cubierta será inclinada, con las mismas alturas y pendientes que la cubierta existente. Se ejecutará con cabrios de madera laminada de 10x20 cm apoyados sobre una viga cumbrera de 20x28 cm y los muros de cerramiento. Sobre los cabrios se colocará un tablero de madera machihembrada de 19 mm, sobre el que se colocará un aislamiento térmico de 10 cm de espesor y una lámina impermeable transpirable de 0.5 mm y un sistema de rastreles que sujete la cubrición cerámica de teja roja, similar a la existente.

Parámetros

Seguridad estructural peso propio, sobrecarga de uso, viento, sismo
Indicación del tipo de sobrecarga según las indicaciones del CTE.

Salubridad: Protección contra la humedad

Para la adopción de la parte del sistema envolvente correspondiente a la cubierta, se ha tenido en cuenta especialmente la zona pluviométrica en la que se ubicará según lo especificado por las NTE y el CTE.

Salubridad: Evacuación de aguas

Parámetros que determinan las previsiones técnicas relativos a las pendientes de las cubiertas, el sistema de recogida de agua por sumidero sifónico.

Limitación de demanda energética

Se ha tenido en cuenta la ubicación del edificio en la zona climática C1. Para la comprobación de la limitación de la demanda energética se ha tenido en cuenta además la transmitancia media de los elementos que componen este tipo de cubierta.

S1 Suelos en contacto con espacios no habitables

Solera de hormigón con mallazo de reparto, apoyado sobre una lámina de tela asfáltica para evitar el contacto directo de la solera con el terreno.

MC 2.4. - SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN:

Se entiende por partición interior, conforme al **Apéndice A. Terminología** del Documento Básico HE1, el elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes.

“Colegio oficial de arquitectos de cantabria”
a los efectos reglamentarios



visado

La compartimentación entre estancias de la misma vivienda, se hará mediante un sistema de tabique múltiple autoportante formado por montantes separados 400 mm y canales de perfiles de chapa de acero galvanizado de 48 mm., atornillado por cada cara dos placas de 15 mm. de espesor de alta dureza superficial, con un ancho total de 108 mm., banda acústica bajo los perfiles perimetrales y aislamiento con lana de roca en el interior de 45 mm.

Parámetros

Seguridad estructural: peso propio, sobrecarga de uso, viento, sismo. Todas las particiones. Las tabiquerías se consideran como peso propio según las indicaciones del DB SE-AE del CTE.

El resto de parámetros estarán sujetos a las previsiones técnicas.

Carpintería interior

Será maciza de tableros aglomerados, canteadas y chapadas con laminados plásticos.

MC 2.5. - SISTEMA DE ACABADOS:

Relación y descripción de los acabados empleados en la vivienda, así como los parámetros que determinan las previsiones técnicas y que influyen en la elección de los mismos.

Revestimientos exteriores:

-Fábrica de mampostería y ladrillo, revoco y pintado

Revestimientos interiores:

- Sistema de tabiquería de cartón-yeso, enlucida y pintada
- Alicatado con azulejo tomado con una capa de cemento cola

Solados:

- Suelo laminado de madera
- Pavimento cerámico, tomado sobre capa de mortero de cemento.

Cubierta:

- Teja cerámica roja

El resto de parámetros estarán sujetos a las previsiones técnicas.

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



visado

02/JUL/2024

MC 2.6. - SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE INSTALACIONES:**Electricidad**

Sectorización del alumbrado e instalaciones.

Alumbrado

Bajo consumo.

Fontanería

Todos los aparatos sanitarios tendrán presión y caudal suficientes considerando un uso de todas a la vez.

Evacuación de residuos líquidos y sólidos

En la zona no existe saneamiento, por lo que la vivienda cuenta con un sistema individualizado para el tratamiento de las aguas residuales.

Ventilación

Se procurará no focalizar las salidas de aire para mejorar el ambiente interior

Telecomunicaciones

Tomas de red, preinstalación para Internet

Instalaciones térmicas del edificio

La calefacción se realizará mediante un sistema de radiadores eléctricos. El ACS se producirá mediante un termo eléctrico.

Ahorro de energía

Máxima iluminación natural, zonificación

Alumbrado

Ahorrar energía y obtener unos niveles óptimos de iluminación natural y artificial.

En Torrelavega, a 24 de junio de 2024

EL PROMOTOR

Manuel Belarra Pascual

EL ARQUITECTO

Eduardo Izquierdo Díaz

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



MC. ANEXO

CÁLCULO DE ESTRUCTURA

CLASES RESISTENTES DE MADERA LAMINADA						
Clases resistentes de madera laminada		Madera laminada homogénea				
		GL24h	GL28h	GL32h	GL36h	
Resistencia a flexión	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36	
Resistencia a tracción par. a la fibra	$f_{t0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26	
Resistencia perpendicular a la fibra	$f_{t90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6	
Resistencia a compresión par. a la fibra	$f_{c0,g,k}$	24	26,5	29	31	
Resistencia perpendicular a la fibra	$f_{c90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6	
Resistencia a cortante	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3	
Módulo de elasticidad	par. a la fibra	$E_{0,g,medio}$	11.600	12.600	13.700	14.700
		$E_{0,g,k}$	9.400	10.200	11.100	11.900
	perp. a la fibra	$E_{90,g,medio}$	390	420	460	490
Módulo cortante	$G_{g,medio}$	720	780	850	910	
Densidad	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450	

ACCIONES CONSIDERADAS					
CUBIERTA			FORJADO PRIMERA PLANTA		
CARGAS PERMANENTES			CARGAS PERMANENTES		
Teja mixta y enrastrelado:	1	[kN/m²]	Peso propio estructura	1	[kN/m²]
Peso propio de los pares:	0,5	[kN/m²]	Capa de compresión	1	[kN/m²]
			Pavimento	0,5	[kN/m²]
CARGAS VARIABLES			CARGAS VARIABLES		
Conservación:	1	[kN/m²]	Sobrecarga de uso	2	[kN/m²]
Nieve:	0,2	[kN/m²]			
Viento:	0,2	[kN/m²]			
CARGA CARACTERÍSTICA	2,90	[kN/m²]	CARGA CARACTERÍSTICA	4,50	[kN/m²]
CARGA DE CÁLCULO	4,12	[kN/m²]	CARGA DE CÁLCULO	6,37	[kN/m²]

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE VIGAS DE MADERA MACIZA Y LAMINADA SOMETIDAS A CARGA DE FUEGO

Flexión simple y compuesta

Obra :	CASA 2415 - Los Caserios (Torrelavega)
Tipo de pieza :	Vigueta - Forjado primera planta

Clase de madera:	GL24	LAMINADA HOMOGÉNEA
------------------	------	--------------------

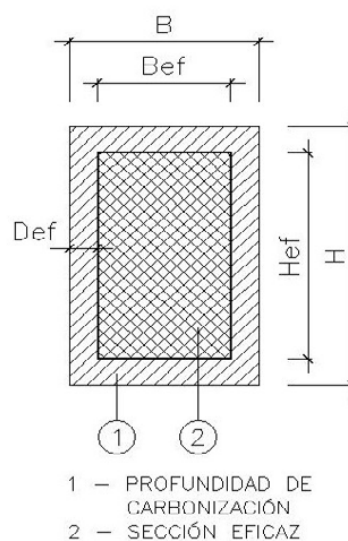
$f_{m,k} =$	24,0	N/mm ²	Resistencia característica a flexión
$f_{v,k} =$	2,7	N/mm ²	Resistencia característica a cortante
$E_m =$	11,6	KN/mm ²	Módulo elasticidad medio
$\rho_m =$	3,8	KN/m ³	Densidad media

Resist. al fuego :	R-30
--------------------	------

$D_{ef} =$	28,0	mm	Profundidad de carbonización
------------	------	----	------------------------------

Caras expuestas:	Inferior y laterales
------------------	----------------------

Clase de servicio:	CS 1
Interior seco (Temp > 20°, Humedad < 65%)	



Propiedades de la sección

$B =$	24	cm	$I =$	43.904	cm ⁴	Momento de inercia (de la sección completa)
$H =$	28	cm	$W =$	3.136	cm ³	Momento resistente (de la sección completa)
Area =	672,0	cm ²				
Peso =	0,26	KN/ml				

$B_{ef} =$	18,4	cm	$I_{ef} =$	24.538	cm ⁴	Momento de inercia (de la sección eficaz)
$H_{ef} =$	25,2	cm	$W_{ef} =$	1.947	cm ³	Momento resistente (de la sección eficaz)
$A_{ef} =$	463,7	cm ²				

Cargas y coeficientes

Cargas permanentes

$N_{pp} =$	1,00	KN
$N_{pp}^* =$	1,00	KN
$M_{pp}^* =$	0,51	m·KN
$V_{pp}^* =$	0,64	m·KN
$g_{pp} =$	1,00	

Sobrecargas de uso

$N_{su} =$	1,00	KN
$N_{su}^* =$	1,00	KN
$M_{su}^* =$	56,10	m·KN
$V_{su}^* =$	70,13	m·KN
$g_{su} =$	1,00	

Axil
Axil mayorado
Momento flector mayorado
Cortante mayorado
Coef. Mayoración cargas

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



$k_{cr} =$	1,00	Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante
$k_{fi} =$	1,15	Factor de modificación en situación de incendio
$K_{mod} =$	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
$K_h =$	1,10	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
$Y_m =$	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio

Estado límite último flexión

$f_{m,d} =$	30,4	N/mm ²	$>$	$S_d =$	24,5	N/mm ²
Capacidad resistente máxima a flexión del material				Tensión aplicada en la sección eficaz		

81%

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

Estado límite último cortante

$f_{v,d} =$	3,1	N/mm ²	$>$	$t_d =$	1,0	N/mm ²
Capacidad resistente máxima a cortante del material				Cortante aplicada en la sección eficaz		

34%

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m} > \tau_d = \left(1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento

$$f_{m,d} > S_d$$

$$f_{v,d} > t_d$$

CUMPLE

"Mayo 2024"

Eduardo Izquierdo Díaz
Arquitecto

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios

**visado**

02/JUL/2024

COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE SECCIONES DE MADERA SOMETIDAS A CARGA DE FUEGO Comprobación de flecha

La flecha de un elemento estructural se compone de dos términos, la instantánea y la diferida, causada por la fluencia del material, que en el caso de la madera es bastante apreciable

La flecha instantánea, se calcula con la formulación tradicional de la resistencia de materiales; al tratarse de un Estado Límite de Servicio y no Estado Límite último, las cargas NO se mayoran

$$d' = 0,01302$$

$$\delta = \delta' \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$$

Por tanto la formulación de la flecha total de una viga de madera será:

$$\delta_{tot} = \delta_{pp} \cdot (1 + k_{def}) + \delta_{su} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

Dónde: $K_{def} = 0,60$ es el factor de fluencia para CS 1

Dónde: $Y_2 = 0,30$ para cargas de corta duración

$$\begin{aligned} d_{pp} &= 0,33 \text{ mm} \\ d_{su} &= 10,99 \text{ mm} \end{aligned}$$

Flecha instantánea debida a carga permanente

Flechaintantánea debida a sobrecarga de uso

Triple Condición de cumplimiento

Para garantizar integridad de elementos constructivos, la flecha debida a la fluencia , más la motivada por la carga variable no ha de ser superior a:

$$K_{def} \cdot d_{pp} + (1 + Y_2 \cdot K_{def}) \cdot d_{su} < L/300 \text{ Resto de casos (cubiertas)}$$

$$13,17 \text{ mm} = L/304 < L/300 = 13,33 \text{ mm}$$

Para asegurar el confort de los usuarios la flecha debida a cargas de corta duración deberá ser inferior a L/350

$$\begin{aligned} d_{su} &< L/350 \\ 10,99 \text{ mm} &= L/364 < L/350 = 11,43 \text{ mm} \end{aligned}$$

La apariencia de la obra será adecuada cuando la flecha no supere L/300 con cualquier combinación de carga

$$\begin{aligned} (1 + K_{def}) \cdot d_{pp} + (1 + Y_2 \cdot K_{def}) \cdot d_{su} &< L/300 \\ 4,42 \text{ mm} &= L/906 < L/300 = 13,33 \text{ mm} \end{aligned}$$

CUMPLE

"Mayo 2024"

Eduardo Izquierdo Díaz
Arquitecto

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE VIGAS DE MADERA MACIZA Y LAMINADA

SOMETIDAS A CARGA DE FUEGO

Flexión simple y compuesta

Obra :	CASA 2415 - Los Caserios (Torrelavega)
Tipo de pieza :	Vigueta - Forjado primera planta

Clase de madera:	GL24	LAMINADA HOMOGÉNEA
------------------	------	--------------------

$f_{m,k}$	24,0	N/mm ²	Resistencia característica a flexión
$f_{v,k}$	2,7	N/mm ²	Resistencia característica a cortante
E_m	11,6	KN/mm ²	Módulo elasticidad medio
ρ_m	3,8	KN/m ³	Densidad media

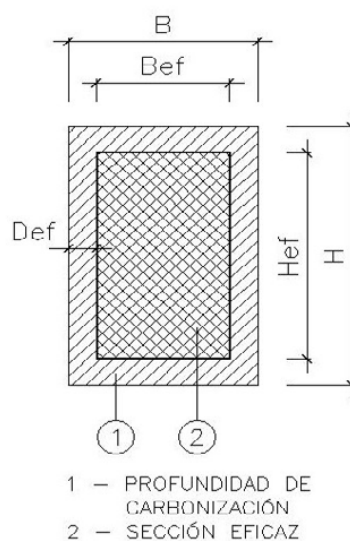
Resist. al fuego :	R-30
--------------------	------

D_{ef}	28,0	mm	Profundidad de carbonización
----------	------	----	------------------------------

Caras expuestas:	Inferior y laterales
------------------	----------------------

Clase de servicio:	CS 1
--------------------	------

Interior seco (Temp > 20°,
Humedad < 65%)



Propiedades de la sección

B =	24	cm	I =	43.904	cm ⁴	Momento de inercia (de la sección completa)
H =	28	cm	W =	3.136	cm ³	Momento resistente (de la sección completa)
Area =	672,0	cm ²				
Peso =	0,26	KN/ml				

B _{ef} =	18,4	cm	I _{ef} =	24.538	cm ⁴	Momento de inercia (de la sección eficaz)
H _{ef} =	25,2	cm	W _{ef} =	1.947	cm ³	Momento resistente (de la sección eficaz)
A _{ef} =	463,7	cm ²				

Cargas y coeficientes

Cargas permanentes

N _{pp} =	1,00	KN
N _{pp} * =	1,00	KN
M _{pp} * =	0,51	m·KN
V _{pp} * =	0,64	m·KN
g _{pp} =	1,00	

Sobrecargas de uso

N _{su} =	1,00	KN
N _{su} * =	1,00	KN
M _{su} * =	56,10	m·KN
V _{su} * =	70,13	m·KN
g _{su} =	1,00	

Axil

Axil mayorado

Momento flector mayorado

Cortante mayorado

Coef. Mayoración cargas

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



$k_{cr} =$	1,00	Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante
$k_{fi} =$	1,15	Factor de modificación en situación de incendio
$K_{mod} =$	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
$K_h =$	1,08	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
$Y_m =$	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio

Estado límite último flexión

$f_{m,d} =$	29,8	N/mm ²	>	$S_d =$	29,1	N/mm ²
Capacidad resistente máxima a flexión del material			98%	Tensión aplicada en la sección eficaz		

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

Estado límite último cortante

$f_{v,d} =$	3,1	N/mm ²	>	$t_d =$	2,3	N/mm ²
Capacidad resistente máxima a cortante del material			74%	Cortante aplicada en la sección eficaz		

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m} > \tau_d = \left(1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento

$$f_{m,d} > S_d$$

$$f_{v,d} > t_d$$

CUMPLE

"Mayo 2024"

Eduardo Izquierdo Díaz
Arquitecto

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



visado

COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE SECCIONES DE MADERA SOMETIDAS A CARGA DE FUEGO

Comprobación de flecha

La flecha de un elemento estructural se compone de dos términos, la instantánea y la diferida, causada por la fluencia del material, que en el caso de la madera es bastante apreciable

La flecha instantánea, se calcula con la formulación tradicional de la resistencia de materiales; al tratarse de un Estado Límite de Servicio y no Estado Límite último, las cargas NO se mayoran

$d' = 0,00534$	$\delta = \delta' \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$
----------------	--

Por tanto la formulación de la flecha total de una viga de madera será:

$$\delta_{tot} = \delta_{pp} \cdot (1 + k_{def}) + \delta_{su} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

Dónde:	Kdef = 0,60	es el factor de fluencia para CS 1
Dónde:	Y2 = 0,30	para cargas de corta duración

dpp =	0,07 mm	Flecha instantánea debida a carga permanente
dsu =	7,53 mm	Flechaintantánea debida a sobrecarga de uso

Triple Condición de cumplimiento

Para garantizar integridad de elementos constructivos, la flecha debida a la fluencia , más la motivada por la carga variable no ha de ser superior a:

$K_{def} \cdot d_{pp} + (1 + Y_2 \cdot K_{def}) \cdot d_{su}$	$<$	L/400 Tabiques ordinarios y pav. Con juntas. Caso Normal
8,92 mm = L/448	$<$	L/400 = 10,00 mm

Para asegurar el confort de los usuarios la flecha debida a cargas de corta duración deberá ser inferior a L/350

d_{su}	$<$	L /350
7,53 mm = L/531	$<$	L/350 = 11,43 mm

La apariencia de la obra será adecuada cuando la flecha no supere L/300 con cualquier combinación de carga

$(1 + K_{def}) \cdot d_{pp} + (1 + Y_2 \cdot K_{def}) \cdot d_{su} \cdot Y_2$	$<$	L /300
2,77 mm = L/1442	$<$	L/300 = 13,33 mm

CUMPLE

"Mayo 2024"

Eduardo Izquierdo Díaz
Arquitecto

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE PILARES DE MADERA MACIZA Y LAMINADA
SOMETIDOS A CARGA DE FUEGO
Compresión simple y compuesta

Obra :	CASA 2415 - Los Caserios (Torrelavega)
Tipo de pieza :	Pilar - Forjado primera planta

Clase de madera:	GL24	LAMINADA HOMOGÉNEA
------------------	------	--------------------

$f_{c,0,k}$ =	24,0	N/mm ²	Resistencia característica a compresión
$E_{0,k}$ =	9,4	KN/mm ²	Módulo elasticidad característico
ρ_m =	3,8	KN/m ³	Densidad característica

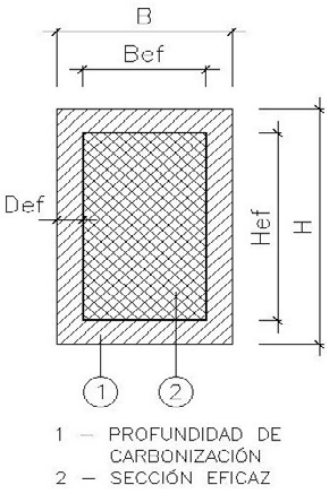
Resist. al fuego :	R-30
--------------------	------

D_{ef} =	28,0	mm	Profundidad de carbonización
------------	------	----	------------------------------

Caras expuestas:	2H	+	2B
------------------	----	---	----

Clase de servicio:	CS 1
--------------------	------

Interior seco ($Temp > 20^{\circ}$,
Humedad < 65%)



Propiedades de la sección

H =	20	cm	I =	13.333	cm ⁴	Momento de inercia (de la sección completa)
B =	20	cm	W =	1.333	cm ³	Momento resistente (de la sección completa)
Area =	400,0	cm ²				
H ef =	14,4	cm	I ef =	3.583	cm ⁴	Momento de inercia (de la sección eficaz)
B ef =	14,4	cm	W ef =	498	cm ³	Momento resistente (de la sección eficaz)
Area ef =	207,4	cm ²				

Cargas y coeficientes

Cargas permanentes		Sobrecargas de uso				
N pp* =	1,00	KN	N su* =	178,00	KN	Axil mayorado
M pp* =	1,10	m·KN	M su* =	1,00	m·KN	Momento flector mayorado
Y pp =	1,00		Y su =	1,00		Coef. Mayoración

k_{fi} =	1,15	Factor de modificación en situación de incendio
K_{mod} =	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
K_h =	1,25	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
Y_m =	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio
b_v =	0,70	Coef de pandeo que depende de los apoyos del pilar
b_c =	0,10	Coef de pandeo que depende del material

Inestabilidad de soportes

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



Se definen la esbeltez (λ) y la esbeltez relativa (λ_{rel}) y a través de ellos los coeficiente K_v y X_c para evaluar el efecto del pandeo en la estructura

Esbeltez mecánica		$\lambda = \frac{\beta_v \cdot L}{\sqrt{I_{ef} / A_{ef}}} \quad \lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$
$\lambda =$	45,47	
Esbeltez relativa		
$\lambda_{rel} =$	0,73	> 0,30 Hay que comprobar pandeo

$K_v =$	0,79	$k_v = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3)) + \lambda_{rel}^2$
$X_c =$	0,922	
		$X_c = \frac{1}{k_v + \sqrt{k_v^2 - \lambda_{rel}^2}}$

Estado límite último compresión

$f_{c,0,d} =$	25,4	N/mm2	>	$Sc,0,d =$	12,9	N/mm2
Capacidad resistente máxima a compresión del material			51%	Tensión aplicada en la sección eficaz		

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot X_c \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{c,0,k}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento

$$f_{c,0,d} > Sc,0,d$$

CUMPLE

"Mayo 2024"

Eduardo Izquierdo Díaz
Arquitecto

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



visado

COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE VIGAS DE MADERA MACIZA Y LAMINADA SOMETIDAS A CARGA DE FUEGO Flexión simple y compuesta

Obra :	CASA 2415 - Los Caserios (Torrelavega)
Tipo de pieza :	Par de Cubierta

Clase de madera:	GL24	LAMINADA HOMOGÉNEA
------------------	------	--------------------

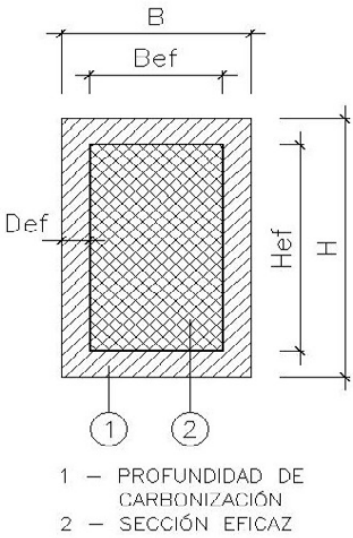
$f_{m,k}$ =	24,0	N/mm2	Resistencia característica a flexión
$f_{v,k}$ =	2,7	N/mm2	Resistencia característica a cortante
E_m =	11,6	KN/mm2	Módulo elasticidad medio
ρ_m =	3,8	KN/m3	Densidad media

Resist. al fuego :	R-30
--------------------	------

D_{ef} =	28,0	mm	Profundidad de carbonización
------------	------	----	------------------------------

Caras expuestas:	Inferior y laterales
------------------	----------------------

Clase de servicio:	CS 1
Interior seco (Temp > 20°, Humedad < 65%)	



Propiedades de la sección

B =	10	cm	I =	6.667	cm4	Momento de inercia (de la sección completa)
H =	20	cm	W =	667	cm3	Momento resistente (de la sección completa)
Area =	200,0	cm2				
Peso =	0,08	KN/ml				

B_ef =	4,4	cm	I_ef =	1.866	cm4	Momento de inercia (de la sección eficaz)
H_ef =	17,2	cm	W_ef =	217	cm3	Momento resistente (de la sección eficaz)
A_ef =	75,7	cm2				

Cargas y coeficientes

Cargas permanentes		Sobrecargas de uso	
N pp =	1,00 KN	N su =	1,00 KN
N pp* =	1,00 KN	N su* =	1,00 KN
M pp* =	0,19 m·KN	M su* =	4,60 m·KN
V pp* =	0,17 m·KN	V su* =	4,14 m·KN
g pp =	1,00	g su =	1,00

Axil
Axil mayorado
Momento flector mayorado
Cortante mayorado
Coef. Mayoración cargas

a los efectos reglamentarios



$k_{cr} =$	1,00	Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante
$k_{fi} =$	1,15	Factor de modificación en situación de incendio
$K_{mod} =$	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
$K_h =$	1,10	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
$Y_m =$	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio

Estado límite último flexión

$f_{m,d} =$	30,4	N/mm ²	$>$	$S_d =$	22,4	N/mm ²
Capacidad resistente máxima a flexión del material				Tensión aplicada en la sección eficaz		
			74%			

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

Estado límite último cortante

$f_{v,d} =$	3,1	N/mm ²	$>$	$t_d =$	0,9	N/mm ²
Capacidad resistente máxima a cortante del material				Cortante aplicada en la sección eficaz		
			27%			

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m} > \tau_d = \left(1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento

$$f_{m,d} > S_d$$

$$f_{v,d} > t_d$$

CUMPLE

"Mayo 2024"

Eduardo Izquierdo Díaz
Arquitecto

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios

**visado**

02/JUL/2024

COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE SECCIONES DE MADERA SOMETIDAS A CARGA DE FUEGO Comprobación de flecha

La flecha de un elemento estructural se compone de dos términos, la instantánea y la diferida, causada por la fluencia del material, que en el caso de la madera es bastante apreciable

La flecha instantánea, se calcula con la formulación tradicional de la resistencia de materiales; al tratarse de un Estado Límite de Servicio y no Estado Límite último, las cargas NO se mayoran

d' =	0,01302
------	---------

$$\delta = \delta' \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$$

Por tanto la formulación de la flecha total de una viga de madera será:

$$\delta_{tot} = \delta_{pp} \cdot (1 + k_{def}) + \delta_{su} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

Dónde:	Kdef =	0,60	es el factor de fluencia para	CS 1
Dónde:	Y2 =	0,30	para cargas de corta duración	

dpp =	0,50	mm	Flecha instantánea debida a carga permanente
dsu =	12,28	mm	Flecha instantánea debida a sobrecarga de uso

Triple Condición de cumplimiento

Para garantizar integridad de elementos constructivos, la flecha debida a la fluencia , más la motivada por la carga variable no ha de ser superior a:

$$K_{def} \cdot d_{pp} + (1 + Y_2 \cdot K_{def}) \cdot d_{su} < \boxed{L/300 \text{ Resto de casos (cubiertas)}}$$

$$14,79 \text{ mm} = L/301 < L/300 = 14,83 \text{ mm}$$

Para asegurar el confort de los usuarios la flecha debida a cargas de corta duración deberá ser inferior a L/350

$$d_{su} < L/350$$

$$12,28 \text{ mm} = L/362 < L/350 = 12,71 \text{ mm}$$

La apariencia de la obra será adecuada cuando la flecha no supere L/300 con cualquier combinación de carga

$$(1 + K_{def}) \cdot d_{pp} + (1 + Y_2 \cdot K_{def}) \cdot d_{su} \cdot Y_2 < L/300$$

$$5,15 \text{ mm} = L/864 < L/300 = 14,83 \text{ mm}$$

CUMPLE

"Mayo 2024"

Eduardo Izquierdo Díaz
Arquitecto

Colegio Oficial de Arquitectos de Cantabria

a los efectos reglamentarios



COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE VIGAS DE MADERA MACIZA Y LAMINADA SOMETIDAS A CARGA DE FUEGO

Flexión simple y compuesta

Obra :	CASA 2415 - Los Caserios (Torrelavega)
Tipo de pieza :	Cumbre de Cubierta

Clase de madera:	GL24	LAMINADA HOMOGÉNEA
------------------	------	--------------------

$f_{m,k}$ =	24,0	N/mm ²	Resistencia característica a flexión
$f_{v,k}$ =	2,7	N/mm ²	Resistencia característica a cortante
E_m =	11,6	KN/mm ²	Módulo elasticidad medio
ρ_m =	3,8	KN/m ³	Densidad media

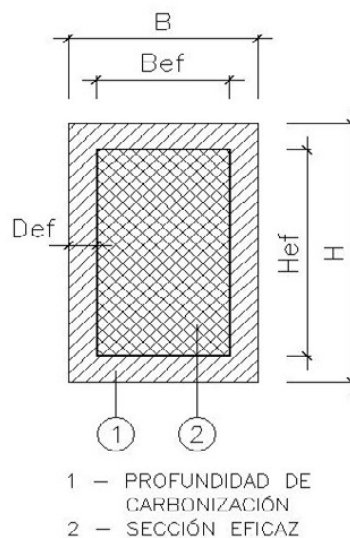
Resist. al fuego :	R-30
--------------------	------

D ef =	28,0	mm	Profundidad de carbonización
--------	------	----	------------------------------

Caras expuestas:	Inferior y laterales
------------------	----------------------

Clase de servicio:	CS 1
--------------------	------

Interior seco (Temp > 20°,
Humedad < 65%)



Propiedades de la sección

B =	20	cm	I =	36.587	cm ⁴	Momento de inercia (de la sección completa)
H =	28	cm	W =	2.613	cm ³	Momento resistente (de la sección completa)
Area =	560,0	cm ²				
Peso =	0,21	KN/ml				

B ef =	14,4	cm	I ef =	19.204	cm ⁴	Momento de inercia (de la sección eficaz)
H ef =	25,2	cm	W ef =	1.524	cm ³	Momento resistente (de la sección eficaz)
A ef =	362,9	cm ²				

Cargas y coeficientes

Cargas permanentes

N pp =	1,00	KN
N pp* =	1,00	KN
M pp* =	0,43	m·KN
V pp* =	0,53	m·KN
g pp =	1,00	

Sobrecargas de uso

N su =	1,00	KN
N su* =	1,00	KN
M su* =	36,30	m·KN
V su* =	45,38	m·KN
g su =	1,00	

Axil

Axil mayorado

Momento flector mayorado

Cortante mayorado

Coef. Mayoración cargas

a los efectos reglamentarios



$k_{cr} =$	1,00	Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante
$k_{fi} =$	1,15	Factor de modificación en situación de incendio
$K_{mod} =$	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
$K_h =$	1,08	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
$Y_m =$	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio

Estado límite último flexión

$f_{m,d} =$	29,8	N/mm ²	$>$	$S_d =$	24,2	N/mm ²
Capacidad resistente máxima a flexión del material			81%	Tensión aplicada en la sección eficaz		

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

Estado límite último cortante

$f_{v,d} =$	3,1	N/mm ²	$>$	$t_d =$	1,9	N/mm ²
Capacidad resistente máxima a cortante del material			61%	Cortante aplicada en la sección eficaz		

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m} > \tau_d = \left(1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento

$$f_{m,d} > S_d$$

$$f_{v,d} > t_d$$

CUMPLE

"Mayo 2024"

Eduardo Izquierdo Díaz
Arquitecto

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE SECCIONES DE MADERA SOMETIDAS A CARGA DE FUEGO Comprobación de flecha

La flecha de un elemento estructural se compone de dos términos, la instantánea y la diferida, causada por la fluencia del material, que en el caso de la madera es bastante apreciable

La flecha instantánea, se calcula con la formulación tradicional de la resistencia de materiales; al tratarse de un Estado Límite de Servicio y no Estado Límite último, las cargas NO se mayoran

$d' = 0,00534$

$$\delta = \delta' \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$$

Por tanto la formulación de la flecha total de una viga de madera será:

$$\delta_{tot} = \delta_{pp} \cdot (1 + k_{def}) + \delta_{su} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

Dónde:	Kdef = 0,60	es el factor de fluencia para CS 1
Dónde:	Y2 = 0,30	para cargas de corta duración

dpp =	0,07	mm	Flecha instantánea debida a carga permanente
dsu =	5,84	mm	Flecha instantánea debida a sobrecarga de uso

Triple Condición de cumplimiento

Para garantizar integridad de elementos constructivos, la flecha debida a la fluencia, más la motivada por la carga variable no ha de ser superior a:

$$K_{def} \cdot d_{pp} + (1 + Y_2 \cdot K_{def}) \cdot d_{su} < \boxed{L/300 \text{ Resto de casos (cubiertas)}}$$

$$6,94 \text{ mm} = L/577 < L/300 = 13,33 \text{ mm}$$

Para asegurar el confort de los usuarios la flecha debida a cargas de corta duración deberá ser inferior a L/350

$$d_{su} < L/350$$

$$5,84 \text{ mm} = L/684 < L/350 = 11,43 \text{ mm}$$

La apariencia de la obra será adecuada cuando la flecha no supere L/300 con cualquier combinación de carga

$$(1 + K_{def}) \cdot d_{pp} + (1 + Y_2 \cdot K_{def}) \cdot d_{su} \cdot Y_2 < L/300$$

$$2,18 \text{ mm} = L/1836 < L/300 = 13,33 \text{ mm}$$

CUMPLE

"Mayo 2024"

Eduardo Izquierdo Díaz
Arquitecto

Colegio Oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE PILARES DE MADERA MACIZA Y LAMINADA
SOMETIDOS A CARGA DE FUEGO
Compresión simple y compuesta

Obra :	CASA 2415 - Los Caserios (Torrelavega)
Tipo de pieza :	Pilar - Cubierta

Clase de madera:	GL24	LAMINADA HOMOGÉNEA
------------------	------	--------------------

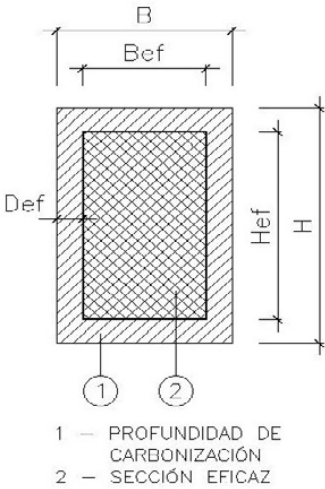
$f_{c,0,k}$ =	24,0	N/mm2	Resistencia característica a compresión
$E_{0,k}$ =	9,4	KN/mm2	Módulo elasticidad característico
ρ_m =	3,8	KN/m3	Densidad característica

Resist. al fuego :	R-30
--------------------	------

D_{ef} =	28,0	mm	Profundidad de carbonización
------------	------	----	------------------------------

Caras expuestas:	2H	+	2B
------------------	----	---	----

Clase de servicio:	CS 1
Interior seco (Temp > 20°, Humedad < 65%)	



Propiedades de la sección

H =	16	cm	I =	5.461	cm4	Momento de inercia (de la sección completa)
B =	16	cm	W =	683	cm3	Momento resistente (de la sección completa)
Area =	256,0	cm2				
H_ef =	10,4	cm	I_ef =	975	cm4	Momento de inercia (de la sección eficaz)
B_ef =	10,4	cm	W_ef =	187	cm3	Momento resistente (de la sección eficaz)
Area_ef =	108,2	cm2				

Cargas y coeficientes

Cargas permanentes			Sobrecargas de uso			
N pp* =	1,00	KN	N su* =	62,35	KN	Axil mayorado
M pp* =	1,10	m·KN	M su* =	1,00	m·KN	Momento flector mayorado
Y pp =	1,00		Y su =	1,00		Coef. Mayoración

k _{fi} =	1,15	Factor de modificación en situación de incendio
K _{mod} =	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
K _h =	1,30	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
Y _m =	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio
b _v =	0,70	Coef de pandeo que depende de los apoyos del pilar
b _c =	0,10	Coef de pandeo que depende del material

Inestabilidad de soportes

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



Se definen la esbeltez (l) y la esbeltez relativa (l_{rel}) y a través de ellos los coeficiente K_v y X_c para evaluar el efecto del pandeo en la estructura

Esbeltez mecánica		$\lambda = \frac{\beta_v \cdot L}{\sqrt{I_{ef} / A_{ef}}} \quad \lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$
$l =$	67,62	
Esbeltez relativa		$0,30 \quad \text{Hay que comprobar pandeo}$
$l_{rel} =$	1,09	

$K_v =$	1,13	$k_v = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3)) + \lambda_{rel}^2$
$X_c =$	0,694	
		$X_c = \frac{1}{k_v + \sqrt{k_v^2 - \lambda_{rel}^2}}$

Estado límite último compresión

$f_{c,0,d} =$	19,2	N/mm ²	$>$	$Sc_{0,d} =$	17,1	N/mm ²
Capacidad resistente máxima a compresión del material				Tensión aplicada en la sección eficaz		
			89%			

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot X_c \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{c,0,k}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento

$$f_{c,0,d} > Sc_{0,d}$$

CUMPLE

"Mayo 2024"

Eduardo Izquierdo Díaz
Arquitecto

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



visado

El presente documento se ha maquetado de tal manera que pueda imprimirse a doble cara. Con dicho fin, se deja esta **página en blanco**, que queda inequívocamente identificada como tal gracias a este texto con el propósito de no incurrir en errores de visado u otras incidencias.

colegio oficial de arquitectos de cantabria

a los efectos reglamentarios



visado