

# DAU

# 21/126 C

## Document d'adequació a l'ús

### Denominació comercial

# Sistema SES<sup>TM</sup>

### Tipus genèric i ús

Sistema modular per a la construcció de sostres estructurals i cobertes lleugeres.

### Titular del DAU

## JOAN FRANCESC GARCIA BELTRÁN

C/Sant Antoni Maria Claret 24, 3a planta  
ES08037 Barcelona  
Tel. 930 11 54 64  
www.jfgconsultors.com

### Planta de producció

CONSTRUCCIONS METÀL·LIQUES PLANICER SL  
C/Santander 11  
ES08620 Sant Vicenç dels Horts (Barcelona)

### Edició vigent i data

C 02.10.2023

### Validesa (condicionada a seguiment anual [\*])

Des del: 02.10.2023  
Fins al: 22.02.2027

### Data de concessió inicial del DAU

23.02.2022

[\*] La validesa del DAU 21/126 resta subjecta a les condicions del *Reglament del DAU*. L'edició vigent d'aquest DAU és la que figura al registre que manté l'ITeC (accessible a [itec.cat](http://itec.cat) i a través del següent codi QR).



Aquest document consta de 42 pàgines.  
És prohibit reproduir-lo parcialment.

L'ITeC és un organisme autoritzat per a la concessió del DAU ([BOE 94, 19 abril 2002](#)) per a productes de construcció (edificació i enginyeria civil) inscrit al Registre General del CTE (Resolució de 3 de septiembre 2010 – Ministerio de Vivienda).

## Control d'edicions

Edició	Data	Naturalesa dels canvis respecte a l'edició anterior del DAU i apartats afectats
A	23.02.2022	Creació del document.
B	16.12.2022	<ul style="list-style-type: none"><li>• Actualització d'acord amb el Codi Estructural (Reial Decret 470/2021).</li><li>• Modificació de la denominació comercial del sistema.</li></ul>
C	02.10.2023	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incorporació de les solucions constructives per a cobertes lleugeres SES-LLEUGER i SES-SEC.</li><li>• Ampliació dels detalls constructius de les cobertes lleugeres.</li></ul>

# Índex

1.	Descripció del sistema i usos previstos	5
1.1	Definició del sistema constructiu	5
1.2	Usos previstos	6
1.3	Limitacions d'ús	7
2.	Components del sistema	7
2.1	Prellosa	7
2.1.1	Safata metàl·lica	7
2.1.2	Revoltó d'alleugeriment	8
2.1.3	Tauler OSB	9
2.2	Components del sistema incorporats a l'obra	11
2.2.1	Armadures	11
2.2.2	Formigó i morter alleugerit	11
2.2.3	Fixacions de les prelloses a l'estructura	11
2.2.4	Elements de posicionament i separació	11
3.	Fabricació i control de la producció	12
3.1	Fabricació	12
3.1.1	Matèries primeres	12
3.1.2	Procés de fabricació	12
3.1.3	Presentació del producte	12
3.2	Control de producció	12
3.2.1	Control de la matèria primera	12
3.2.2	Control del procés de fabricació	12
3.2.3	Control del producte final acabat	12
4.	Emmagatzematge, transport i recepció a l'obra	13
4.1	Emmagatzematge i transport	13
4.2	Control de recepció en obra	13
5.	Criteris de projecte	14
5.1	Criteris de disseny	14
5.1.1	Generalitats	14
5.1.2	Dimensions i modulació	14
5.2	Seguretat estructural	14
5.2.1	Comprovació de la secció composta	14
5.2.2	Resistència de les prelloses i de les lloses	15
5.3	Seguretat en cas d'incendi	21
5.3.1	Reacció al foc	21
5.3.2	Resistència al foc	21
5.3.3	Comportament davant del foc exterior	22
5.4	Seguretat d'utilització i accessibilitat	22
5.5	Salubritat (protecció enfront a la humitat)	22
5.6	Protecció enfront el soroll	22
5.6.1	Aïllament acústic a soroll aeri	22
5.6.2	Aïllament acústic a soroll d'impactes	23
5.6.3	Absorció acústica	23
5.7	Estalvi d'energia i aïllament tèrmic	23
5.7.1	Aïllament tèrmic	23
5.8	Durabilitat	23
6.	Detalls constructius	25
7.	Criteris d'execució, manteniment i conservació	30
7.1	Criteris d'execució	30
7.1.1	Criteris generals d'execució	30
7.1.2	Preparació i replantejament	30
7.1.3	Col·locació de les prelloses SES™	31
7.1.4	Col·locació d'armadures	32
7.1.5	Formigonat	32
7.2	Criteris de manteniment	32

7.3	Mesures per a la protecció del medi ambient	32
7.3.1	Tractament de residus	32
7.4	Condicions exigibles a les empreses instal·ladores	32
8.	Referències d'utilització i visites d'obra	33
8.1	Referències d'utilització	33
8.2	Visites d'obra	33
9.	Avaluació d'assaigs i càlculs	33
9.1	Resistència mecànica i estabilitat	33
9.1.1	Resistència a esforç rasant	33
9.2	Seguretat en cas d'incendi	36
9.2.1	Reacció al foc	36
9.2.2	Resistència al foc	36
9.3	Protecció enfront del soroll	37
9.3.1	Aïllant acústic a soroll aeri	37
9.3.2	Aïllant acústic a soroll d'impacte	37
9.3.3	Absorció acústica	37
9.4	Estalvi d'energia i aïllament tèrmic	37
9.4.1	Aïllament tèrmic	37
9.5	Aspectes de durabilitat	37
10.	Comissió d'Experts	37
11.	Documents de referència	38
12.	Avaluació de l'adequació a l'ús	39
13.	Seguiment del DAU	40
14.	Condicions d'ús del DAU	40
15.	Llista de modificacions de la present edició	41

# 1. Descripció del sistema i usos previstos

## 1.1 Definició del sistema constructiu

El sistema SES™ és un sistema industrialitzat modular de construcció de sostres estructurals i cobertes lleugeres unidireccionals basat en safates metàl·liques nervades d'acer galvanitzat perfilat en fred DX51D + Z275 (1.0917) d'entre 2,0 mm i 3,0 mm de gruix segons requisits del projecte, i revoltos d'alleugeriment d'EPS.

Els revoltos d'EPS s'incorporen a les safates metàl·liques a la planta de fabricació per formar les prelloses. La col·locació d'armadures i l'abocament de formigó es realitza a l'obra.

Les prelloses es munten a fàbrica a partir de 1, 2, 3 o 4 safates metàl·liques d'entre 500 mm i 625 mm d'amplada cadascuna en funció dels requisits del projecte, unides entre elles mitjançant unions reblades en el nervi lateral, revoltos d'alleugeriment de poliestirè expandit -EPS- damunt les safates i taulers OSB/3 de 18 mm o 22 mm de gruix fixats a la cara inferior o superior (vegeu les figures 1.1 a 1.6).

Es poden realitzar mòduls extrems amb amplades especials.



**Figura 1.1:** Prellosa del sistema SES™.

Les prelloses així constituïdes, de fins a 15,0 m de longitud i de 500 mm fins a 2.500 mm d'amplada segons les necessitats del projecte, formen un conjunt lleuger amb la suficient rigidesa per a la seva manipulació, transport i col·locació.

Les prelloses recolzen en els seus extrems sobre els elements estructurals existents (vegeu l'apartat 6).

El recolzament frontal és necessari degut a que les lloses treballen com un sostre unidireccional.

El recolzament lateral de la prellosa sobre un perfil metàl·lic és possible quan es vulgui evitar la diferència relativa de deformacions entre les lloses i els elements estructurals que la confinen.

El sistema SES™ es presenta en tres solucions constructives diferents, en funció de l'element emprat en la cara superior de la llosa, segons:

**SES-MIXT:**

- Capa de formigó d'entre 5 cm i 10 cm, en funció de la sol·licitació del sostre. Es considera la secció mixta formigó-acer com a secció resistent.

**SES-LLEUGER:**

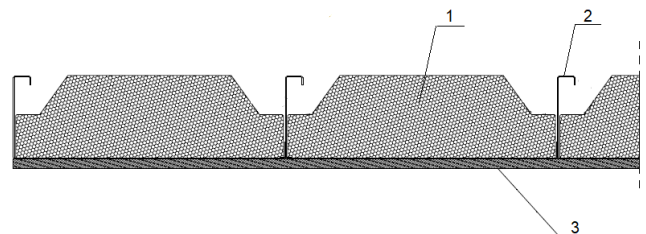
- Capa de morter alleugerit. Es considera únicament la secció de les safates metàl·liques com a secció resistent.

**SES-SEC:**

- Tauler OSB/3 igual que l'emprat a la cara inferior. Es considera únicament la secció de les safates metàl·liques com a secció resistent.

La necessitat d'estintolar les prelloses en la solució SES-MIXT quan aquestes recolzen en suports ja executats depèn de les llums i deformacions admissibles (vegeu la taula 5.2 de l'apartat 5.2.2). Tanmateix, l'estintolament és sempre necessari si els suports on recolzen les prelloses són jàsseres de formigó que es formigonen junt amb la prellosa, o si la longitud de recolzament és inferior a 40 mm.

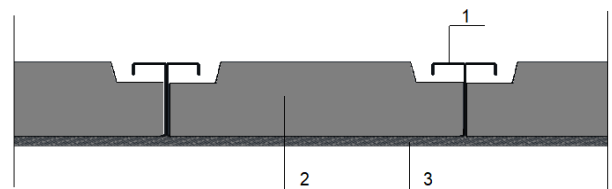
L'estintolament del sostre en fase de construcció no és necessari en les solucions SES-LLEUGER i SES-SEC. Tanmateix, no s'admeten recolzaments inferiors a 40 mm.



**Llegenda:**

- 1: Revoltó d'EPS.
- 2: Safata metàl·lica nervada.
- 3: Tauler OSB/3.

**Figura 1.2:** Secció transversal de les prelloses del sistema SES™ emprades en la solució constructiva SES-MIXT.



**Llegenda:**

- 1: Safata metàl·lica nervada.
- 2: Revoltó d'EPS.
- 3: Tauler OSB/3.

**Figura 1.3:** Secció transversal de les prelloses del sistema SES™ emprades en les solucions constructives SES-LLEUGER i SES-SEC.

Les variables del sistema per a cada solució constructiva utilitzada es descriuen a la taula 1.1.

Variables del sistema	Solució constructiva		
	SES-MIXT	SES-LLEUGER	SES-SEC
Gruix de la xapa d'acer [mm]		2,0 a 3,0	
Alçada del revoltó d'EPS [mm]		120 a 330	
Material de la capa de compressió	Formigó de densitat normal	Morter alleugerit (400 kg/m <sup>3</sup> a 600 kg/m <sup>3</sup> )	No hi cap de compressió (1)
Gruix del tauler OSB/3 [mm]	Inferior: 18 o 22	Inferior i superior: 18 o 22	
Resistència mínima a compressió [MPa]	25,0	No és necessària (1)	
Cantell resistent de formigó [mm]	120 a 300	No aplica (1)	
Cantell arquitectònic [mm]		170 a 400	
Posició i diàmetre de les armadures longitudinals [mm]	En funció del projecte	No aplica (1)	
Amplada [mm]		500 a 2.500 (1 a 4 safates)	
Longitud màxima [m]		15,0	

**Nota:**  
 (1) Les solucions SES-LLEUGER i SES-SEC suporten exclusivament les accions de servei pròpies de la coberta i les transmeten a l'estructura principal. No existeixen requisits per a la resistència mínima a compressió del formigó i no incorporen armadures longitudinals.

**Taula 1.1:** Variables del sistema per a les solucions constructives SES-MIXT, SES-LLEUGER i SES-SEC.

## 1.2 Usos previstos

El sistema SES™ es destina a la construcció de:

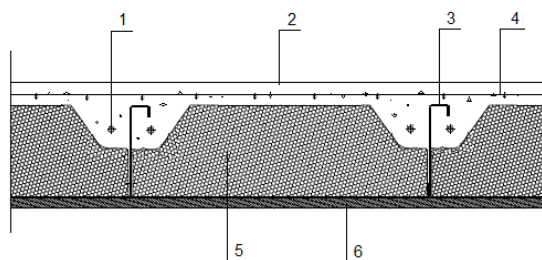
- sostres estructurals (solució SES-MIXT)
- cobertes lleugeres<sup>1</sup>, planes o inclinades (pendent màxim de 30°) (solucions SES-LLEUGER i SES-SEC)

en edificacions amb usos d'habitatge, oficina, aparcament, comercial, docent o industrial.

En fase d'execució, el sistema SES™ actua com a encofrat resistent sense necessitat d'estintolament dins els límits de llum definits en el DAU.

En fase de servei, el conjunt de lloses de la solució SES-MIXT constitueixen el sostre estructural (vegeu la figura 1.4), i el conjunt de lloses de les solucions

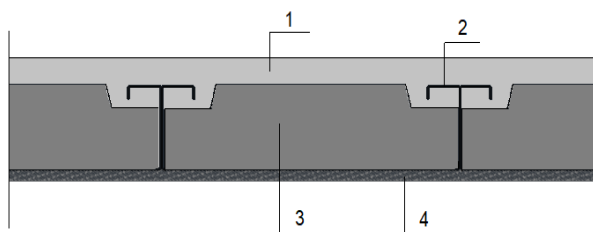
SES-LLEUGER o SES-SEC constitueixen la coberta lleugera (vegeu les figures 1.5 i 1.6).



### Llegenda:

- 1: Armadura longitudinal.
- 2: Formigó.
- 3: Safata metàl·lica nervada.
- 4: Armadura de la capa de compressió.
- 5: Revoltó d'EPS.
- 6: Tauler OSB/3.

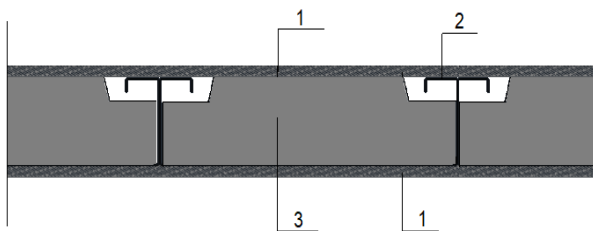
**Figura 1.4:** Secció transversal del sostre estructural amb la solució constructiva SES-MIXT.



### Llegenda:

- 1: Morter alleugerit.
- 2: Safata metàl·lica nervada.
- 3: Revoltó d'EPS.
- 4: Tauler OSB/3.

**Figura 1.5:** Secció transversal de coberta lleugera amb la solució constructiva SES-LLEUGER.



### Llegenda:

- 1: Tauler OSB/3.
- 2: Safata metàl·lica nervada.
- 3: Revoltó d'EPS.

**Figura 1.6:** Secció transversal de la coberta lleugera amb la solució constructiva SES-SEC.

<sup>1</sup> Coberta lleugera segons DB SE-AE: coberta accessible únicament per a conservació i on la seva funció és la resistència enfront les accions mecàniques que rep (càrregues permanents, sobrecàrregues d'ús, neu i vent) i el seu trasllat a l'estructura portant.

No té funcions de trava de l'estructura. Proporciona protecció enfront el foc, aïllament acústic i aïllament tèrmic.

A més de les funcions estructurals, la solució constructiva SES-MIXT també contribueix a satisfer els següents requisits:

- seguretat en cas d'incendi
- protecció enfront el soroll

El present DAU recull les prestacions i criteris de projecte i d'execució per a cadascun dels requisits indicats.

### 1.3 Limitacions d'ús

Els sostres estructurals no s'utilitzen com a elements de fonamentació en contacte amb el terreny.

Les cobertes inclinades no han de superar 30° de pendent.

La distància entre suports no superarà els 15 m i no es poden connectar prelloses longitudinalment.

## 2. Components del sistema

### 2.1 Prellosa

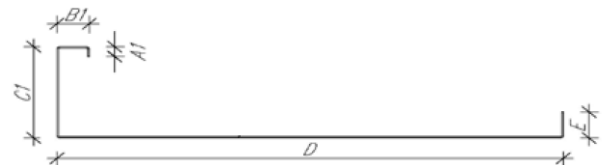
Les prelloses prefabricades (vegeu les figures 1.2 i 1.3) estan formades pels components que s'especifiquen a continuació.

#### 2.1.1 Safata metàl·lica

Safata metàl·lica d'acer galvanitzat conformat en fred DX51D+Z275 (1.0917) segons la norma UNE-EN 10346, de 280 MPa de límit elàstic mínim i 360 MPa de resistència mínima a la tracció, i entre 500 mm i 625 mm d'amplada.

Per tal de permetre l'adaptació als requisits del projecte, es disposa de tres tipus de secció transversal de la safata d'acer: amb nervi en un costat i seminervi a l'altre (tipus X1); amb nervis en ambdós costats (tipus X2); i amb nervis asimètrics en ambdós costats (tipus X3) (vegeu la figura 2.1). Els nervis contenen perforacions circulars d'entre 25 mm i 70 mm de diàmetre per al pas del formigó.

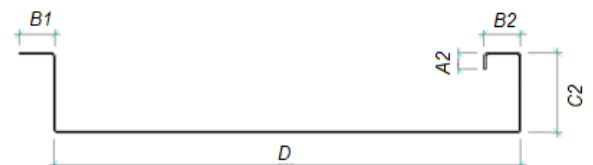
Nominalment s'utilitza la safata d'acer tipus X1 en els trams centrals de les prelloses de la solució SES-MIXT. La safata d'acer tipus X2 s'utilitza en les safates extremes de la solució SES-MIXT per evitar l'absència de nervi lateral a l'extrem de la prellosa, i en els trams centrals de les solucions SES-LLEUGER i SES-SEC. La safata X3 s'utilitza en trams extrems de les solucions SES-LLEUGER i SES-SEC.



Safata d'acer tipus X1.



Safata d'acer tipus X2.



Safata d'acer tipus X3.

#### Llegenda:

A1 i A2: longitud del llavi.

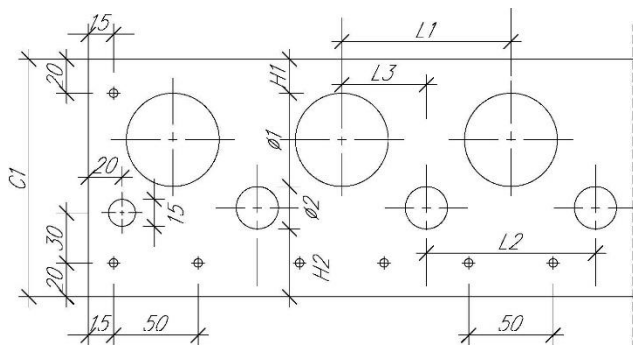
B1 i B2: amplada del llavi.

C1 i C2: cantell del nervi. C1 = C2.

E: cantell del seminervi lateral.

**Figura 2.1:** Secció transversal de les safates d'acer.

La posició relativa entre perforacions és fixa (dimensions L1, L2, L3 i H1, de la figura 2.2), mentre que les dimensions de les perforacions, les distàncies de les perforacions a les vores del nervi i el cantell total del nervi són variables i depenen del projecte (dimensions Ø1, Ø2, C1 i H2 de la figura 2.2).



**Llegenda:**

- C1: cantell del nervi lateral.
- Ø1: diàmetre de la perforació major (entre 50 mm i 70 mm).
- Ø2: diàmetre de la perforació menor (entre 25 mm i 35 mm).
- H1: distància des de l'extrem de la perforació major a la vora.
- H2: distància des de l'extrem de la perforació menor a la vora.
- L1: pas entre perforacions majors (100 mm).
- L2: pas entre perforacions menors (100 mm).
- L3: distància entre centres de perforacions major i menor (50 mm).

**Notes:**

- Els forats de petit diàmetre ubicats a la base de la safata metàl·lica s'utilitzen per a les fixacions entre safates.
- El forat de 15 mm de diàmetre situat a l'extrem de la safata s'utilitza si és necessari per al pas d'armadures.

**Figura 2.2:** Posició de les perforacions en el nervi lateral de la safata metàl·lica.

La relació entre el cantell del nervi i el gruix de la xapa, entre l'amplada del llavi i la longitud del llavi amb el gruix de la xapa del nervi, i entre l'amplada de la safata i el gruix de la xapa han de complir els requisits dimensionals amplada-gruix màxims establerts a l'apartat 5.2 de l'eurocodi 3, part 1-3 (UNE-EN 1993-1-3). Aquestes limitacions establiran les dimensions màxims del cantell, del llavi i de l'amplada de la safata per a cadascun dels gruixos de xapa utilitzats.



Relacions dimensionals màxims segons l'apartat 5.2 de la norma UNE-EN 1993-1-3 (1):

- $B1/t \leq 60$
- $A1/t \leq 50$
- $0,2 \leq A1/B1 \leq 0,6$
- $C1/t \leq 500$
- $D/t \leq 500$
- $E/t \leq 50$  (2)

**Notes:**

- (1) Segons la norma UNE-EN 1993-1-3, aquests límits dimensionals representen el camp pel qual es disposa de suficient experiència i verificació mitjançant assaigs. Es poden utilitzar relacions dimensionals que excedeixin aquests límits sempre que es verifiqui la seva resistència en estats límit últims i en estat límit de servei a partir d'assaigs o càlculs, on el resultat estiguin confirmats per un número d'assaigs adequat.
- (2) El seminervi lateral sempre estarà reblat amb la safata adjacent.

**Llegenda:**

- t: gruix de la xapa d'acer.
- C1, E: cantell del nervi.
- B1: amplada del llavi.
- A1: longitud del llavi.
- D: amplada de la safata.

**Figura 2.3:** Relacions dimensionals màxims de l'apartat 5.2 de la norma UNE-EN 1993-1-3.

Les safates s'uneixen entre elles per formar les prelloses mitjançant unions reblades d'acer al carboni. Aquest procés es realitza a la planta de fabricació.

La resistència a tracció i a cisallament proporcionades pel subministrador del reblat s'indiquen a la taula següent.

Dimensions del rebló [mm]			
Diàmetre	Longitud	Resistència a tracció [kN]	Resistència a cisallament [kN]
5,0		2,6	2,2
	6,5		
	8,0		
	10,0		
	12,0		
	15,0		
	16,0		
	19,0		
	20,0		
	22,0		
25,0			

**Taula 2.1:** Resistència a tracció i a cisallament de la unió reblada entre safates d'acer.

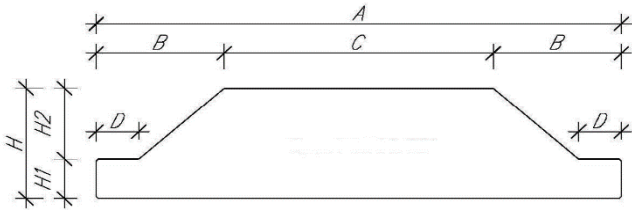
Les connexions entre safates d'acer tenen com a objectiu permetre la seva manipulació durant el transport, manipulació i muntatge, i alhora transmetre l'esforç rasant entre els nervis de les safates d'acer en fase de servei.

**2.1.2 Revoltó d'alleugeriment**

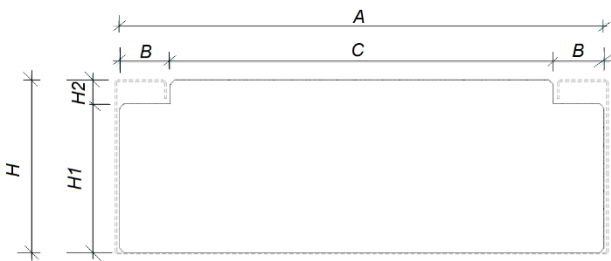
Revoltó de polièstirè expandit de 15,0 kg/m<sup>3</sup> de densitat nominal i amb la geometria necessària per a generar la bigueta resistent de formigó per a la solució SES-MIXT i per a allotjar el nervi de la safata d'acer per a les solucions SES-LLEUGER i SES-SEC (vegeu la figura 2.4). Les dimensions dels revoltos varien en funció de



les dimensions de les safates. Les dimensions B i D de la figura 2.4 que conformen el nervi són fixes i només es modifiquen en cas que calgui una geometria específica del nervi en funció dels requeriments estructurals del projecte. La resta de dimensions són variables en funció de les dimensions de la safata d'acer.



Revoltó per a la solució SES-MIXT.



Revoltó per a les solucions SES-LLEUGER i SES-SEC.

**Llegenda:**

- A: amplada total del revoltó.
- B: amplada lateral (ala més inclinació).
- C: amplada de la zona superior.
- D: amplada de l'ala.
- H: alçada total.
- H1: alçada de l'ala.
- H2: alçada total menys l'alçada de l'ala.

**Figura 2.4:** Secció transversal dels revoltons.

Els valors nominals i les toleràncies admissibles per a les característiques dels revoltons d'EPS s'indiquen a la taula següent.

Dimensions (1)	Valor nominal	Tolerància
Longitud [mm]	2.000	± 100
Amplada total del revoltó (A) [mm]	Amplada de la safata - 10 mm	± 3,0
Amplada lateral (ala més inclinació) (B) [mm]	140 (2)	± 3,0
Amplada de la zona superior (C) [mm]	Variable segons projecte	± 3,0
Amplada de l'ala (D) [mm]	50 (2)	± 3,0
Alçada total del revoltó (H) [mm]	Variable segons projecte	± 3,0
Alçada de l'ala (H1) [mm]	Variable segons projecte	± 3,0
Alçada total menys l'alçada de l'ala (H2) [mm]	Variable segons projecte	± 3,0

Curvatura [mm/m] (3)	0	± 1,5
Densitat [kg/m <sup>3</sup> ]	15,0	± 0,5

**Notes:**

- (1) Les dimensions de la secció transversal del revoltó es codifiquen segons les indicacions de la figura 2.4.
- (2) Valor habitual per a revoltons de la solució SES-MIXT, malgrat que pot modificar-se d'acord amb les exigències del projecte.
- (3) Diferència màxima entre el revoltó i un regle o patró mesurada a la zona central.

**Taula 2.2:** Valors nominals i toleràncies per a les característiques dels revoltons d'EPS.

La fixació dels revoltons a la safata s'aconsegueix gràcies a les fixacions utilitzades per fixar els taulers OSB a la safata. Les fixacions sobresurten de la safata de manera que els revoltons d'EPS s'hi poden clavar.

**2.1.3 Tauler OSB**

Tauler de fibres orientades (OSB) tipus OSB/3 de 18 mm o 22 mm de gruix i amb marcatge CE segons la norma europea harmonitzada EN 13986.

Característica	Mètode	Valor declarat
Densitat nominal mínima [kg/m <sup>3</sup> ]	UNE-EN 323	536 ± 5%
Resistència a flexió (longitudinal) [N/mm <sup>2</sup> ]	UNE-EN 310	18
Resistència a flexió (transversal) [N/mm <sup>2</sup> ]	UNE-EN 310	9
Rigidesa a flexió (mòdul d'elasticitat longitudinal) [N/mm <sup>2</sup> ]	UNE-EN 310	3.500
Rigidesa a flexió (mòdul d'elasticitat transversal) [N/mm <sup>2</sup> ]	UNE-EN 310	1.400
Cohesió interna (resistència a tracció) [N/mm <sup>2</sup> ]	UNE-EN 319	0,30
Durabilitat (inflor en gruix) [%]	UNE-EN 317	15
Emissió de formaldehid	UNE-EN 13986	Classe E1:
		≤ 8 mg/100 g de tauler sec (EN 120)
Reacció al foc	UNE-EN 13501-1	≤ 0,124 mg/m <sup>3</sup> d'aire (EN 717-1)
		E
Absorció acústica	UNE-EN 13986	0,10 (250 Hz a 500 Hz)
		0,25 (1.000 Hz a 2.000 Hz)
Conductivitat tèrmica [W/(m·K)]	UNE-EN 12664	0,10

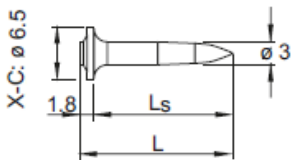
**Taula 2.3:** Característiques dels taulers OSB/3.

Si d'acord amb les exigències del projecte cal proporcionar una reacció al foc D-s2,d0 de la cara inferior de la llosa, la prellosa haurà d'emprar un tauler OSB/3 amb una densitat mínima nominal de 600 kg/m<sup>3</sup>.

Els taulers OSB es fixen a les safates per mitjà de claus des de la cara inferior de les safates, i cara superior per a la solució SES-SEC, travessant el tauler OSB i penetrant en la safata. Les fixacions sobresurten de la safata una longitud aproximada de 28 mm per a un gruix de xapa de 2,0 mm.

S'utilitzen claus X-C 30 B3 MX de Hilti o equivalent, aplicats amb pistola d'aire comprimit. El material dels claus és acer al carboni de duresa HRC 56.5, amb una protecció enfront a la corrosió mitjançant recobriment de zinc que oscil·la entre 5 µm i 13 µm.

Les dimensions dels claus es mostren a la següent figura.



**Llegenda:**

L: 30 mm

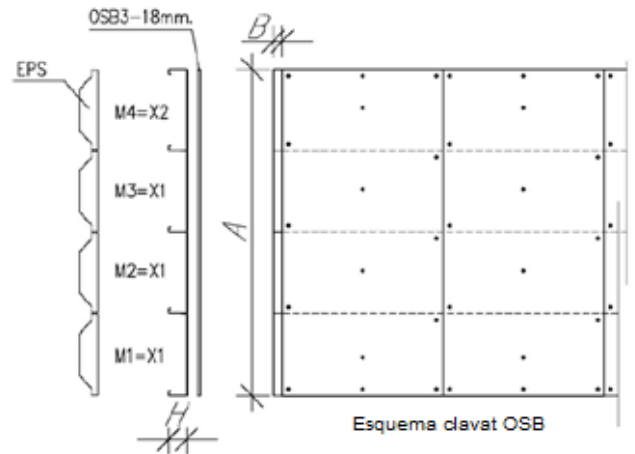
**Figura 2.5:** Claus X-C 30 B3 MX per a la fixació dels taulers OSB a les safates metàl·liques.

La resistència a tracció i a cisallament proporcionades pel subministrador dels claus per a una estructura de suport tipus de formigó s'indiquen a la taula següent.

Tipus de suport	Resistència a tracció (N <sub>rec</sub> ) [kN]	Resistència a cisallament (V <sub>rec</sub> ) [kN]
Estructura de formigó (profunditat d'encastament ≥ 14 mm i f <sub>ck</sub> ≤ 45 N/mm <sup>2</sup> )	0,1	0,1

**Taula 2.4:** Resistència a tracció i a cisallament dels claus X-C 30 B3 MX per a la fixació dels taulers OSB a les safates metàl·liques.

La distribució de claus a les safates de la prellosa es mostra a la següent figura.



**Llegenda:**

A: Amplada de la prellosa

B: Longitud sense tauler per a suport de la prellosa.

H: Cantell del nervi.

**Figura 2.6:** Distribució de claus per a fixar els taulers OSB a les safates de la prellosa.

## 2.2 Components del sistema incorporats a l'obra

### 2.2.1 Armadures

Els sostres estructurals amb la solució SES-MIXT s'armen a l'obra amb:

- Armadures longitudinals d'acer B500S als nervis, amb número i diàmetre en funció del resultat del càlcul estructural. En cas necessari, aquestes armadures es podrien col·locar a fàbrica.
- Malla electrosoldada segons la norma UNE-EN 10080 i de dimensions en funció del resultat del càlcul estructural. Si és necessari segons el càlcul estructural, es disposaran reforços superiors per a la continuïtat d'esforços entre trams adjacents.

Les cobertes lleugeres amb les solucions SES-LLEUGER i SES-SEC no incorporen armadures longitudinals embegudes als nervis ni malla electrosoldada.

### 2.2.2 Formigó i morter alleugerit

Els sostres estructurals es formigonen a l'obra amb formigó HA-25/F o superior. La classe d'exposició i la mida màxima de l'àrid es definiran en funció de les condicions del projecte.

El morter alleugerit de la solució SES-LLEUGER s'aboca a l'obra. S'utilitza morter alleugerit de 400 kg/m<sup>3</sup> a 600 kg/m<sup>3</sup> de densitat, en funció de si l'element d'impermeabilització és lleuger o pesat, respectivament. L'objectiu és que entre el pes propi de la coberta i les càrregues permanents no se superin els 100 kg/m<sup>2</sup> de càrrega total.

El gruix de la capa de formigó de densitat normal en els sostres estructurals pot ser d'entre 50 mm i 70 mm. El gruix de morter alleugerit en les cobertes lleugeres és de 50 mm. Aquesta capa es mesura en ambdues situacions des de la cara superior dels revoltos i pot ser superior en cas que sigui necessari d'acord amb les indicacions del projecte.

### 2.2.3 Fixacions de les prelloses a l'estructura

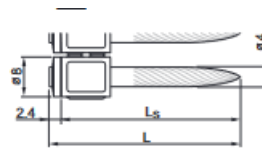
La fixació de les prelloses del sistema SES™ a l'estructura prèviament a l'abocament de formigó es realitza mitjançant dues fixacions en ambdós extrems de cada prellosa, i amb els procediments següents, en funció de la tipologia de l'estructura de suport i de si està executada o no en el moment de la instal·lació de les prelloses:

- Estructures metàl·liques i estructures de formigó ja executades: claus d'acer X-U 15 MXSP de Hilti, o similar, amb pistola d'aire comprimit. El material dels claus és acer al carboni de duresa HRC 59, amb una protecció enfront de la corrosió mitjançant recobriments de zinc que oscil·la entre 5 µm i 20 µm.

Es requereix un gruix mínim del suport de 6 mm per a estructures metàl·liques i de 80 mm per a estructures de formigó.

- Estructures de fusta: s'utilitzen claus X-C 30 B3 MX de Hilti, o equivalent, les característiques dels quals s'indiquen a l'apartat 2.1.3.
- Estructures de formigó que s'executen simultàniament amb les prelloses: no són necessaris els claus, és suficient l'abocament simultani de formigó a la prellosa i a l'estructura.

Les dimensions dels claus d'acer X-U 15 MXSP es mostren en la següent figura.



**Llegenda:**

Ls: 15 mm.

**Figura 2.7:** Claus X-U 15 MXSP per a la fixació de les prelloses a les estructures de suport metàl·liques i de formigó.

La resistència a tracció i cisallament proporcionades pel subministrador dels claus d'acer X-U 15 MXSP s'indiquen a la taula següent.

Tipus de suport	Resistència a tracció (N <sub>rec</sub> ) [kN]	Resistència a cisallada (V <sub>rec</sub> ) [kN]
Estructura metàl·lica	0,6	0,8
Estructura de formigó (profunditat d'encastament ≥ 14 mm i f <sub>ck</sub> ≤ 45 N/mm <sup>2</sup> )	0,1	0,1

**Taula 2.5:** Resistència a tracció i a cisallament dels claus X-U 15 MXSP.

Les prelloses adjacents no es fixen entre si. La unió entre prelloses adjacents s'aconsegueix gràcies a l'enduriment del formigó que s'introdueix a les perforacions dels nervis laterals de les prelloses durant el seu abocament.

### 2.2.4 Elements de posicionament i separació

S'utilitzen separadors de radi variable per a les armadures longitudinals ubicades a cada meitat del nervi, per tal d'assegurar que les armadures quedin centrades a la meitat del nervi. El radi dels separadors es defineix en funció de les prestacions de resistència al foc requerides al sostre.

La malla electrosoldada de la capa de compressió necessita separadors sobre els nervis d'acer o sobre el revoltó d'EPS de manera que la malla quedi aproximadament centrada a la capa de compressió de 50 mm de gruix.

## 3. Fabricació i control de la producció

### 3.1 Fabricació

Les prelloses es fabriquen a la planta de Construccions Metàl·liques Planicer SL situada a Sant Vicenç dels Horts, sota les especificacions i el Pla de Control acordades amb el titular del present DAU.

#### 3.1.1 Matèries primeres

Les matèries primeres per a la fabricació de les prelloses del sistema SES™ són els components que s'indiquen al capítol 2 del DAU, sent les especificacions allà indicades la referència per al control de recepció individualitzat d'aquests components.

Les safates metàl·liques se subministren a la fàbrica ja plegades i amb les perforacions realitzades, d'acord amb les indicacions del projecte.

#### 3.1.2 Procés de fabricació

La fabricació de les prelloses del sistema SES™ consta de les següents operacions principals:

- Fixació entre safates adjacents per a formar la prellosa.
- Col·locació i fixació dels taulers OSB a la cara inferior de les prelloses.
- Col·locació dels revoltos a l'interior de les safates.
- Opcionalment, les armadures longitudinals dels nervis de les safates es poden col·locar a fàbrica.
- Col·locació i fixació dels taulers OSB a la cara superior de les prelloses (solució SES-SEC).

#### 3.1.3 Presentació del producte

Les dimensions finals de les prelloses del sistema SES™ varien segons els requisits del projecte (vegeu la taula 1.1).

El pes de les prelloses és modest de manera que es poden manipular suspeses per 4 punts aprofitant les perforacions dels nervis.

La part més important del pes de la llosa la proporciona el formigó abocat a la prellosa a obra (vegeu la taula 5.2 per al pes de la llosa).

La massa superficial màxima de la prellosa s'indica a la taula següent.

Configuració	Dimensions màximes (amplada [m] x longitud [m])	Massa superficial màxima [kg/m²]
Safata d'acer tipus X2 de 3,0 mm de gruix de xapa d'acer i cantell màxim del nervi lateral, més revoltó d'EPS de 25 cm de cantell i tauler OSB/3 de 22 mm de gruix.	2,50 x 15,0	76,9

**Taula 3.1:** Massa superficial màxima de la prellosa.

### 3.2 Control de producció

Per tal d'assegurar les característiques de les prelloses del sistema SES™ declarades en el present DAU, durant la seva fabricació se segueixen els controls de producció acordats amb l'ITeC i recollits al Pla de Control.

#### 3.2.1 Control de la matèria primera

Es verifica en la recepció que els components que formen les prelloses del sistema SES™ compleixen les especificacions indicades al capítol 2.1.

#### 3.2.2 Control del procés de fabricació

##### 3.2.2.1 Fixació entre safates adjacents per formar la prellosa

- Ajustament de la màquina de reblar a les especificacions del fabricant.
- Comprovació dimensional del reblat.
- Número i posició dels reblats.

##### 3.2.2.2 Col·locació i fixació dels taulers OSB a la cara inferior de les prelloses

- Ajustament a les ordres de fabricació.
- Distància relativa entre l'extrem de la safata d'acer i el tauler OSB.

##### 3.2.2.3 Col·locació dels revoltos a l'interior de les safates

- Ajustament a les ordres de fabricació.

##### 3.2.2.4 Col·locació dels taulers OSB a la cara superior (solució SES-SEC)

- Ajustament a les ordres de fabricació.

#### 3.2.3 Control del producte final acabat

Prèviament a l'expedició de les prelloses es comprova l'ajust de les dimensions a les ordres de fabricació individualitzades. Es revisa la longitud i amplada total de la prellosa així com la distància relativa entre l'extrem de la safata d'acer i el tauler OSB, necessària per a un correcte muntatge a l'obra.

Cada prellosa està identificada amb un codi inequívoc que l'associa amb l'ordre de fabricació i amb el plànol de muntatge a obra.

## 4. Emmagatzematge, transport i recepció a l'obra

### 4.1 Emmagatzematge i transport

Les prelloses es poden apilar sense elements intermedis de separació en cas que no importi que quedin marques a la cara inferior del tauler OSB. En cas contrari, cal utilitzar separadors de fusta entre les prelloses (vegeu la figura 4.1).



**Figura 4.1:** Apilament de prelloses del sistema SES™.

Les prelloses es manipulen mitjançant eslingues subjectes en quatre perforacions dels nervis, suficientment separades entre elles. Atès el pes modest de les prelloses no calen grues especials i es pot utilitzar la grua convencional de l'obra.



**Figura 4.2:** Manipulació de prellosa del sistema SES™.

La col·locació de les prelloses es realitza immediatament després de la seva arribada a obra. No es preveu el seu emmagatzematge a obra prèviament al seu muntatge. En cas que aquest emmagatzematge sigui necessari, les prelloses es protegiran de la pluja tapades amb làmines impermeables o bé sota cobert.

### 4.2 Control de recepció en obra

A la recepció a l'obra del producte es realitza un control dimensional.

També es verifica l'estat general de les prelloses, en particular pel que fa a possibles desperfectes com ara:

- Deformacions de la prellosa, expressades mitjançant una planitud superior a  $\pm 1,5$  mm cada 1.000 mm.
- Deformacions o abonyegaments locals, en particular en els perfils i més especialment, en la coronació superior dels nervis laterals de les safates.
- Correcte estat dels nervis laterals de les safates per assegurar la correcta col·locació de la malla electrosoldada.
- Correcte estat de les fixacions entre safates.
- Deformacions o desperfectes en els revoltos d'EPS, despreniment o desplaçament d'aquests sobre les safates: és especialment important verificar que es conserva la geometria nominal entre revoltos, ja que aquesta és la que marca la geometria dels nervis resistents de formigó armat del sostre una vegada es formigoni (vegeu la taula 2.2).
- Correcte estat dels taulers OSB.

En cas de detectar la presència de desperfectes es prendran les mesures oportunes en funció de la seva gravetat i de la seva possible reparació a l'obra, i que van des de la reparació de les prelloses a l'obra a la seva devolució i substitució.

## 5. Criteris de projecte

### 5.1 Criteris de disseny

#### 5.1.1 Generalitats

El projecte tindrà en compte des del principi l'ús del sistema estructural SES™ per la construcció dels sostres estructurals i/o les cobertes lleugeres, per tal de considerar els aspectes que aporta l'ús del sistema, així com els condicionants que implica:

- Sistema estructural lleuger que permet dimensionar l'estructura vertical i les fonamentacions en conseqüència.
- Sistema estructural equiparable, pel que fa al seu comportament estructural, a un sostre unidireccional.
- Recolzament dels sostres a l'estructura existent: en el cantell de les bigues, sobre aquestes o en jàsseres planes de formigó armat on el tauler OSB actuï d'encofrat perdut. El tipus de recolzament tindrà repercussions geomètriques en l'edifici, especialment pel que fa a l'alçada lliure entre sostres, i en la resolució de determinats punts singulars (forats d'escala o altres).

#### 5.1.2 Dimensions i modulació

El projecte de sostres estructurals o cobertes lleugeres s'ha de modular a l'amplada de la safata del sistema SES™, que varia entre 500 mm i 625 mm (vegeu la taula 1.1). El cantell tipus mínim és de 20 cm (considerant 50 mm de capa de compressió mesurada des de la cara superior del revoltó).

Per a resoldre problemes de modulació en forma d'espais buits als laterals de les prelloses, aquests espais buits es poden estintolar per la part inferior amb un encofrat habitual o fabricar prelloses on el tauler OSB actuï d'encofrat, de manera que aquestes zones es puguin reomplir amb formigó.

En el cas que les dimensions de les prelloses siguin superiors a la superfície a cobrir, es poden fer talls a les prelloses per a adaptar-les al perímetre de les superfícies. Aquests talls només es poden practicar en la direcció transversal a la prellosa; en la direcció longitudinal caldrà fer l'adaptació a taller.

La longitud és variable en funció del projecte, sense superar els 15,0 m de llum entre recolzaments.

### 5.2 Seguretat estructural

Els càlculs de comprovació de la seguretat estructural de les lloses construïdes amb el sistema SES™ han de ser realitzats o verificats per un tècnic competent de la consultoria d'estructures JFG Consultors ([www.jfgconsultors.com](http://www.jfgconsultors.com)) amb experiència demostrada en l'elaboració de càlculs estructurals.

El disseny i verificació de l'estructura principal de l'edifici on recolzen les lloses construïdes amb el sistema SES™ són responsabilitat del tècnic competent i queden fora de l'abast del present document.

Les accions a les quals estarà sotmesa la solució constructiva i l'estructura de suport hauran de ser definides en funció de la geometria general de l'edifici i la seva situació topogràfica, tenint en compte el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) i el seu Document Bàsic de Seguretat Estructural (DB-SE). Es procedirà a comprovar, com a mínim, segons el capítol 2 i 3 del DB-SE-AE del CTE, les següents consideracions:

SES-MIXT:

- Resistència i estabilitat de la solució adoptada davant de les accions de pes propi, càrregues permanents, sobrecàrregues d'ús (veure apartat 5.2.2), les accions del terreny i els moviments de l'estructura de suport.

SES LLEUGER i SES-SEC:

- Resistència i estabilitat de la solució adoptada davant de les accions de pes propi (veure apartat 5.2.2), les accions de vent, així com les accions tèrmiques, els moviments de l'estructura de suport i la neu.

#### 5.2.1 Comprovació de la secció composta

Per tal de garantir la transferència d'esforç rasant entre la secció de formigó i la d'acer, cal comprovar per a cada llosa que l'esforç rasant aplicat ( $\tau_{xy}$ ) és inferior a la resistència a rasant ( $\tau_{Rd}$ ) d'aquesta secció.

$$\tau_{xy} \leq \tau_{Rd}$$

L'esforç rasant actuant sobre la secció transversal es calcula a partir de l'esforç tallant mitjançant la següent expressió:

$$\tau_{xy} = \frac{Q_y \cdot M_z}{I_z \cdot b}$$

On:

$\tau_{xy}$ : tensió rasant en la zona de la secció resistent considerada.

$Q_y$ : esforç tallant en l'eix Y.

$M_z$ : moment estàtic de la zona de la secció resistent considerada respecte l'eix Z de la secció resistent total.

$I_z$ : moment d'inèrcia de la secció resistent considerada respecte l'eix Z.

$b$ : longitud de tall de la zona de la secció resistent considerada.

La resistència a rasant de la secció ( $\tau_{Rd}$ ) la conformen els tres mecanismes següents:

- Adherència entre l'ala de la secció d'acer i el formigó que l'envolta.

Es pren com a resistència característica a rasant per adherència entre l'ala de la secció d'acer i el formigó el valor de 0,26 N/mm<sup>2</sup>, obtingut dels resultats dels assaigs (vegeu l'apartat 9.1.1).

- Resistència de càlcul a tallant de la secció del nervi de formigó que transfereix esforços des de les ales de la secció d'acer (secció crítica).

Per a la seva determinació s'utilitza la fórmula següent, en funció de la quantia geomètrica ( $\rho_1$ ) i de la resistència del formigó ( $f_{cv}$ ):

$$V_{Rd} = (0,18 / \gamma_c) \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{cv})^{1/3}$$

On:

$\gamma_c$ : Coeficient parcial de seguretat pel formigó (1,50 per a situació de càlcul permanent o transitòria).

$$\xi = \left( 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) < 2,0$$

d: cantell útil de la secció en mm.

$\rho_1$ : quantia geomètrica de l'armadura longitudinal principal en tracció.

$f_{cv}$ : resistència efectiva del formigó a tallant en N/mm<sup>2</sup> de valor  $f_{cv} = f_{ck}$ , on  $f_{ck}$  no es considerarà superior a 60 N/mm<sup>2</sup> a efectes d'aquest càlcul.

- Resistència de la secció de formigó que travessa les perforacions dels nervis d'acer.

Cada perforació practicada en el nervi d'acer contribueix amb una resistència característica a rasant d'acord amb els valors indicats a la taula següent:

Diàmetre de la perforació [mm]	Secció [cm <sup>2</sup> ]	Resistència característica a rasant del formigó per perforació [kN]
70	38,5	3,89
50	19,6	1,98
35	9,6	0,97
25	4,9	0,50

**Nota:** Els valors intermedis es poden calcular a partir de la interpolació dels resultats de la resistència i la secció del formigó.

**Taula 5.1:** Resistència característica a rasant del formigó en funció del diàmetre de la perforació en el nervi d'acer.

## 5.2.2 Resistència de les prelloses i de les lloses

Els aspectes objecte de comprovació en el càlcul de la resistència de les prelloses (en fase d'execució) i les lloses (en fase de servei) es realitza simultàniament i s'indiquen a continuació.

Safata d'acer:

- Comprovació dels requisits dimensionals amplada-gruix màxims de la xapa metàl·lica (vegeu la figura 2.3).
- Identificació de l'ample eficaç i de la tensió crítica d'abonyegament.
- Comprovació de l'abonyegament de l'ala comprimida.
- Comprovació de la resistència enfront de càrregues concentrades.
- Comprovació tensional degut al moment flector i a l'esforç tallant.

Nervi de formigó:

- Comprovació de la geometria per a satisfer les exigències de resistència al foc.
- Comprovació de la resistència de la secció en T sotmesa a flexió simple.
- Comprovació de l'estat límit d'esgotament per tallant.
- Comprovació de l'estat límit últim a esforç rasant.

Cal diferenciar entre els càlculs de les prelloses i de les lloses emprades en la construcció de sostres estructurals i en la construcció de cobertes lleugeres.

En totes les situacions cal comprovar que la resistència de les prelloses i de les lloses és superior al valor de càlcul de les accions aplicades.

El valor de càlcul de les accions aplicades es determinarà d'acord amb la reglamentació aplicable en funció de l'ús previst.

Els criteris per a la realització dels càlculs de resistència de les prelloses i de les lloses s'indiquen en els apartats següents.

El titular ha aportat les següents taules pel predimensionament de les lloses del sistema SES<sup>TM</sup>, on es mostra la càrrega límit característica per a unes configuracions definides de les lloses. No obstant això, altres configuracions són possibles.

Es mostren tres taules amb configuracions de lloses. La taula 5.2.a correspon a configuracions del sistema SES-MIXT dissenyades per a càrregues elevades, la taula 5.3.a correspon a configuracions també del sistema SES-MIXT dissenyades per a càrregues mitjanes i la taula 5.4 correspon a configuracions del sistema SES-SEC i SES-LLEUGER.

Les taules 5.2.b i 5.3.b mostren les armadures del nervi de formigó de les configuracions indicades a les taules 5.2.a i 5.3.a, respectivament.

<b>Configuració de la llosa:</b>										
• Cantell total (H <sub>t</sub> ) [cm]	20	22	24	26	28	30	33	36	40	
• Gruix de la xapa (t) [mm]	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	
• Amplada lateral (B) [mm]	40	40	50	50	50	50	60	60	70	
• Cantell del nervi d'acer + gruix capa de compressió (C1 + H <sub>c</sub> ) [cm]	15 + 5	17 + 5	19 + 5	21 + 5	23 + 5	25 + 5	28 + 5	30 + 6	33 + 7	
• Cantell del nervi de formigó (H <sub>r</sub> ) [cm]	16	18	20	22	24	24	26	28	30	
• Pes propi [kg/m <sup>2</sup> ]	243	257	279	295	310	312	334	367	402	
<b>Càrrega límit característica [kN/m<sup>2</sup>] en funció de la distància entre suports:</b>										
• Cantell total (H <sub>t</sub> ) [cm]	20	22	24	26	28	30	33	36	40	
Distància entre suports [m]	3,0	15,21	17,56	19,72	30,80	34,29	35,02	50,57	54,89	61,51
	3,5	10,55	14,62	16,43	25,51	28,30	28,60	44,83	45,18	50,52
	4,0	10,84	5,15	14,03	21,78	24,23	24,77	35,37	38,36	42,97
	4,5	9,42	10,84	7,95	14,27	20,99	21,53	30,66	33,26	37,28
	5,0	8,34	9,61	10,79	4,27	9,32	15,30	21,34	29,33	32,86
	5,5	6,92	8,58	9,61	14,91	16,63	6,13	18,79	25,16	29,33
	6,0	6,62	6,57	8,68	12,65	15,01	15,35	10,06	14,22	23,15
	6,5	3,24	4,66	7,26	9,32	11,67	13,68	19,67	6,43	13,10
	7,0	--	3,19	5,25	6,87	8,73	10,35	15,06	19,37	5,69
	7,5	--	--	3,73	5,05	6,52	7,85	11,62	15,11	20,16
	8,0	--	--	2,60	3,63	4,86	5,89	9,03	11,77	15,70
	8,5	--	--	--	3,63	3,53	4,41	6,97	9,22	12,61
	9,0	--	--	--	--	2,50	3,24	5,35	7,21	10,01
	9,5	--	--	--	--	--	2,31	4,07	5,59	7,90
	10,0	--	--	--	--	--	--	2,99	4,27	6,18
10,5	--	--	--	--	--	--	--	3,09	4,81	
11,0	--	--	--	--	--	--	--	2,31	3,68	

**Llegenda:**

(■) = formats on l'estintolament és necessari. Es considera necessari l'estintolament quan la fletxa en fase de servei és igual o superior a:  $l \cdot l / 500$  (distància entre suports)/500.

( -- ) = valors de sobrecàrrega límit característica inferiors a 1,96 kN/m<sup>2</sup> (200 kg/m<sup>2</sup>).

**Taula 5.2.a:** Càrrega límit característica per al predimensionament de diferents configuracions de llosa i càrregues elevades de la solució SES-MIXT.



L'armadura d'acer del nervi de formigó de les configuracions descrites a la taula 5.2.a s'indiquen a la taula següent.

		Armadura del nervi de formigó (A <sub>s</sub> )								
Cantell total (H <sub>i</sub> ) [cm] (1)		20	22	24	26	28	30	33	36	40
Distància entre suports [m]	3,0	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø16	1Ø16	1Ø16
	3,5	1Ø12	1Ø16	1Ø12	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16
	4,0	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16
	4,5	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø20	1Ø20	1Ø20
	5,0	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø20	1Ø20	1Ø20
	5,5	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø16	1Ø20	1Ø20	1Ø20
	6,0	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20
	6,5	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	2Ø16	1Ø20	1Ø20
	7,0	--	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	2Ø16	2Ø16	1Ø20
	7,5	--	--	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	2Ø16	2Ø16	1Ø16+1Ø20
	8,0	--	--	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	2Ø16	2Ø16	1Ø16+1Ø20
	8,5	--	--	--	1Ø20	1Ø20	1Ø20	2Ø16	2Ø16	1Ø16+1Ø20
	9,0	--	--	--	--	1Ø20	1Ø20	2Ø16	2Ø16	1Ø16+1Ø20
	9,5	--	--	--	--	--	1Ø20	2Ø16	2Ø16	1Ø16+1Ø20
	10,0	--	--	--	--	--	--	2Ø16	2Ø16	1Ø16+1Ø20
	10,5	--	--	--	--	--	--	--	2Ø16	1Ø16+1Ø20
11,0	--	--	--	--	--	--	--	2Ø16	1Ø16+1Ø20	

**Llegenda:**

(■) = formats on l'estintolament és necessari. Es considera necessari l'estintolament quan la fletxa en fase de servei és igual o superior a:  $l_{lum} / 500$  (distància entre suports) / 500.

( -- ) = valors de càrrega límit característica inferiors a 1,96 kN/m<sup>2</sup> (200 kg/m<sup>2</sup>).

**Nota:**

i. La descripció detallada de les configuracions descrites en aquesta taula es dona a la taula 5.2.a.

**Taula 5.2.b:** Armadures en el nervi de formigó per a diferents configuracions de llosa i càrregues elevades de la solució SES-MIXT.

Configuració de la llosa:										
• Cantell total (H <sub>t</sub> ) [cm]	20	22	24	26	28	30	33	36	40	
• Gruix de la xapa (t) [mm]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	
• Amplada lateral (B) [mm]	40	40	50	50	50	50	60	60	70	
• Cantell del nervi d'acer + gruix capa de compressió (C1 + H <sub>c</sub> ) [cm]	15 + 5	17 + 5	19 + 5	21 + 5	23 + 5	25 + 5	28 + 5	30 + 6	33 + 7	
• Cantell del nervi de formigó (H <sub>r</sub> ) [cm]	12	14	16	18	20	20	22	24	26	
• Pes propi [kg/m <sup>2</sup> ]	212	229	245	260	276	276	299	331	366	
Càrrega límit característica [kN/m <sup>2</sup> ] en funció de la distància entre suports:										
• Cantell total (H <sub>t</sub> ) [cm]	20	22	24	26	28	30	33	36	40	
Distància entre suports [m]	3,0	14,03	16,87	20,31	23,84	27,57	27,57	31,10	34,43	37,77
	3,5	8,44	9,81	12,75	15,21	17,85	17,85	24,03	22,37	24,53
	4,0	8,34	6,18	7,85	9,71	11,58	11,58	13,24	14,62	15,99
	4,5	5,10	6,87	4,81	5,89	7,26	7,26	8,44	9,22	10,10
	5,0	5,00	6,87	5,69	7,26	5,59	4,12	10,30	11,48	12,56
	5,5	2,94	4,51	5,69	7,26	5,79	9,61	6,87	7,55	8,34
	6,0	--	2,55	3,87	5,30	6,67	6,67	6,87	8,73	9,61
	6,5	--	--	2,16	7,26	4,32	4,32	13,34	3,92	6,47
	7,0	--	--	--	5,40	6,87	8,24	9,81	11,28	12,46
	7,5	--	--	--	3,92	5,10	6,18	7,55	8,44	9,32
	8,0	--	--	--	3,24	3,73	4,41	5,49	6,08	6,77
	8,5	--	--	--	--	--	2,94	5,79	7,65	9,03
	9,0	--	--	--	--	--	--	4,41	6,18	6,77
	9,5	--	--	--	--	--	--	--	4,41	4,91
	10,0	--	--	--	--	--	--	--	--	4,91
10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	3,92	

**Llegenda:**

(■) = formats on l'estintolament és necessari. Es considera necessari l'estintolament quan la fletxa en fase de servei és igual o superior a:  $l/500$  (distància entre suports) / 500.

( -- ) = valors de càrrega límit característica inferiors a 1,96 kN/m<sup>2</sup> (200 kg/m<sup>2</sup>).

**Taula 5.3.a:** Càrrega límit característica per al predimensionament de diferents configuracions de llosa i càrregues mitjanes de la solució SES-MIXT.

L'armadura d'acer del nervi de formigó de les configuracions descrites a la taula 5.3.a s'indiquen a la taula següent.

Armadura del nervi de formigó (A <sub>s</sub> )										
Cantell total (H <sub>i</sub> ) [cm] (1)	20	22	24	26	28	30	33	36	40	
3,0	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø16
3,5	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø16
4,0	2Ø10	1Ø12	2Ø10	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12
4,5	2Ø10	2Ø10	2Ø10	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12	1Ø12
5,0	1Ø16	1Ø16	2Ø10	2Ø10	2Ø10	1Ø12	2Ø10	2Ø10	2Ø10	2Ø10
5,5	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	2Ø10	1Ø16	2Ø10	2Ø10	2Ø10	2Ø10
6,0	--	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16
Distància entre suports [m]	6,5	--	--	1Ø16	1Ø20	1Ø16	1Ø16	1Ø20	1Ø16	1Ø16
	7,0	--	--	--	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20
	7,5	--	--	--	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20
	8,0	--	--	--	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20
	8,5	--	--	--	--	--	1Ø20	2Ø16	2Ø16	2Ø16
	9,0	--	--	--	--	--	--	2Ø16	2Ø16	2Ø16
	9,5	--	--	--	--	--	--	--	2Ø16	2Ø16
	10,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1Ø16+1Ø20
	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1Ø16+1Ø20

**Llegenda:**

(■) = formats on l'estintolament és necessari. Es considera necessari l'estintolament quan la fletxa en fase de servei és igual o superior a:  $l \cdot l_{lum} / 500$  (distància entre suports) / 500.

( -- ) = valors de càrrega límit característica inferiors a 1,96 kN/m<sup>2</sup> (200 kg/m<sup>2</sup>).

**Nota:**

i. La descripció detallada de les configuracions descrites en aquesta taula es dona a la taula 5.3.a.

**Taula 5.3.b:** Armadures en el nervi de formigó per a diferents configuracions de llosa i càrregues mitjanes de la solució SES-MIXT.

Configuració de la llosa:										
• Cantell total (H <sub>i</sub> ) [cm]	17	20	22	24	26	28	30	33	36	40
• Gruix de la xapa (t) [mm]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
• Amplada lateral (B) [mm]	60	60	60	60	70	70	70	80	80	90
• Cantell del nervi d'acer (C1) [cm]	15	18	20	22	24	26	28	31	34	38
• OSB superior (H <sub>m</sub> ) [cm]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
• Pes propi [kg/m <sup>2</sup> ]	56,6	58,5	59,9	61,3	62,1	74,2	74,6	77,6	80,0	83,9

Càrrega límit característica [kN/m <sup>2</sup> ] en funció de la distància entre suports:										
• Cantell total (Ht) [cm]	17	20	22	24	26	28	30	33	36	40
3,0	13,0	16,8	19,5	22,0	27,1	37,9	42,2	51,6	58,9	72,0
3,5	8,0	12,1	14,1	16,3	19,7	27,7	30,8	37,7	43,0	52,9
4,0	5,0	8,0	10,7	12,3	14,9	21,0	23,4	28,7	32,7	40,3
4,5	3,4	5,4	7,1	9,0	11,6	16,4	18,3	22,5	25,7	31,7
5,0	2,3	3,8	5,0	6,4	8,4	12,8	14,7	18,0	20,7	25,5
5,5	1,6	2,7	3,6	4,6	6,1	9,4	11,3	14,8	16,9	20,9
6,0	--	1,9	2,6	3,2	4,5	7,0	8,5	11,5	14,1	17,4
6,5	--	--	1,8	2,5	3,4	5,4	6,6	8,8	11,1	14,7
Distància entre suports [m] (1)	7,0	--	--	1,9	2,6	4,1	5,1	6,9	8,7	11,9
	7,5	--	--	--	2,0	3,2	4,0	5,5	6,9	9,5
	8,0	--	--	--	1,5	2,5	3,1	4,4	5,6	7,7
	8,5	--	--	--	--	1,9	2,5	3,5	4,5	6,3
	9,0	--	--	--	--	--	2,0	2,8	3,7	5,2
	9,5	--	--	--	--	--	1,6	2,3	3,0	4,2
	10,0	--	--	--	--	--	--	1,8	2,4	3,5
	10,5	--	--	--	--	--	--	--	2,0	2,9
	11,0	--	--	--	--	--	--	--	1,6	2,4
	11,5	--	--	--	--	--	--	--	--	2,0
12,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,7

**Llegenda:**

( -- ) = valors de càrrega límit característica inferiors o iguals a 1,5 kN/m<sup>2</sup> (153 kg/m<sup>2</sup>).

**Nota:**

i. No és necessari estintolar en cap configuració.

**Taula 5.4:** Càrrega límit característica per al predimensionament de diferents configuracions de llosa i càrregues mitjanes de les solucions SES-SEC i SES-LLEUGER.

**Notes comunes per a les taules 5.2.a, 5.3.a i 5.4, llevat de les notes (4) i (7) que no apliquen a la taula 5.4 :**

- (1) Les configuracions de les lloses indicades a les taules no són exclusives; altres configuracions són possibles.
- (2) Els valors de càrrega límit característica s'han determinat emprant els següents coeficients de seguretat dels materials:
  - $\gamma_{MO} = 1,00$
  - $\gamma_c = 1,50$
  - $\gamma_s = 1,15$

Els valors de càrrega límit característica indicats a les taules estan dividits per un coeficient  $\gamma = 1,50$  que equival a un coeficient global de majoració de les accions, de manera que els valors indicats a les taules es poden comparar a efectes del predimensionament amb els valors característics de les accions aplicades. Aquest enfoc proporciona valors pel costat de la seguretat.

En un dimensionament més precís, els coeficients de majoració de les accions haurien de ser 1,35 per a les accions permanents (pes propi) i 1,50 per a les accions variables, mentre que pel valor de càlcul de les accions s'haurien de considerar els coeficients de simultaneïtat corresponents a cada combinatòria d'accions.

La càrrega límit característica indicada en les taules correspon a la suma de càrregues verticals permanents i variables.
- (3) El pes propi de les lloses ja s'ha considerat en el càlculs per a determinar els valors de sobrecàrrega.
- (4) En cas d'estintolament no cal realitzar les comprovacions de fletxa en fase d'execució, el que implica que la sobrecàrrega resistent de càlcul pot ser superior malgrat augmentar la distància entre recolzaments per a una mateixa configuració.
- (5) Els valors de les taules corresponen als valors mínims del conjunt de les diferents comprovacions.
- (6) Els valors de les taules tenen en compte els esforços aplicats en fase d'execució.
- (7) Els valors de les taules s'han assolit per a configuracions amb les següents característiques:
  - Resistència al foc de la llosa de 90 minuts (R90).
  - Safata d'acer de 625 mm d'ample.
  - Les armadures d'acer del nervi de formigó i la seva geometria per a cada configuració indicada a les taules 5.2.a i 5.3.a es descriuen a les taules 5.2.b i 5.3.b, respectivament.

### 5.2.2.1 Sostres estructurals

#### En fase d'execució

Es considera només la secció resistent de la xapa metàl·lica.

#### En fase de servei

L'element estructural es concep com un sostre col·laborant acer-formigó, on la col·laboració s'estableix mitjançant les perforacions circulars en el nervi vertical d'acer que fan possible la continuïtat del formigó.

La col·laboració proporcionada pel formigó que travessa les perforacions pot quedar reduïda si el cantell del revoltó d'EPS cobreix total o parcialment les perforacions. Cal tenir en compte aquesta possible reducció en la fase de projecte mitjançant la reducció de la resistència característica a rasant indicada a la taula 5.1 proporcionalment a la reducció de la secció.

Les lloses del sistema SES™ no requereixen una subestructura secundària, sinó que recolzen a l'estructura principal de l'edifici. Aquest recolzament es pot realitzar sobre les ales superiors de les bigues o sobre les ales inferiors, formant en aquest segon cas un sostre de cantell reduït que, a més a més, serveix per a protegir l'estructura de l'acció del foc (vegeu els detalls constructius del capítol 6).

En funció del mode de recolzament de les lloses i de la resolució de l'armat en aquests nusos, el sistema estructural serà isostàtic (recolzament) o tindrà un cert grau d'hiperestaticisme.

### 5.2.2.2 Cobertes lleugeres

#### En fase d'execució

Apliquen les indicacions per a la fase d'execució de l'apartat 5.2.2.1.

#### En fase de servei

Les lloses de coberta lleugera suporten exclusivament les accions de servei pròpies de la coberta (càrregues permanents, sobrecàrregues d'ús, neu i vent) i les transmeten a l'estructura principal. No contribueixen a la resistència mecànica i estabilitat de l'edifici ni a la seva travesada.

No requereixen estructura secundària de coberta (corretges), sinó que recolzen directament sobre l'estructura principal, de forma isostàtica.

La resistència d'aquest element es determina ignorant la contribució de la capa de formigó alleugerit, per tant, apliquen les propietats resistents de la safata indicades en la fase d'execució de l'apartat 5.2.2.1.

## 5.3 Seguretat en cas d'incendi

### 5.3.1 Reacció al foc

La reacció al foc de la llosa per la seva cara inferior és la pròpia del tauler OSB, que en el cas general és E, considerant la seva densitat mínima inferior a 600 kg/m<sup>3</sup> i el seu gruix (18 mm o 22 mm) definits a la

taula 2.3 així com la seva col·locació sense cambra d'aire en la prellosa. Tanmateix, es pot assolir una classe D-s2,d0 utilitzant un tauler OSB del mateix gruix però amb una densitat igual o superior a 600 kg/m<sup>3</sup>.

En els casos en què es requereixi una classe de reacció al foc millor que la que proporciona l'acabat OSB, caldrà aplicar alguna de les següents mesures, no avaluades en el present DAU:

- Aplicar un tractament retardant al foc al tauler OSB que demostrï la classe de reacció al foc exigible.
- Considerar un revestiment de sostre suplementari que tingui la classe de reacció al foc exigida i una resistència al foc mínima EI-30.

La reacció al foc del producte per la seva cara superior és la pròpia del formigó (classe A). No obstant, la verificació del compliment de la classe de reacció al foc exigible l'haurà de fer el projectista en funció de la solució de paviment que especifiqui.

### 5.3.2 Resistència al foc

La resistència al foc de la llosa SES™ amb la solució SES-MIXT depèn fonamentalment del recobriment de les armadures longitudinals, del cantell de la capa de compressió superior i del grau de protecció que confereix el tauler OSB.

Pel càlcul de la resistència al foc de la llosa (criteri REI) es poden utilitzar les indicacions per a sostres unidireccionals indicades a l'apartat C.2.3.5 de l'annex C del DB SI, que deriva a l'apartat per a bigues amb les tres cares exposades al foc de l'apartat C.2.3.1 del mateix document, on s'obté la resistència al foc a partir de la distància mínima equivalent a l'eix de l'armadura traccionada, i de l'amplada mínima de l'ànima.

A efectes del compliment dels requisits per al gruix de la capa de compressió associats a la classificació REI, es podran considerar els gruixos de paviment damunt les lloses.

Amb un recobriment d'armadures de 30 mm i una amplada mínima del nervi a l'alçada del centre de gravetat mecànic de l'armadura traccionada de 130 mm, la resistència al foc de la llosa és de R 60, calculada d'acord amb les indicacions del DB SI o segons la taula A20.5.6 de bigues contínues del Codi Estructural. Si, a més, es considera una capa de compressió de 50 mm que es suplementa a obra amb una capa de pavimentació de 30 mm, assolint els 80 mm, es pot assignar una resistència al foc REI 60. En aquesta classificació no es considera la contribució del tauler OSB.

S'ha realitzat un assaig de resistència al foc d'acord amb les normes d'assaig UNE-EN 1363-1 i UNE-EN 1365-2 d'un sostre realitzat amb el sistema SES™ amb la descripció i resultats indicats a la taula següent.

Sobre del sostre s'ha aplicat una càrrega uniformement distribuïda corresponent a una situació extraordinària (apartat 4.2.2 (2) del DB-SE) de 450 kg/m<sup>2</sup>.

En la combinació d'accions corresponent a una situació extraordinària es considera que tots els coeficients de seguretat són iguals a la unitat si el seu efecte és desfavorable, i el coeficient de simultaneïtat de les accions variables (la sobrecàrrega d'ús, en aquest cas) és  $\Psi_1 = 0,5$  de manera que la càrrega de 450 kg/m<sup>2</sup> aplicada a l'assaig equival a una càrrega de 700 kg/m<sup>2</sup> per a la combinació d'accions en situació persistent o transitòria.

Descripció del sostre	Cara exposada al foc	Resistència al foc
5 safates unides (4 senceres i 2 meitats) d'acer de 2,0 mm de gruix i 200 mm de cantell. Revoltó d'EPS de 15 kg/m <sup>3</sup> de densitat. Armadura longitudinal als nervis: 2Ø12 amb separadors de 30 mm. Capa de compressió ME 200x200 Ø8x8 B500D EN 10080. Formigó HA-25-B-20-IIa.	Cara inferior de la safata d'acer (1)	REI 90 RE 120

**Nota:**

(1) No s'ha instal·lat el tauler OSB.

**Taula 5.5:** Resistència al foc obtinguda de l'assaig.

Aquesta classificació és vàlida per a altres configuracions que presentin les següents variants en relació amb la configuració assajada:

- Moments i forces tallants que no superin els calculats en base a la càrrega aplicada (450 kg/m<sup>2</sup>).
- Inclinació del sostre (angle d'inclinació entre 0° i 15°).

En cas d'utilitzar un tauler OSB de 18 mm o 22 mm de gruix i 600 kg/m<sup>3</sup> de densitat característica a la part inferior de la llosa, aquest es pot classificar K<sub>2</sub>10<sup>2</sup> d'acord amb el Reglament Delegat (UE) 1291/2014. Aquesta classificació correspon a taulers OSB de 10 mm de gruix mínim i densitat mínima de 600 kg/m<sup>3</sup>.

No obstant això, el tauler OSB/3 de 18 mm o 22 mm de gruix i 600 kg/m<sup>3</sup> de densitat característica presenta una velocitat de carbonització de càlcul de 0,82 mm/min, que proporciona un temps de protecció de 14 minuts i 18 minuts, respectivament. En conseqüència, es pot considerar que el tauler OSB de 18 mm o 22 mm de gruix i 600 kg/m<sup>3</sup> de densitat característica proporciona un temps de protecció de 14 minuts i 18 minuts, respectivament, sempre que les fixacions mantinguin la integritat durant aquest temps

En els casos en què es requereixi una classe de resistència al foc de l'element estructural més alta que la classe estàndard proporcionada per la llosa construïda amb el sistema SES<sup>TM</sup> amb la solució SES-MIXT indicada anteriorment, caldrà augmentar el

recobriments de les armadures de formigó i verificar la solució dissenyada, o aplicar un altre revestiment addicional.

**5.3.3 Comportament davant del foc exterior**

Aquest requisit és només rellevant en el cas de les lloses de coberta. La prestació que ofereixi la coberta depèn en gran mesura del revestiment de coberta que es contempli en el projecte i que no és part del sistema avaluat en el present DAU.

**5.4 Seguretat d'utilització i accessibilitat**

Requisit no rellevant per a les lloses construïdes amb el sistema SES<sup>TM</sup>.

**5.5 Salubritat (protecció enfront a la humitat)**

El sistema SES<sup>TM</sup> no fa cap funció d'impermeabilització, ni en el cas dels sostres estructurals ni en el de cobertes lleugeres.

Pel que fa al càlcul de condensacions, en particular en els tancaments que constitueixen l'envolupant tèrmica de l'edifici (cobertes, sostres sanitaris i sostres sobre porxo), cal tenir en compte que les lloses construïdes amb el sistema SES<sup>TM</sup> constitueixen una barrera a la difusió del vapor d'aigua a través seu, atès que contenen una planxa metàl·lica que es pot considerar pràcticament contínua i que se situa a la cara calenta del tancament en l'ús de coberta, i en la cara freda del tancament, en sostres sobre porxo o espais no calefats.

Per tant, quan sigui rellevant, s'hauran de prendre les mesures de disseny escaients per evitar condensacions en els tancaments (disposició de barreres de vapor, etc.).

**5.6 Protecció enfront el soroll**

**5.6.1 Aïllament acústic a soroll aeri**

Les lloses del sistema SES<sup>TM</sup> construïdes amb la solució SES-MIXT tenen un índex global de reducció acústica ponderat A (R<sub>A</sub>), d'acord amb les expressions següents en funció de la massa per unitat de superfície, m, expressada en kg/m<sup>2</sup>.

$$\text{Si } m \leq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 16,6 \cdot \lg m + 5 \text{ [dBA]}$$

$$\text{Si } m \geq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 36,5 \cdot \lg m - 38,5 \text{ [dBA]}$$

Els sostres construïts amb el sistema SES<sup>TM</sup>, en conjunció amb els elements constructius adjacents a ells, hauran de donar resposta a les exigències d'aïllament a soroll aeri especificades a l'apartat 2.1.1 del DB-HR, en funció de si es tracta d'un recinte protegit o habitable, i de si l'element constructiu constitueix una separació dins de la mateixa unitat d'ús o entre unitats d'ús diferents, de si la separació és amb

<sup>2</sup> La classificació K<sub>2</sub> 10 per al tauler OSB significa que el tauler té una capacitat de protecció contra incendis de la llosa de 10 min, que correspon a que després de 10 min d'incendi la temperatura mitjana

en el substrat no supera en 250 °C la temperatura inicial o puntualment en cap punt no supera en 270 °C la temperatura inicial.

recintes d'instal·lacions o d'activitats, o és una separació respecte de l'exterior.

L'aïllament acústic al soroll aeri del sistema SES™ amb la solució SES-MIXT es podrà complementar amb la prestació associada als paviments, o revestiments exteriors en el cas de cobertes, i als revestiments inferiors.

### 5.6.2 Aïllament acústic a soroll d'impactes

Les lloses SES™ construïdes amb la solució SES-MIXT condueixen a un índex global de pressió de soroll d'impactes normalitzat  $L_{n,w}$ , d'acord amb l'expressió següent en funció de la massa per unitat de superfície,  $m$ , expressada en  $\text{kg/m}^2$ .

$$L_{n,w} = 164 - 35 \cdot \lg m$$

Els sostres construïts amb el sistema SES™, en conjunció amb els elements constructius adjacents a ells, hauran de donar resposta a les exigències d'aïllament acústic al soroll d'impactes especificades a l'apartat 2.1.2 del DB-HR, en funció de si es tracta d'un recinte protegit o habitable, i de si l'element constructiu constitueix una separació entre unitats d'ús diferents o una separació amb recintes d'instal·lacions o d'activitats.

L'aïllament acústic al soroll d'impactes del sistema SES™ es podrà complementar amb la prestació dels paviments i revestiments inferiors en el projecte.

### 5.6.3 Absorció acústica

L'absorció acústica de la cara inferior dels sostres i cobertes lleugeres construïts amb el sistema SES™ s'obté mitjançant el coeficient d'absorció acústica ( $\alpha$ ) del tauler OSB indicat a la norma UNE-EN 13986, que pren els següents valors:

- 0,10 en el rang de freqüències de 250 Hz a 500 Hz.
- 0,25 en el rang de freqüències de 1.000 Hz a 2.000 Hz.

L'absorció acústica de la cara superior dels sostres dependrà del material utilitzat en aquesta cara, que queda fora de l'abast del present DAU.

## 5.7 Estalvi d'energia i aïllament tèrmic

### 5.7.1 Aïllament tèrmic

L'aïllament tèrmic dels sostres i cobertes lleugeres construïts amb el sistema SES™ no ha estat avaluat.

## 5.8 Durabilitat

La durabilitat dels sostres i cobertes lleugeres construïts amb el sistema SES™ s'avalua a partir de la durabilitat dels seus components, d'acord amb les indicacions de l'article 113 dins el capítol 29 del Codi Estructural per a l'estratègia de durabilitat de les estructures mixtes formigó-acer:

- Safata metàl·lica: protegida mitjançant un recobriment galvanitzat Z275, equivalent a una massa total mínima del recobriment de zinc de  $275 \text{ g/m}^2$  incloent ambdues cares.

La taula 80.1.a del Codi Estructural (adaptat de la taula 1 de la norma UNE-EN ISO 12944-2) estableix categories de corrosivitat atmosfèrica en funció de la pèrdua de massa de zinc per unitat de superfície després del primer any d'exposició, juntament amb exemples d'ambients típics en clima temperat.

Un extracte d'aquesta taula es mostra a la taula 5.6.

L'efecte de protecció addicional sobre la safata d'acer proporcionat pel tauler OSB fixat a la seva cara inferior en cas que es mantingui durant tota la vida útil del sostre o coberta no ha estat considerat.

- Formigó armat: establiment en el decurs del projecte d'una estratègia segons les indicacions del capítol 9 del Codi Estructural per a l'estratègia de durabilitat dels elements de formigó.

El tipus d'ambient es defineix per a les classes d'exposició relatives al formigó estructural enfront la corrosió de les armadures metàl·liques d'acord amb la taula 27.1.a del Codi Estructural.

- Tauler OSB: el tipus de tauler utilitzat (OSB/3) correspon a condicions d'ús en ambient humit<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Ambient corresponent a la classe de servei 2 de la norma UNE-EN 1995-1-1, que es caracteritza per un contingut d'humitat en el material corresponent a una temperatura de 20 °C i una humitat relativa de l'aire que només supera el 85% durant unes poques setmanes a l'any. Són exemples de construccions assignades a la classe de servei 2 les següents:

- Estructures de coberta amb espais inferiors sense calefacció i només accessibles per a manteniment (magatzems, golfes i trasters).

- Piscines cobertes.
- Sostres de planta baixa sobre local o espai sense calefacció (garatges sense calefacció i cambres sanitàries sota sostre de planta baixa).
- Ús a l'exterior quan la peça està protegida de la caiguda directa d'aigua (coberts sense parets).

Categoria de corrosivitat	Pèrdua de massa per unitat de superfície després del primer any d'exposició (provetes de zinc) [g/m <sup>2</sup> ]	Exemples d'ambients típics en un clima temperat (a efectes informatius)	
		Exterior	Interior
C1 molt baixa	≤ 0,7	--	(1)
C2 baixa	> 0,7 fins a 5	(2)	(3)
C3 mitjana	> 5 fins a 15	(4)	(5)
C4 alta	> 15 fins a 30	(6)	(7)
C5-I molt alta (industrial)	> 15 fins a 60	(8)	(9)
C5-M molt alta (marí)	> 15 fins a 60	(10)	(11)

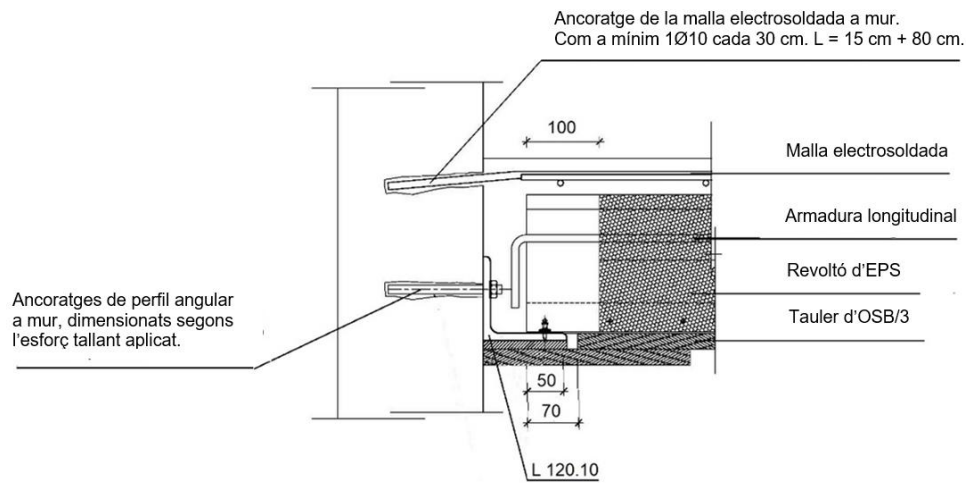
**Llegenda:**

- (1) Edificis amb calefacció i amb atmosferes netes, per exemple: oficines, botigues col·legis, hotels.
- (2) Atmosferes amb baixos nivells de contaminació. Àrees rurals en la seva major part.
- (3) Edificis sense calefacció on poden ocórrer condensacions, per exemple: magatzems, poliesportius.
- (4) Atmosferes urbanes i industrials, amb moderada contaminació de diòxid de sofre. Àrees costaneres amb baixa salinitat.
- (5) Naus de fabricació amb elevada humitat i amb quelcom de contaminació de l'aire, per exemple: plantes de processament d'aliments, bugaderies, plantes cerveseres, plantes làcties.
- (6) Àrees industrials i àrees costaneres de moderada salinitat.
- (7) Plantes químiques, piscines, vaixells costaners i drassanes.
- (8) Àrees industrials amb elevada humitat i amb atmosfera agressiva.
- (9) Edificis o àrees amb condensacions gairebé permanents, i amb contaminació elevada.
- (10) Àrees costaneres i marítimes amb elevada salinitat.
- (11) Edificis o àrees amb condensacions gairebé permanents, i amb contaminació elevada.

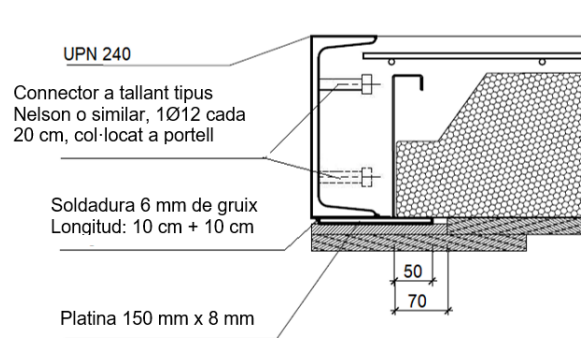
**Taula 5.6:** Categories de corrosivitat atmosfèrica en funció de la pèrdua de massa de zinc per unitat de superfície després del primer any d'exposició.



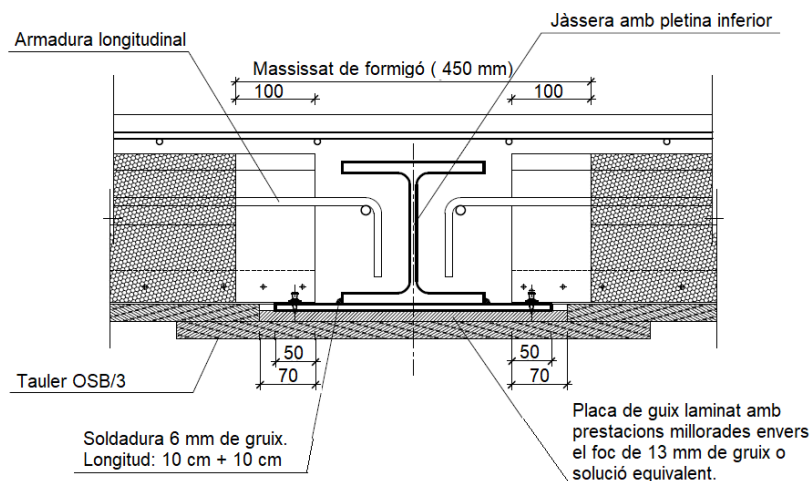
## 6. Detalls constructius



**Figura 6.1:** Recolzament frontal de la solució SES-MIXT fixada a un mur.



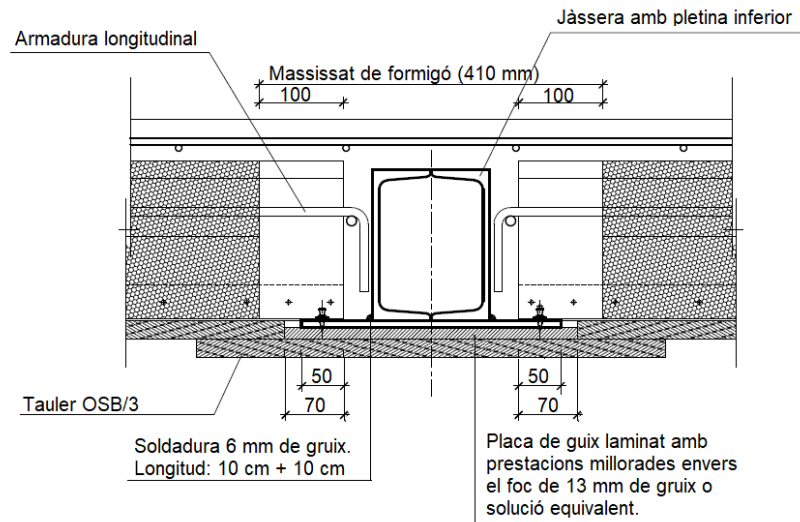
**Figura 6.2:** Recolzament lateral de la solució SES-MIXT sobre perfil metàl·lic.



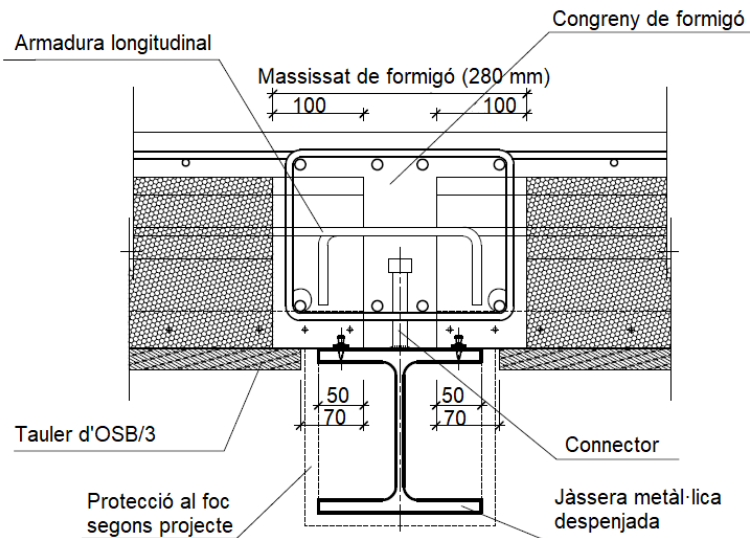
**Figura 6.3:** Recolzament frontal de la solució SES.MIXT sobre jàssera embeguda de perfil obert.

### Notes comunes:

- Les dimensions de la platina, del perfil metàl·lic de subjecció i de la soldadura han d'ajustar-se en funció del cantell del sostre i del resultat de les comprovacions estructurals.
- Cotes en mm.
- La fixació del perfil al mur existent no es mostra per facilitar-ne la lectura.
- La solució de protecció enfront el foc no pressuposa tipus.
- La soldadura de longitud 10 cm + 10 cm indica una soldadura intermitent, amb un tram de 10 cm de soldadura i un tram de 10 cm sense soldadura, i així successivament.



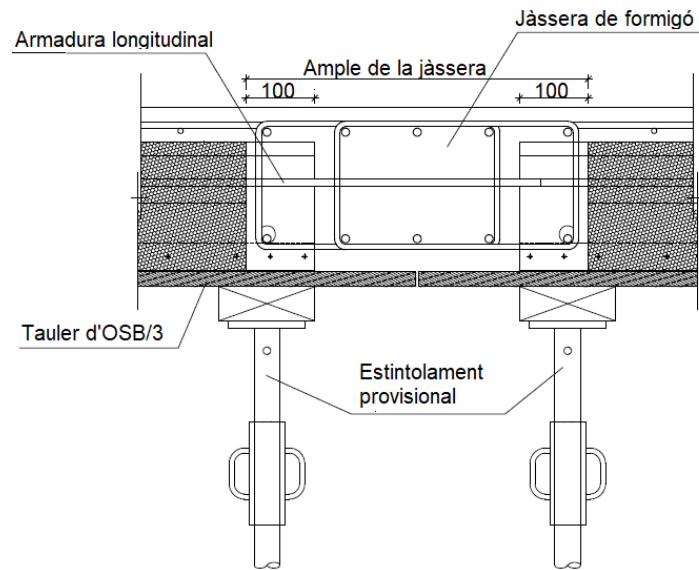
**Figura 6.4:** Recolzament frontal de la solució SES-MIXT sobre jàssera embeguda de perfil tancat.



**Figura 6.5:** Recolzament frontal de la solució SES-MIXT sobre jàssera despenjada mixta amb perfil obert.

**Notes:**

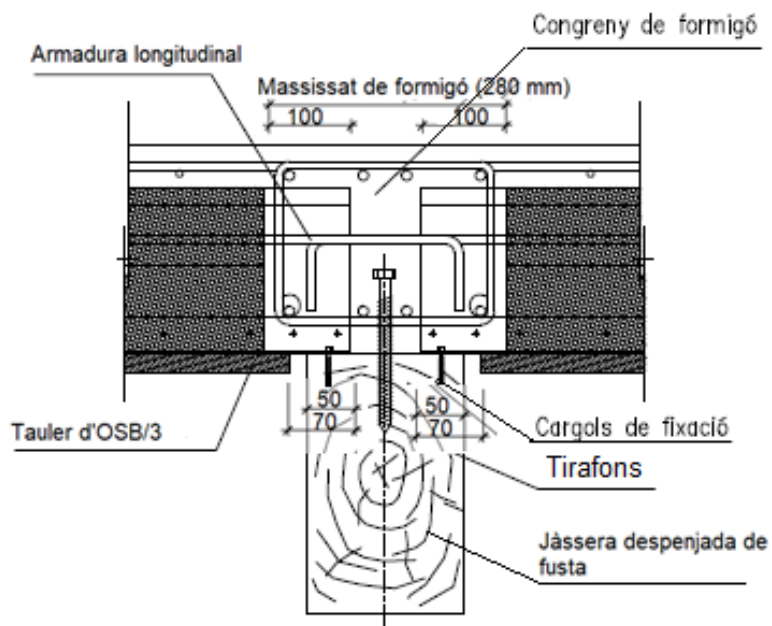
- Les dimensions de la platina, del perfil metàl·lic de subjecció i de la soldadura han d'ajustar-se en funció del cantell del sostre i del resultat de les comprovacions estructurals.
- La solució de protecció enfront el foc no pressuposa tipus.
- Cotes en mm.
- La soldadura de longitud 10 cm + 10 cm indica una soldadura intermitent, amb un tram de 10 cm de soldadura i un tram de 10 cm sense soldadura, i així successivament.



**Figura 6.6:** Recolzament frontal de la solució SES-MIXT sobre jássera plana de formigó amb perfil obert.

**Nota:**

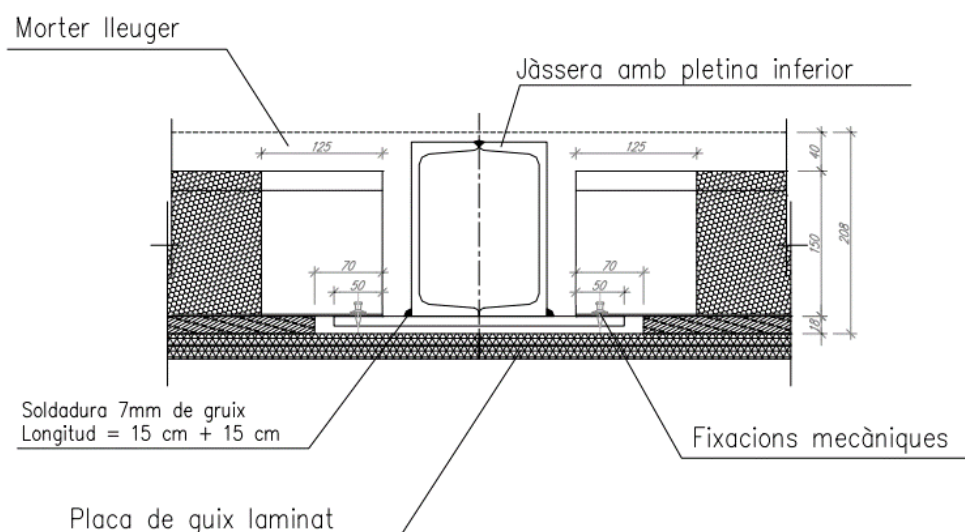
- Cotes en mm.



**Figura 6.7:** Recolzament frontal de la solució SES-MIXT sobre jássera despenjada de fusta.

**Notes:**

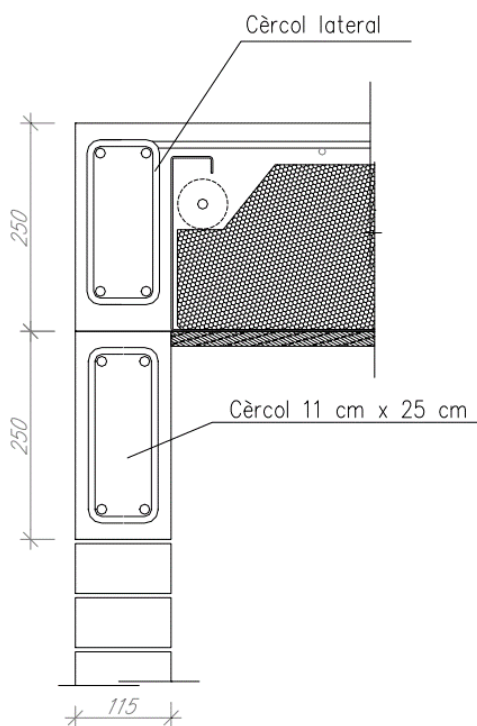
- Les dimensions de la jássera i del congreny de formigó i de la jássera de fusta han d'ajustar-se en funció del cantell del sostre i del resultat de les comprovacions estructurals.
- Cotes en mm.



**Figura 6.8:** Recolzament frontal de la solució SES-LLEUGER sobre jássera amb platina inferior.

**Notes:**

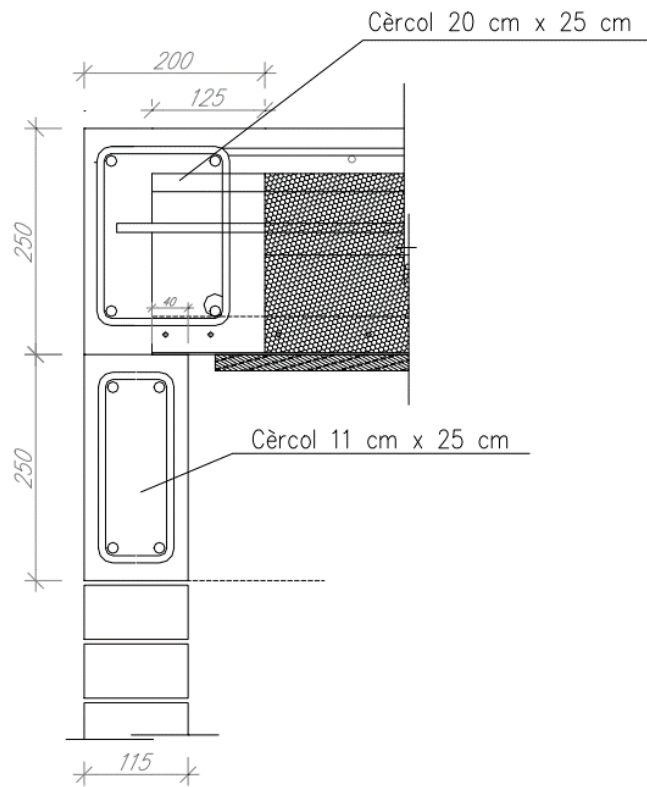
- Les dimensions de la platina, del perfil metàl·lic i de la soldadura han d'ajustar-se en funció del cantell de la coberta i del resultat de les comprovacions estructurals.
- Les plaques de guix laminat no formen part de la solució.
- Cotes en mm.



**Figura 6.9:** Recolzament lateral de la solució SES-MIXT sobre congreny.

**Notes:**

- Les dimensions del congreny han d'ajustar-se en funció del cantell del sostre i del resultat de les comprovacions estructurals.
- Cotes en mm.



**Figura 6.10:** Recolzament frontal de la solució SES-MIXT sobre mur amb congreny.

**Notes:**

- Les dimensions del congreny han d'ajustar-se en funció del cantell del sostre i del resultat de les comprovacions estructurals.
- Cotes en mm.

## 7. Criteris d'execució, manteniment i conservació

### 7.1 Criteris d'execució

#### 7.1.1 Criteris generals d'execució

##### 7.1.1.1 Mitjans necessaris a l'obra

- Humans: quatre operaris per a la manipulació i col·locació de les prelloses a l'obra, i que corresponen a un operador de la grua, un director de maniobres i dos col·locadors.
- Grua i maquinària: sistema d'elevació (grua) amb una càrrega mínima de 1.500 kg.

##### 7.1.1.2 Verificacions prèvies a l'execució

Cal realitzar les següents verificacions dels elements de recolzament envers les indicacions del projecte prèviament a la col·locació de les safates:

- Ortogonalitat del perímetre de recolzament:  $\pm 3$  mm/m.
- Regularitat dels suports:  $\pm 2$  mm.
- Distància lliure entre vores de recolzaments oposats (ales i ànimes de perfils oberts, vores de perfils quadrats):  $\pm 20$  mm.

##### 7.1.1.3 Talls o elements passants a través de les prelloses

El pas de conductes a través de la prellosa es replantejarà i executarà abans de l'abocament de formigó. Només es permet la perforació de la base de la safata, no es permet la perforació dels nervis ni de les ales (vegeu la figura 7.1).

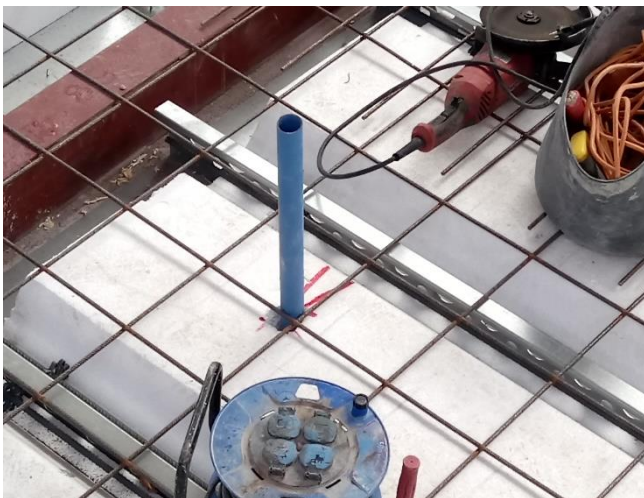
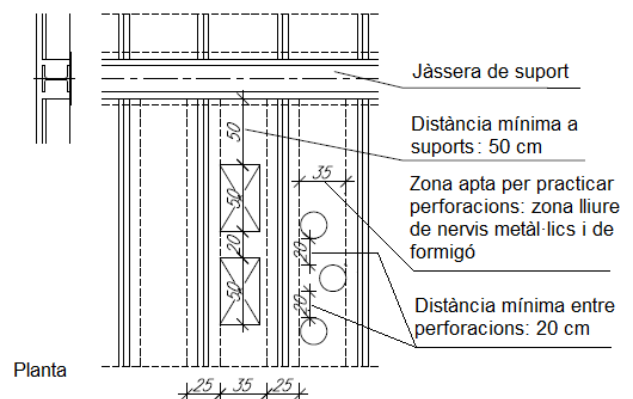


Figura 7.1: Pas de conductes verticals a través de la prellosa.

S'admet el pas de conductes verticals a través de la prellosa amb els següents criteris pel que fa a les perforacions (vegeu la figura 7.2):

- La zona apta per a fer forats està limitada als intereixos entre nervis (zona entre revoltos).
- El diàmetre màxim per a forats circulars és de 30 cm.
- La longitud màxima (paral·lela al nervi d'acer) per a forats quadrats o rectangulars és de 50 cm.
- L'ample màxim (perpendicular al nervi d'acer) dels forats està limitat per la zona lliure de nervis d'acer i de formigó.
- La distància mínima entre forats adjacents és de 20 cm.
- La distància mínima des del forat al recolzament és de 50 cm.



#### Nota:

- La figura mostra l'ample de la zona apta per a practicar perforacions (35 cm) que correspon a una prellosa de 600 mm d'ample.

Figura 7.2: Pas de conductes verticals a través de la prellosa.

### 7.1.2 Preparació i replantejament

Són necessaris treballs d'estintolament provisional quan concorri alguna de les següents situacions:

- Els suports de les prelloses són de formigó armat -jàsseres planes o de cantell- i el seu formigonat es realitza simultàniament al de les prelloses.
- Se superen les distàncies entre suports que permeten evitar l'estintolament (vegeu la taula 5.2).
- La longitud de recolzament és inferior a 40 mm.
- El recolzament lateral no és possible.

Aquest estintolament ha d'estar ben travat i garantir l'estabilitat de les prelloses durant l'abocament del formigó.

La retirada de l'estintolament està condicionada a l'assoliment de la resistència prescrita per part del formigó, ja sigui de forma autònoma o amb estintolament provisional.

### 7.1.3 Col·locació de les prelloses SES™

Les prelloses recolzen en els seus extrems sobre els elements estructurals existents, amb una longitud de recolzament nominal de 50 mm i una longitud de recolzament mínima de 40 mm en el suport. El recolzament frontal és sempre necessari a efectes estructurals perquè la llosa treballa com un sostre unidireccional. El recolzament lateral només és necessari per a evitar la diferència relativa de deformacions entre les lloses i els elements de recolzament.

La col·locació de les prelloses es realitza mitjançant un sistema d'elevació complementat amb un guiatge manual per a assolir el posicionament correcte.

Les prelloses es col·locaran a cada tram de forma consecutiva, començant per un lateral.

Un cop les prelloses estiguin col·locades es realitza un replanteig de la seva posició, es comprova que cada prellosa correspon a la referència designada en el projecte i, si cal, s'ajusta la seva posició mitjançant desplaçaments laterals per a assolir la seva posició definitiva.



**Figura 7.2:** Prelloses recolzades permanentment sobre estructura metàl·lica.

La fixació mecànica de les prelloses a l'element de suport es realitza quan totes les lloses del tram estan correctament posicionades. En la solució SES-MIXT es disposen almenys dues fixacions mecàniques a cada extrem de la prellosa. Les fixacions mecàniques emprades s'indiquen a l'apartat 2.2.3.

En cas de suports a base de perfils metàl·lics oberts (tipus HEB o similar) i per a garantir el correcte posicionament de la prellosa, només s'admet que la prellosa recolzi a l'ala inferior del perfil en un dels seus extrems. El recolzament de la prellosa a l'altre extrem s'ha de realitzar sobre l'ala externa del perfil, mai sobre l'ala inferior (vegeu les figures 6.1, 6.3 i 6.4).



**Figura 7.3:** Vista inferior del sostre amb prelloses recolzades sobre l'estructura metàl·lica.

Les prelloses de la solució SES-SEC han de recolzar-se sobre una platina addicional soldada a l'ala inferior del perfils de suport. Aquesta platina tindrà practicats dos forats de 5 mm de diàmetre per safata separats 29 cm aproximadament. Aquests forats permetran la fixació de la safata a la platina i, en conseqüència, al perfil de suport.

La solució SES-SEC incorpora fixacions a les ales superiors dels nervis de la prellosa per permetre la fixació dels nervis a les ales dels perfils de suport, evitant així els girs dels nervis.

Les prelloses es protegiran enfront de la pluja per a evitar l'acumulació d'aigua prèviament a l'abocament de formigó.

Les prelloses no han de quedar exposades a la intempèrie durant llargs períodes de temps per la possible oxidació de l'acer galvanitzat i la degradació dels taulers OSB. En cas d'un termini perllongat d'exposició de les prelloses a la intempèrie cal implementar mesures de protecció en funció del grau i el temps previst d'exposició a la intempèrie.

### 7.1.4 Col·locació d'armadures

Les armadures es col·locaran d'acord amb els criteris de recobriments, solapaments, doblat, etc., prescrits al capítol 11 del Codi Estructural.

El diàmetre i el número d'armadures al nervi i a la capa de compressió es definiran en el decurs del projecte. Tanmateix, cal observar els següents criteris mínims:

- En tota la longitud de la part inferior del nervi de formigó s'ubicarà almenys un rodó corrugat acabat en patilla en els seus extrems.
- L'armadura mínima a la capa de compressió serà de 1Ø8 cada 20 cm.

Cal preveure separadors adients que evitin que l'armadura de la capa de compressió es clavi en els revoltos d'EPS.



Figura 7.4: Disposició d'armadures a les prelloses.

### 7.1.5 Formigonat

Prèviament a l'abocament de formigó caldrà realitzar les següents comprovacions:

- Que la longitud de recolzament de les prelloses als elements de suport sigui l'especificada i que la fixació estigui correctament executada.
- En cas de prelloses amb estintolament, comprovar-ne la solidesa.

L'abocament de formigó es pot realitzar amb bomba o bé amb cubilot. És recomanable iniciar el formigonat per les zones de recolzament i finalitzar-lo per la zona central de la prellosa. S'ha d'evitar acumular gruixos excessius de formigó sobre la prellosa.

En les prelloses no estintolades cal controlar que la deformació durant el formigonat s'ajusti a la prevista per a aquesta fase en el projecte, amb una tolerància admissible d'aproximadament 3 mm.

La planitud i la textura de la capa superior del sostre ha d'ajustar-se als requisits del projecte.

## 7.2 Criteris de manteniment

No són necessàries mesures específiques per al manteniment o conservació dels sostres executats amb el sistema SES™.

No es requereix un nivell d'inspecció superior al que es deriva de les inspeccions tècniques rutinàries dels edificis. En aquestes inspeccions es prestarà especial atenció a símptomes de danys estructurals, presència de corrosió o possible desprendiment del tauler OSB.

## 7.3 Mesures per a la protecció del medi ambient

### 7.3.1 Tractament de residus

En virtut de la Decisió 2014/955/UE, que modifica la Decisió 2000/532/CE, sobre la llista de residus, i de conformitat amb la Directiva 2008/98/CE, i de les seves modificacions, on s'estableix la Llista Europea de Residus (LER), és obligatori que els productes tinguin assignat un codi LER que permeti a l'usuari conèixer el tipus de gestió de residus que li correspon.

Els codis LER declarats per a les lloses executades amb el sistema SES™ son:

- Xapa d'acer galvanitzat: 17 04 05
- Aïllament d'EPS: 17 06 04
- Taulers OSB: 17 09 04
- Formigó: 17 01 01

Els residus generats durant la posada a l'obra hauran de ser gestionats d'acord amb la legislació vigent per un gestor autoritzat a tal efecte (vegeu el Reial Decret 105/2008 pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició).

## 7.4 Condicions exigibles a les empreses instal·ladores

Cap en particular.



## 8. Referències d'utilització i visites d'obra

### 8.1 Referències d'utilització

El sistema SES™ s'executa des de l'any 2021.

S'han aportat les següents referències d'obra:

- Remunta d'edifici existent a la Plaça Tetuan de Barcelona.

### 8.2 Visites d'obra

Les obres seleccionades han estat inspeccionades per personal de l'ITeC, donant lloc a l'Informe de visites d'obres recollit al *Dossier Tècnic del DAU 21/126*.

L'objectiu de les visites ha estat, d'una banda, contrastar l'aplicabilitat de les instruccions de posada a l'obra amb els mitjans materials i humans definits pel titular en el DAU i, per altra banda, identificar els aspectes que permetin evitar possibles patologies que puguin afectar el sistema.

Els aspectes rellevants identificats en les visites d'obra s'han incorporat als criteris de projecte i execució indicats en els capítols 5 i 7.

## 9. Avaluació d'assaigs i càlculs

S'ha avaluat l'adequació a l'ús del sistema SES™ en relació al compliment de la reglamentació espanyola de construcció aplicable que, en aquest cas és fonamentalment el Codi Tècnic de l'Edificació i el Codi Estructural, així com altres requisits addicionals relacionats amb la durabilitat i les condicions d'execució i servei del sistema.

Els assaigs que formen part d'aquesta avaluació s'han fet al laboratori d'Applus. Els informes d'assaig i de càlculs, així com l'informe de presa de mostres, queden recollits al *Dossier Tècnic del DAU 21/126*.

### 9.1 Resistència mecànica i estabilitat

#### 9.1.1 Resistència a esforç rasant

Els paràmetres que permeten determinar la resistència a l'esforç rasant de la secció formada pel formigó i la safata d'acer s'han determinat experimentalment mitjançant la realització d'assaigs.

S'ha avaluat la contribució a la resistència a l'esforç rasant aportada pels següents mecanismes:

- Adherència entre les ales de la safata d'acer i el formigó;
- Formigó que travessa els alvèols practicats a la safata d'acer;

Es considera que els nervis d'acer de la safata no contribueixen a la resistència a esforç rasant de la llosa, d'acord amb les indicacions de la taula 6.6 de la norma UNE-EN 1994-1-1 i de la taula A30.6.6 del Codi Estructural, al considerar-se nervis de seccions parcialment embegudes ( $\tau_{Rd} = 0,0$ ).

#### Adherència entre les ales de la safata d'acer i el formigó

El valor de càlcul de la resistència a esforç rasant ( $\tau_{Rd}$ ) de les ales de seccions parcialment embegudes es xifra en 0,20 N/mm<sup>2</sup> segons la taula 6.6 de la norma UNE-EN 1994-1-1 i la taula A30.6.6 del Codi Estructural.

S'ha validat experimentalment aquesta dada mitjançant la realització d'assaigs basats en el capítol B.2: Assaigs de connectors, de l'annex B de EN 1994-1-1 i de l'apèndix B de l'annex 30 del Codi Estructural.

S'han assajat trams de llosa formats per un nervi de formigó travessat longitudinalment per la secció d'acer. La secció d'acer no incorpora alvèols.

Les provetes s'han dimensionat de manera que es produeixi una fallida per adherència entre les ales metàl·liques i el formigó, i no es produeixi una fallida prematura dels altres modes de fallida involucrats: fallida de la xapa a tracció, fallida a rasant de les ales de formigó i fallida del sistema d'ancoratge.

Els resultats dels assaigs s'indiquen a la taula següent:

Data d'assaig	Número de proveta (n)	Càrrega màxima estimada [kN]	Càrrega assolida a l'assaig (P <sub>RI</sub> ) [kN]	Mode de fallida
09/09/2019	1	40,0	78,16	Fràgil. Separació xapa-formigó
09/09/2019	2	70,0	126,07	Fràgil. Separació xapa-formigó
09/09/2019	3	70,0	154,08	Fràgil. Separació xapa-formigó
10/09/2019	4	70,0	86,60	Fràgil. Separació xapa-formigó
10/09/2019	5	70,0	91,01	Fràgil. Separació xapa-formigó
10/09/2019	6	70,0	119,10	Fràgil. Separació xapa-formigó

**Taula 9.1:** Resultats d'assaigs d'esforç rasant amb xapa no perforada.

Determinació de la resistència característica a rasant per unitat de superfície de les ales de la secció d'acer:

Número de proveta (n)	Càrrega assolida a l'assaig (P <sub>RI</sub> ) [kN]	Σ P <sub>RI</sub> /n [kN]	k (n=6) (1)	Desviació estàndard	P <sub>Rk</sub> = Σ P <sub>RI</sub> /n - k·Desv [kN]	Resistència característica a rasant per unitat de superfície de les ales (p <sub>Rk</sub> )			
						Longitud del perfil (L) [mm]	Perímetre de les ales [mm]	Superfície de fricció [mm <sup>2</sup> ]	P <sub>Rk</sub> = P <sub>Rk</sub> /L [N/mm <sup>2</sup> ]
1	78,16	109,17	2,34	28,99	41,33	650	240	156.000	0,26
2	126,07								
3	154,08								
4	86,60								
5	91,01								
6	119,10								

(1) Coeficient aplicable al 5% fractil amb un 75 % de confiança d'una distribució normal.

**Taula 9.2:** Tractament dels resultats d'assaigs d'esforç rasant amb xapa no perforada.

La resistència característica a rasant per unitat de superfície de les ales de la secció d'acer obtinguda de l'assaig (0,26 N/mm<sup>2</sup>) és superior al valor indicat a la taula 6.6 de la norma UNE-EN 1994-1-1 i a la taula A30.6.6 del Codi Estructural (0,20 N/mm<sup>2</sup>).

#### Formigó que travessa els alvèols practicats a la safata d'acer

No es disposa de referències normatives al respecte, per tant la contribució d'aquest mecanisme s'ha hagut de caracteritzar experimentalment mitjançant la realització d'assaigs basats en el capítol B.2: Assaigs de connectors de l'annex B de la norma UNE-EN 1994-1-1, i també present a l'apèndix B de l'annex 30 del codi Estructural.

S'han assajat trams de llosa formats per un nervi de formigó travessat longitudinalment per la secció d'acer. La secció d'acer incorpora alvèols.

Les provetes s'han dimensionat de manera que es produeixi una fallida del formigó que travessa els alvèols, i no es produeixi una fallida prematura dels altres modes de fallida involucrats: fallida de la xapa a tracció, fallida a rasant de les ales de formigó i fallida del sistema d'ancoratge.

Els resultats dels assaigs s'indiquen a la taula següent:

Data d'assaig	Número de proveta (n)	Càrrega màxima estimada [kN]	Càrrega assolida a l'assaig (P <sub>RI</sub> ) [kN]	Mode de fallida
09/09/2019	1	100,0	170,60	Fràgil. Separació xapa-formigó
10/09/2019	2	150,0	206,65	Fràgil. Separació xapa-formigó
10/09/2019	3	150,0	195,38	Fràgil. Separació xapa-formigó
10/09/2019	4	150,0	195,05	Fràgil. Separació xapa-formigó
12/09/2019	5	150,0	165,10	Fràgil. Separació xapa-formigó
12/09/2019	6	150,0	179,33	Fràgil. Separació xapa-formigó

**Taula 9.3:** Resultats dels assaigs d'esforç rasant del formigó que travessa els alvèols.

Per a determinar la resistència característica a rasant proporcionada pel formigó que travessa els alvèols, cal restar del resultat d'assaig la resistència proporcionada per l'adherència acer-formigó de les ales de la secció d'acer i la resistència proporcionada pel rasant a la secció crítica.

Superfície de fricció			Resistència a rasant per unitat de superfície			Resistència a rasant per adherència [kN]
Longitud [mm]	Amplada [mm]	Superfície [mm <sup>2</sup> ]	$ \sum P_{Ri}/3 $ [kN]	Superfície de fricció de les ales [mm <sup>2</sup> ]	Valor mig de resistència rasant per unitat de superfície [N/mm <sup>2</sup> ] (1)	
650,0	120,0	78.000,0	109,17	156.000,0	0,70	54,59

(1) S'utilitza el valor mig de la càrrega assolida a l'assaig per a la determinació de la resistència a rasant per adherència.

**Taula 9.4:** Contribució de la resistència a rasant per adherència als assaigs de resistència a rasant del formigó que travessa els alvèols.

Per a la determinació de la resistència a rasant de la secció crítica s'utilitza la metodologia de càlcul a tallant del formigó.

Secció crítica			Tensió a tallant del formigó			Resistència a rasant de la secció crítica [kN]	
Longitud [mm]	Amplada [mm]	Secció crítica [mm <sup>2</sup> ]	$\xi$	$\rho_1$	$f_{cv} (=f_{ck})$ [N/mm <sup>2</sup> ]		$0,18 \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{cv})^{1/3}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
650,0	67,0	87.100,0	2	0,0025	26,0	0,672	58,52
					26,2	0,674	58,67
					26,2	0,674	58,67

**Taula 9.5:** Contribució de la resistència a rasant de la secció crítica als assaigs de resistència a rasant del formigó que travessa els alvèols.

Número de proveta (n)	Càrrega assolida a l'assaig (P <sub>Ri</sub> ) [kN]	Resistència a rasant per adherència [kN]	Resistència a rasant de la secció crítica [kN]	Resistència a rasant dels alvèols [kN]	Resistència característica a rasant dels alvèols [kN]				Resistència característica a rasant per alvèol (1)
					$\sum P_{Ri}/n$	k (n=6) (1)	Desviació estàndard	$P_{RK} = \sum P_{Ri}/n - k \cdot \text{Desv}$	
1	170,60	54,59	58,52	57,50	72,12	2,34	16,17	34,28	11,43
2	206,65	54,59	58,67	93,40					
3	195,38	54,59	58,67	82,13					
4	195,05	54,59	58,67	81,80					
5	165,10	54,59	58,67	51,85					
6	179,33	54,59	58,67	66,08					

**Nota:**

(1) La proveta d'assaig incorpora tres alvèols.

**Taula 9.6:** Resistència característica a rasant per alvèol.

La resistència característica a rasant del formigó que travessa les perforacions realitzades al nervi lateral de la safata d'acer (entre 50 mm i 70 mm i entre 25 mm i 35 mm de diàmetre), es pot obtenir a partir dels valors de resistència característica a rasant del formigó de la secció assajada, on la perforació té forma hexagonal, aplicant criteris de proporcionalitat de superfícies.

Cada perforació practicada al nervi d'acer assajat té forma hexagonal, de 70 mm de costat; el cercle inscrit a l'hexàgon és de 120 mm de diàmetre, equivalent a una secció de 113,1 cm<sup>2</sup> de formigó.

Les perforacions nominals als nervis laterals de la safata d'acer tenen un diàmetre entre 50 mm i 70 mm i entre 25 mm i 35 mm, corresponents a seccions de 19,6 cm<sup>2</sup> i 4,9 cm<sup>2</sup>, respectivament. En conseqüència, s'obtenen les resistències característiques a rasant del formigó equivalents per a les perforacions entre 50 mm i 70 mm i 25 mm i 35 mm de diàmetre indicades a la taula següent a partir del valor obtingut a l'assaig per a la perforació hexagonal.

Geometria de la perforació	Secció [cm <sup>2</sup> ]	Resistència característica a rasant del formigó per perforació [kN]
Hexagonal de 120 mm de diàmetre inscrit (configuració assajada)	113,1	11,43
Circular de 70 mm de diàmetre	38,5	3,89
Circular de 50 mm de diàmetre	19,6	1,98
Circular de 35 mm de diàmetre	9,6	0,97
Circular de 25 mm de diàmetre	4,9	0,50

**Taula 9.7:** Resistència característica a rasant del formigó en funció del tipus de perforació en el nervi d'acer.

En un tram de nervi d'acer de 600 mm de longitud amb un pas de 100 mm entre perforacions de 50 mm de diàmetre i entre perforacions de 25 mm de diàmetre, hi ha cinc perforacions de 50 mm i sis perforacions de 25 mm, el que proporciona una resistència característica a rasant del formigó de 12,9 kN, que s'obté segons:  $5 \times 1,98 \text{ kN} + 6 \times 0,50 \text{ kN}$ .

## 9.2 Seguretat en cas d'incendi

### 9.2.1 Reacció al foc

La classe de reacció al foc de la llosa exposada al foc per la seva cara inferior s'ha avaluat a partir de la classe de prestació de la reacció al foc dels taulers OSB indicada a la taula 8 de la norma UNE-EN 13986 per a les següents condicions:

- Ús final: sense cambra d'aire posterior i muntats directament sobre productes de classe A1 o A2-s1,d0 amb una densitat mínima de  $10 \text{ kg/m}^3$ . La planxa d'acer es considera de classe A1.
- Densitat mínima del tauler OSB: en funció de si és o no igual o superior a  $600 \text{ kg/m}^3$ .
- Gruix mínim del tauler OSB: 9 mm. El gruix mínim definit pels taulers OSB del sistema SES™ és de 18 mm.

En conseqüència, es pot afirmar que la classe de reacció al foc és D-s2,d0 si la seva densitat mínima és igual o superior a  $600 \text{ kg/m}^3$ , o classe E si la densitat mínima és inferior a  $600 \text{ kg/m}^3$ .

### 9.2.2 Resistència al foc

S'ha avaluat la influència en la prestació de la resistència al foc per la presència del perfil d'acer que travessa longitudinalment el nervi de formigó la llosa, i com pot afectar a l'aplicació de la metodologia de càlcul de la resistència al foc (criteri R) per a bigues amb les tres cares exposades al foc de l'apartat C.2.3.1 de l'annex C del DB SI.

S'ha realitzat un assaig de resistència al foc d'acord amb les normes d'assaig UNE-EN 1363-1 i UNE-EN 1365-2, amb una càrrega aplicada de  $450 \text{ kg/m}^2$ .

S'han assolit les següents classificacions: REI 90 i RE 120. El criteri d'aïllament tèrmic s'ha satisfet fins el minut 91, que és quan s'ha superat la temperatura a la cara no exposada. L'assaig ha continuat fins assolir la fallida del criteri estructural al minut 136, al superar-se la deformació màxima admissible.

La proveta ha presentat un increment de deformació constant durant tota la durada de l'assaig.

Del comportament de la proveta durant l'assaig es pot desprendre que la transmissió de calor dins el nervi de formigó produïda pel perfil d'acer no afecta significativament el comportament resistent de la secció de formigó del nervi ni de la barra corrugada d'acer dins el nervi, enfront del comportament d'aquest nervi sense el perfil d'acer.

La metodologia de càlcul de resistència al foc per a bigues exposades a les tres cares de l'apartat C.2.3.1 de l'annex C del DB SI es basa en la distància mínima equivalent a l'eix de l'armadura traccionada i en l'amplada mínima de l'ànima.

L'aplicació d'aquesta metodologia a la configuració assajada permet assignar-li una classificació de resistència al foc R 60, corresponent a una relació de dimensió mínima ( $b_{\min}$ ) respecte a la distància mínima equivalent a l'eix ( $a_m$ ) [mm], de 100/30 segons la taula C.3 de l'annex C del DB SI. La configuració d'assaig presenta una relació 131,6/30.

El gruix mínim de la capa de compressió superior associat a una resistència al foc R 60 i que permet assignar funcions de compartimentació és de 80 mm. El gruix a la proveta d'assaig és de 50 mm.

La configuració assajada no incorpora tauler OSB a la seva cara inferior.

Les classificacions obtingudes a partir dels resultats de l'assaig han estat REI 90 i RE 120, superiors als valors que s'obtenen de l'aplicació de la metodologia del DB SI. En conseqüència, la metodologia del DB SI és aplicable i els nervis d'acer que travessen el nervi de formigó no tenen incidència remarcable sobre la resistència al foc.

El tauler OSB/3 de 18 mm o 22 mm de gruix i  $600 \text{ kg/m}^3$  de densitat característica presenta una velocitat de carbonització de càlcul de  $0,82 \text{ mm/min}$ , obtinguda de l'aplicació de la fórmula 3.4 de l'apartat 3.4.2(9) de l'eurocodi 5, part 1-2 (UNE-EN 1995-1-2), prenent com a referència la velocitat de carbonització per a taulers derivats de la fusta diferents del contraxapat, de densitat característica de  $450 \text{ kg/m}^3$  i 20 mm de gruix ( $0,90 \text{ mm/min}$ ). Una velocitat de carbonització de  $0,82 \text{ mm/min}$  per a un tauler de 18 mm o de 22 mm de gruix proporciona un temps de protecció de 14 minuts i 18 minuts, respectivament, sempre que les fixacions del tauler mantinguin la integritat durant aquest temps.

### 9.3 Protecció enfront del soroll

#### 9.3.1 Aïllant acústic a soroll aeri

S'ha avaluat l'aïllament acústic a soroll aeri dels sostres i cobertes lleugeres construïdes amb el sistema SES™ mitjançant la determinació de l'índex global de reducció acústica, ponderat A ( $R_A$ ) amb l'aplicació de la llei de massa indicada a l'annex A del DB-HR.

#### 9.3.2 Aïllant acústic a soroll d'impacte

L'aïllament acústic a soroll d'impacte dels sostres i cobertes lleugeres construïdes amb el sistema SES™ s'expressa, per a cada obra en particular, mitjançant el nivell global de pressió de soroll d'impactes normalitzat,  $L_{n,w}$ , determinat amb l'aplicació de la llei de massa indicada a l'annex A del DB-HR, tal i com es recull a l'apartat 5.6.2.

#### 9.3.3 Absorció acústica

L'absorció acústica dels sostres i cobertes lleugeres construïdes amb el sistema SES™ s'expressa mitjançant el coeficient d'absorció acústica del revestiment inferior (tauler OSB) tabulat a la norma UNE-EN 13986 i que es recull a l'apartat 5.6.3.

L'absorció acústica del revestiment superior dels sostres dependrà del material utilitzat, que queda fora de l'abast del present DAU.

### 9.4 Estalvi d'energia i aïllament tèrmic

#### 9.4.1 Aïllament tèrmic

L'aïllament tèrmic dels sostres i cobertes lleugeres construïts amb el sistema SES™ no ha estat avaluat.

### 9.5 Aspectes de durabilitat

S'ha avaluat la durabilitat dels sostres i cobertes lleugeres construïts amb el sistema SES™ a partir de la durabilitat dels seus components: safata metàl·lica, formigó armat i tauler OSB.

De l'avaluació realitzada es deriven els aspectes que cal tenir en compte relacionats amb la durabilitat de la solució, que s'especifiquen a l'apartat 5.8 del present DAU.

## 10. Comissió d'Experts

Aquest DAU ha estat sotmès a la consideració d'una Comissió d'Experts, tal com s'indica en el *Reglament del DAU* i en la Instrucció de treball per a l'elaboració del DAU.

La Comissió d'Experts ha estat constituïda per representants de diferents organismes i institucions, que han estat seleccionats en funció dels seus coneixements, independència i imparcialitat per emetre una opinió tècnica respecte a l'àmbit cobert per aquest DAU.

AECCTI-Associació d'empreses de control de qualitat i control tècnic independents ha participat en la Comissió d'experts d'aquest DAU.

La relació general dels experts que han constituït les comissions d'experts dels DAU pot ser consultada a la pàgina web de l'ITeC, [itec.cat](http://itec.cat).

Els comentaris i observacions realitzats pels membres d'aquesta Comissió han estat incorporats en el text del present DAU.

## 11. Documents de referència

- UNE-EN 10346: 2015 Productes plans d'acer recoberts en continu per immersió en calent. Condicions tècniques de subministrament.
- Codi Tècnic de l'Edificació de 17 de març de 2006. Documents Bàsics del CTE: DB SE, DB SI y DB HR.
- Codi Estructural (Reial Decret 470/2021 pel qual s'aprova el Codi Estructural, reglamentació que regula les estructures de formigó, d'acer i mixtes de formigó-acer, i que substitueix l'anterior Instrucció de Formigó Estructural EHE-08 i la Instrucció d'Acer Estructural EAE).
- UNE-EN 1993-1-3: 2012 Eurocodi 3: Projecte d'estructures d'acer. Part 1-3: Regles generals. Regles addicionals per a perfils i xapes de parets primes conformades en fred.
- UNE-EN 13986: 2006+A1: 2015 Taulers derivats de la fusta per a utilització en la construcció. Característiques, avaluació de la conformitat i marcatge.
- UNE-EN 323: 1994 Taulers derivats de la fusta. Determinació de la densitat.
- UNE-EN 310: 1994 Taulers derivats de la fusta. Determinació del mòdul d'elasticitat en flexió i de la resistència a la flexió.
- UNE-EN 319: 1994 Taulers de partícules i taulers de fibres. Determinació de la resistència a la tracció perpendicular a les cares del tauler.
- UNE-EN 317: 1994 Taulers de partícules i taulers de fibres. Determinació de la inflor en gruix després d'immersió en aigua.
- UNE-EN 13501-1:2019 Classificació en funció del comportament enfront el foc de productes de construcció i elements per a l'edificació. Part 1: Classificació a partir de dades obtingudes en assaigs de reacció al foc.
- UNE-EN 12664: 2002 Materials de construcció. Determinació de la resistència tèrmica pel mètode de la placa calent desada i el mètode del mesurador del flux de calor. Productes secs i humits de baixa i mitjana resistència tèrmica.
- UNE-EN 10080: 2006 Acer per a l'armat del formigó. Acer soldable per a armadures de formigó armat. Generalitats.
- UNE-EN 1363-1: 2021 Assaigs de resistència al foc. Part 1: Requisits generals.
- UNE-EN 1365-2: 2016 Assaigs de resistència al foc per a elements portants. Part 2: Sostres i cobertes.
- Reglament Delegat (UE) 1291/2014, de 16 de juliol de 2014 sobre les condicions per a la classificació, sense assaigs, dels taulers derivats de la fusta coberts per la norma EN 13986 i els frisos i empostissats de fusta massissa coberts per la norma EN 14915 pel que respecta a la seva capacitat de protecció enfront dels incendis, quan s'utilitzen per cobrir parets i sostres.
- UNE-EN ISO 12944-2: 2018 Pintures i vernissos. Protecció d'estructures d'acer enfront la corrosió mitjançant sistemes de pintura protectors. Part 2: Classificació d'ambients.
- UNE-EN 1995-1-1: 2016 Eurocodi 5. Projecte d'estructures de fusta. Part 1-1: Regles generals i regles per a edificació.
- Decisió 2014/955/UE Decisió de la Comissió, de 18 de desembre de 2014, per la que es modifica la Decisió 2000/532/CE, sobre la llista de residus, de conformitat amb la Directiva 2008/98/CE.
- Decisió 2000/532/CE Decisió de Comissió, de 3 de maig de 2000, que substitueix a la Decisió 94/3/CE per la que s'estableix una llista de residus de conformitat amb la lletra a) de l'article 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consell relativa als residus i a la Decisió 94/904/CE del Consell per la que s'estableix una llista de residus perillosos en virtut de l'apartat 4 de l'article 1 de la Directiva 91/689 del Consell relativa als residus perillosos.
- Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.
- UNE-EN 1994-1-1: 2013 Eurocodi 4: Projecte d'estructures mixtes d'acer i formigó. Part 1-1: Regles generals i regles per a edificació.
- UNE-EN 1995-1-2: 2016 Eurocodi 5: Projecte d'estructures de fusta. Part 1-2: Regles generals. Projecte d'estructures sotmeses al foc.

## 12. Avaluació de l'adequació a l'ús

Vistes les següents evidències tècniques experimentals obtingudes durant l'elaboració del DAU 21/126 seguint els criteris definits en el *Procediment Particular d'Avaluació de DAU 21/126*, elaborat per l'ITeC:

- resultats dels assaigs i càlculs,
- informació obtinguda en les visites d'obra,
- control de producció en fàbrica,
- instruccions del muntatge i execució del sistema,
- criteris de projecte i execució del sistema,

i tenint en compte la metodologia prescrita pel *Reglament del DAU*, l'autorització i registre de l'ITeC per a la concessió del DAU\* i allò indicat a l'apartat 5.2 de l'article 5 del *Código Técnico de la Edificación*, relatiu a l'avaluació de productes i sistemes constructius innovadors, es considera que l'ITeC té evidències per a

declarar que el sistema SES™, executat a partir de les prelloses fabricades a la planta de producció de Sant Vicenç dels Horts, i construït d'acord amb les instruccions que consten en aquest DAU, és adequat per a la construcció de:

- sostres estructurals
- cobertes lleugeres

donat que dona resposta als requisits reglamentaris rellevants en matèria de resistència mecànica i estabilitat, seguretat en cas d'incendi, aïllament acústic i durabilitat.

En conseqüència, i una vegada sotmès aquest document a la consideració de la Comissió d'Experts i recollits els comentaris realitzats per la Comissió, l'ITeC atorga el DAU al producte fabricat per Joan Francesc Garcia Beltrán.

La validesa del DAU resta subjecta a les accions i condicions de seguiment que s'especifiquen en el capítol 13 i a les condicions d'ús del capítol 14.

(\*) L'ITeC és un organisme autoritzat per a la concessió del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) per a productes de construcció (edificació i enginyeria civil) i està inscrit en el Registre General del CTE: <https://www.codigotecnico.org/RegistroCTE/OrganismosAutorizados.html>.

**DAU** 21/126  
Document  
d'adequació a l'ús



El Director Tècnic de l'ITeC



## 13. Seguiment del DAU

El present DAU resta subjecte a les accions de seguiment que periòdicament dur a terme l'ITeC, d'acord amb allò establert en el *Reglament del DAU*. L'objecte d'aquest seguiment és comprovar que les característiques del producte i del sistema constructiu, així com les condicions de posada en obra i de fabricació, segueixen sent vàlides per als usos als que està destinat el sistema.

En cas que existeixin canvis rellevants que afectin a la validesa del DAU, aquests donaran lloc a una nova edició del DAU que anul·larà l'anterior (la nova edició prendrà el mateix codi del DAU que anul·la i una nova lletra d'edició).

Quan les modificacions siguin menors i no afectin a la validesa del DAU, aquestes es recolliran en una llista de modificacions, que s'incorporarà com a capítol 15 del DAU, a més, aquestes modificacions s'incorporaran al text del DAU.

L'usuari del DAU ha de consultar sempre la versió informàtica del DAU disponible en format pdf a la pàgina web de l'ITeC [itec.cat](http://itec.cat), assegurar-se de les possibles revisions del mateix que hagin pogut ocórrer durant la seva vigència. Aquest document és també accessible a través del codi QR que consta en el segell del DAU.

## 14. Condicions d'ús del DAU

La concessió del DAU no suposa que l'ITeC sigui responsable de:

- La possible presència o absència de patents, propietat intel·lectual o drets similars existents en el producte objecte del DAU o en altres productes, ni de drets que afectin a terceres parts o al compliment d'obligacions cap a aquestes terceres parts.
- El dret del titular del DAU per a fabricar, distribuir, instal·lar, o mantenir el producte objecte de DAU.
- Les obres reals o partides individuals on s'instal·li, s'usi i es mantingui el producte; tampoc és responsable de la seva naturalesa, disseny o execució.

Així mateix, el DAU mai podrà interpretar-se com una garantia, compromís o responsabilitat de l'ITeC respecte a la viabilitat comercial, patentabilitat, registrabilitat o novetat dels resultats derivats de l'elaboració del DAU. És, doncs, responsabilitat del titular del DAU la comprovació de la viabilitat, patentabilitat i registrabilitat del producte.

L'avaluació del DAU no suposa la conformitat del producte amb els requisits previstos per la normativa de seguretat i salut o de prevenció de riscos laborals, en relació amb la fabricació, distribució, instal·lació, ús i manteniment del producte. Per tant, l'ITeC no es responsabilitza de les pèrdues o danys personals que puguin produir-se degut a un incompliment de requisits propis de l'esmentat marc normatiu.



## 15. Llista de modificacions de la present edició

La versió informàtica del DAU recull, si les hagués, les actualitzacions, modificacions i correccions de l'edició C del DAU 21/126, indicant per a cadascuna d'elles la seva data d'incorporació a la mateixa, d'acord amb el format de la taula següent. Els canvis recollits a la taula s'incorporen també al text del DAU, que es troba disponible a la pàgina web de l'institut, [itec.cat](http://itec.cat).

L'usuari del DAU ha de consultar sempre aquesta versió informàtica del DAU per així assegurar-se de les possibles revisions del mateix que hagin pogut ocórrer durant la seva vigència.

Número	Pàgina i capítol	On deia...	Diu...



**Institut de  
Tecnologia de la Construcció  
de Catalunya**

Wellington 19  
ES08018 Barcelona  
T +34 933 09 34 04  
qualprod@itec.cat  
itec.es

