



SES Steel Embed System – Forjado preindustrializado

Joan Francesc García Beltrán

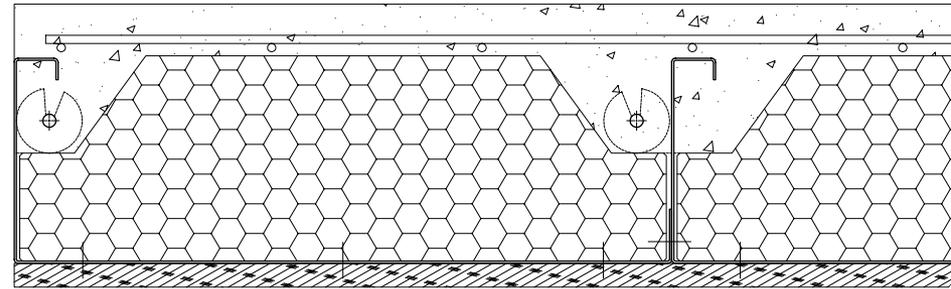
26 de mayo de 2022

El sistema constituye una solución de forjado de altísima calidad y extremadamente ligero tanto en su versión mixta como en seco.

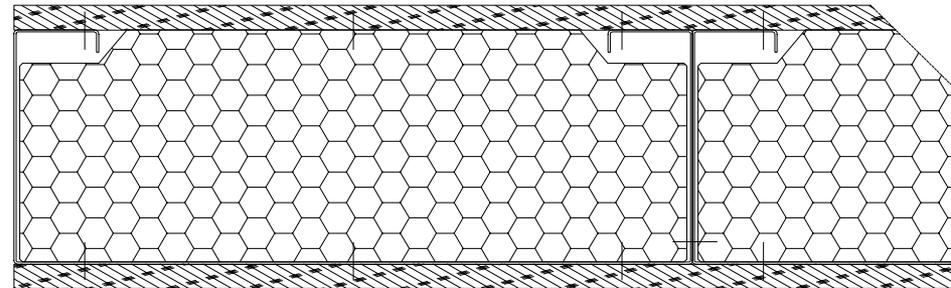
Combina inteligentemente el diseño del OSB, la chapa de acero, el EPS y el hormigón para maximizar sus prestaciones.

De geometría inteligente, reduce a la mínima expresión el material bajo la forma de un forjado plano o inclinado de instalación ultrarrápida.

SES mixto



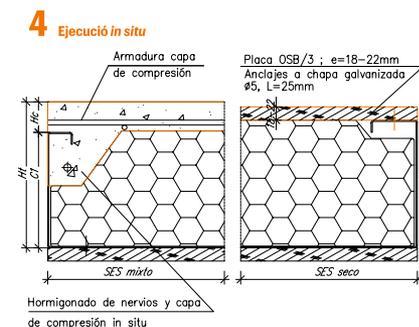
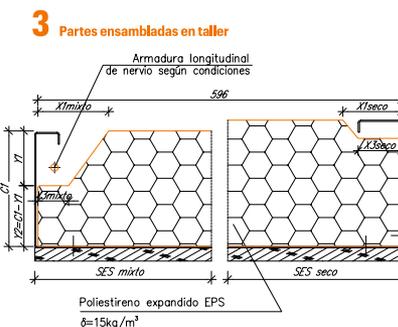
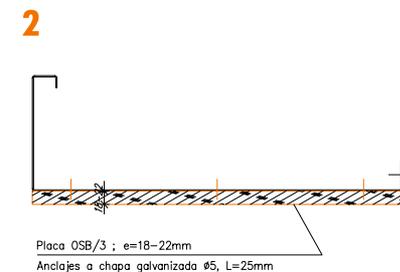
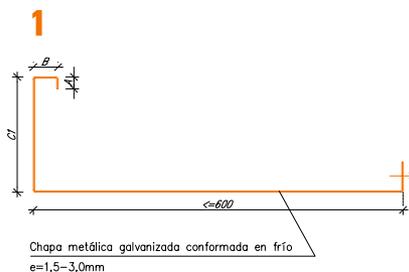
SES seco



El forjado se construye mediante chapas metálicas galvanizadas conformadas en frío en forma de bandeja, ensamblando las unas con las otras. La chapa interior se protege inferiormente con una placa de madera tipo OSB/3 que facilita el transporte, el montaje, mejora el comportamiento a incendio y constituye un acabado liso y limpio en obra. En el seno de las bandejas se incorpora en taller un casetón de EPS con la finalidad de aligerar el forjado.

En el caso del sistema mixto, el armado longitudinal de los nervios se puede incorporar tanto en taller como en obra. El forjado se completa *insitu* con un mallazo superior el hormigón de la capa de compresión.

En el tipo seco la placa ya dispone de otro tablero OSB/3 en la cara superior, de forma que se instala directamente sobre la estructura portante mediante fijaciones mecánicas.



Remontas

El SES permite garantizar la ejecución segura de remontas allí donde la estructura vertical ya está muy solicitada.

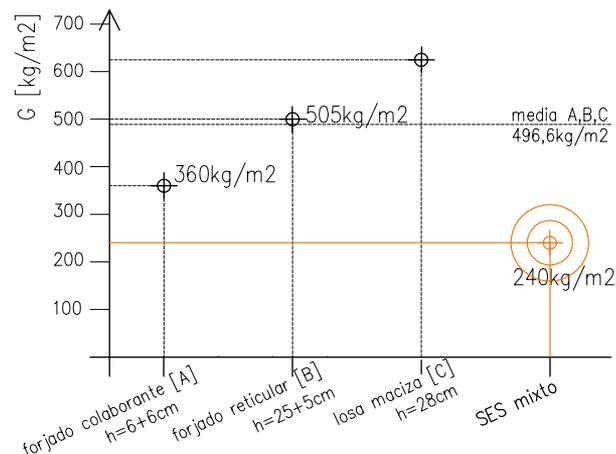
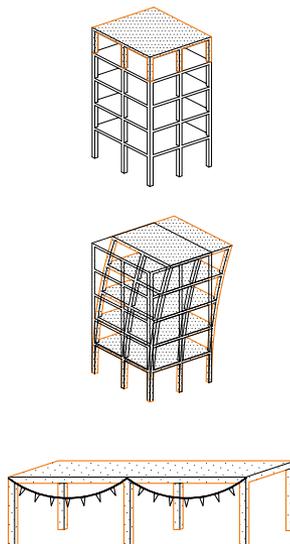
Zonas sísmicas

Reducir a la mínima expresión el peso propio reduce los daños ocasionados por sismo.

Construcciones provisionales

El sistema en su tipo seco, junto con una estructura metálica atornillada se convierte en un sistema estructural 100% reutilizable.

El sistema resulta hasta un 33% más ligero que la solución equivalente de forjado colaborante y hasta un 50% más ligero que el forjado reticular equivalente.



El sistema SES resulta extremadamente ligero, especialmente si lo comparamos con las soluciones estructurales más utilizadas del mercado.

* Los datos que se presentan, así como los cantos de forjados se corresponden a luces de $L < 6,9m$, $G2 = 200kg/m^2$ y $Q = 300kg/m^2$

El SES permite cubrir luces de hasta 7m con sobrecargas estáticas de 580kg/m² sin apuntalar, ideal para usos públicos, residenciales y aparcamiento.

Para grandes luces de hasta 11,5m pueden alcanzarse sobrecargas de uso residencial con apuntalamiento en fase de montaje con cantos de forjado muy atractivos.

* Longitud de vano *

SES mixto : SOBRECARGAS ESTÁTICAS CARACTERÍSTICAS [kg/m = daN²/m²]

| Ht[cm] | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 33 | 36 | 40 | |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| t_bf[mm] | 2.0_40 | 2.0_40 | 2.5_50 | 2.5_50 | 2.5_50 | 2.5_50 | 3.0_60 | 3.0_60 | 3.0_70 | |
| Cl+Hc[cm] | 15+5 | 17+5 | 19+5 | 21+5 | 23+5 | 25+5 | 28+5 | 30+6 | 33+7 | |
| Longitud de vano [m] | 3.0 | 1150 | 1790 | 2010 | 3140 | 3495 | 3570 | 5155 | 5595 | 6270 |
| | 3.5 | 1075 | 1490 | 1675 | 2600 | 2885 | 2915 | 4570 | 4605 | 5150 |
| | 4.0 | 1105 | 525 | 1430 | 2220 | 2470 | 2525 | 3605 | 3910 | 4380 |
| | 4.5 | 960 | 1105 | 810 | 1455 | 2140 | 2195 | 3125 | 3390 | 3800 |
| | 5.0 | 850 | 980 | 1100 | 435 | 950 | 1560 | 2175 | 2990 | 3350 |
| | 5.5 | 705 | 875 | 980 | 1520 | 1695 | 625 | 1915 | 2565 | 2990 |
| | 6.0 | 675 | 670 | 885 | 1290 | 1530 | 1565 | 1025 | 1450 | 2360 |
| | 6.5 | 330 | 475 | 740 | 950 | 1190 | 1395 | 2005 | 655 | 1335 |
| | 7.0 | | 325 | 535 | 700 | 890 | 1055 | 1535 | 1975 | 580 |
| | 7.5 | | | 380 | 515 | 665 | 800 | 1185 | 1450 | 2055 |
| | 8.0 | | | 265 | 370 | 495 | 600 | 920 | 1200 | 1600 |
| | 8.5 | | | | 370 | 360 | 450 | 710 | 940 | 1285 |
| | 9.0 | | | | | 255 | 330 | 545 | 735 | 1020 |
| | 9.5 | | | | | | 235 | 415 | 570 | 805 |
| 10.0 | | | | | | | 305 | 435 | 630 | |
| 10.5 | | | | | | | | 315 | 490 | |
| 11.0 | | | | | | | | 235 | 375 | |
| 11.5 | | | | | | | | | 280 | |

*Se requiere apuntalar en centro de vano

*Solicite tablas de comportamiento para SES seco

Maximiza prestaciones en un único sistema

- Alto rendimiento estructural,
- Protección frente a incendio acreditada RE-120' + REI-90'
- Acabado visto limpio y pulido desde su puesta en obra.

DAU /126 creditado según el ITEC,
organismo autorizado BOE 94, 19 abril 2002.

El documento puede consultarse
siguiendo el código QR:



Incluso la versión mixta del sistema proporciona un ahorro de hasta un 20% en emisiones de fabricación respecto otras soluciones constructivas usuales.

La huella de carbono equivalente para la fabricación del tipo mixto se establece en 95kg CO₂/m².

El ahorro de CO₂ durante la fabricación del sistema SES equivale a haber plantado 3100 árboles en un año por cada edificio de 2.500m² construido.

El SES permite amortizar costes indirectos de ejecución gracias a su implementación ultrarrápida y mínima manipulación en obra.

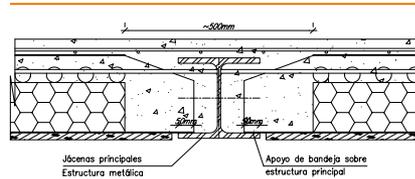
Hasta 10 veces más superficie cubierta por día respecto a la solución equivalente de forjado reticular.

El SES tipo seco permite cubrir hasta 133m² por día.

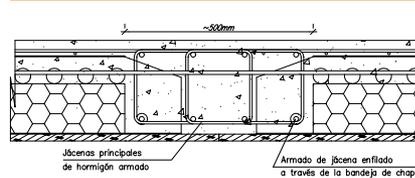
Las placas son instaladas fácilmente sobre todo tipo de estructuras tanto nuevas como preexistentes, pórticos metálicos, estructuras de hormigón o paredes de obra de carga.

El sistema no requiere de anclaje a la estructura principal puesto que se comportarán solidarias una vez se haya hormigonado la capa superior para la tipología mixta o una vez se haya implementado la placa superior OSB/3 en el tipo seco.

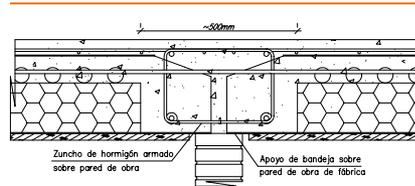
Las placas funcionan longitudinalmente, ajustándose el ancho para encajar perfectamente con la estructura.



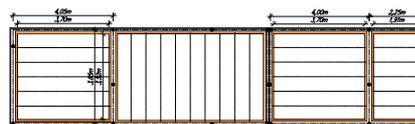
Sobre estructura metálica



Sobre estructura de hormigón



Sobre estructura de ladrillo

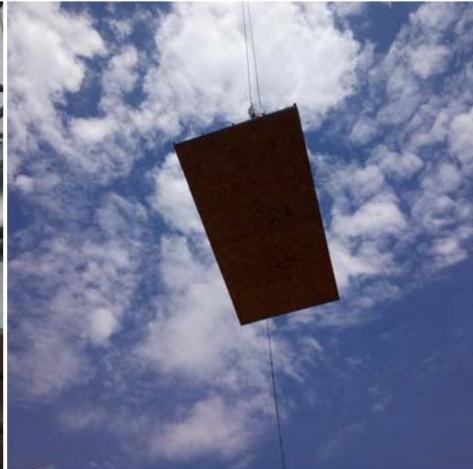
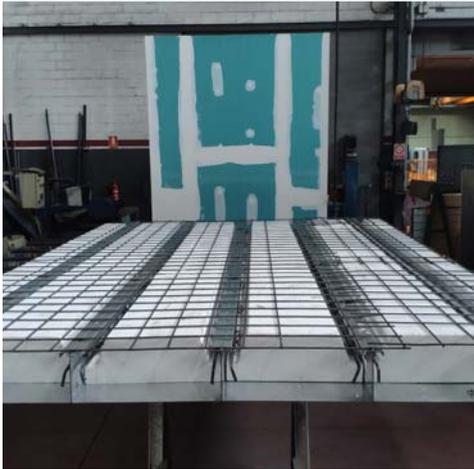


Ejemplo de disposición de placas en una planta de estructura metálica

| | |
|--------------------|---|
| Componentes | Placa OSB/3 Chapa de acero galvanizada conformada en frío Poliestireno expandido EPS Hormigón en el tipo mixto / placa OSB/3 en el tipo seco |
| Peso | ~240kg/m ² para luces de 7metros y sobrecargas de vivienda |
| Rendimiento | 580 dan/m ² sobrecarga estática característica para 7metros de luz |
| Incendio | REI-90' + RE-120' |
| Emisiones | ~95kg CO ₂ /m ² |
| PEM | ~145€/m ² |
| Ejecución | ~130m ² /día |



«Lo más complejo es alcanzar lo sencillo»



ENSAYOS DE LABORATORIO - RASANTE - INCENDIO

Ensayo cizalla fuerza-desplazamiento entre
La chapa de acero galvanizada y nervios de hormigón

Comparativa de rotura a rasante chapa-hormigón con el
rozamiento del material (imagen 1), frente a la colaboración del
hormigón a través de los alveolos (imagen 2) .



Imagen 1. Detalle muestra chapa lisa previo a hormigonado.

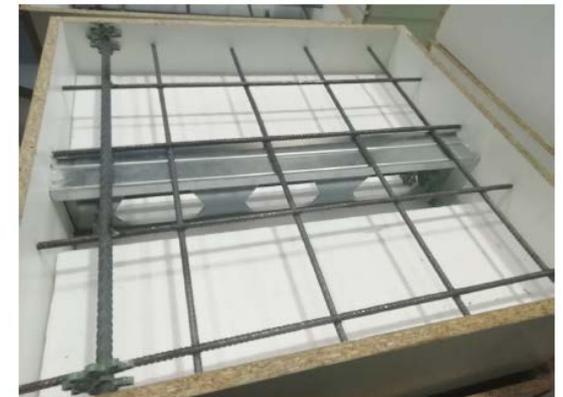


Imagen 2. Detalle muestra chapa alveolar previo a hormigonado.

ENSAYOS DE LABORATORIO - RASANTE - INCENDIO

Modo de fallo durante ensayo a cizalla en la chapa lisa (imagen 9)
y modo de fallo en chapa con alveolos (imagen 19)



Imagen 9. Modo fallo durante ensayo cizalla para muestra chapa lisa 4.



Imagen 19. Estado final parte trasera muestra chapa alveolar posterior a ensayo cizalla.

ENSAYOS DE LABORATORIO - RASANTE - INCENDIO

Modo de fallo durante ensayo a cizalla en la chapa lisa (imagen 9)
y modo de fallo en chapa con alveolos (imagen 19)



Imagen 9. Modo fallo durante ensayo cizalla para muestra chapa lisa 4.

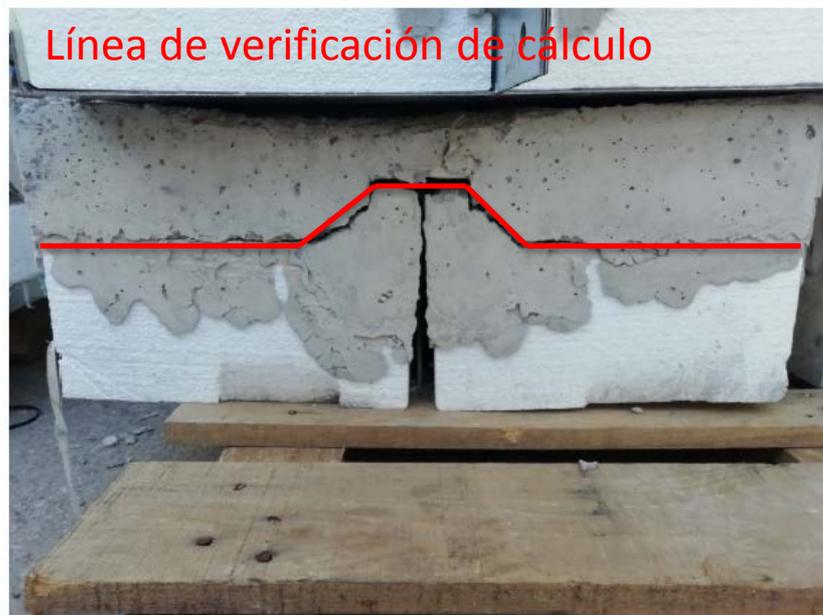


Imagen 19. Estado final parte trasera muestra chapa alveolar posterior a ensayo cizalla.

ENSAYOS DE LABORATORIO - RASANTE - INCENDIO

Comportamiento frente a incendio del SES mixto reproduciendo calidades de ejecución de obra + 500kg/m² de sobrecarga estática característica.
El forjado se ensaya sin el panel inferior de OSB/3 para testar únicamente el comportamiento acero-hormigón. (detalle 2)



DETALLE 2

ENSAYOS DE LABORATORIO - RASANTE - INCENDIO

El incendio es simulado en laboratorio bajo condiciones de acuerdo a las normas europeas alcanzando los valores de REI (R=stability, E= flame gas resistance, I=thermal insulation) como se detallan a continuación.

| | Minuto de fallo | Razón |
|----------------------------|-----------------|---|
| Integridad | 136 | Por razones de seguridad se retira la carga en el minuto 136. |
| Aislamiento térmico | 92 | El criterio de aislamiento falla cuando la temperatura media del área 1 registra un incremento superior a 140°C por encima de la temperatura media inicial. |
| Capacidad portante | 136 | Por razones de seguridad se retira la carga en el minuto 136. |

ENSAYOS DE LABORATORIO - RASANTE - INCENDIO

Vista del horno en el momento de dar comienzo el ensayo (fotografía 6)

y finalización de la misma en el minuto 136 (fotografía 10)

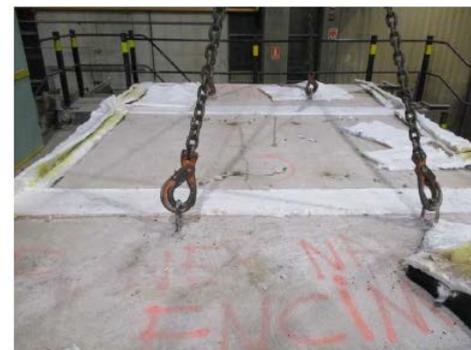
Aspecto de cara superior e inferior del forjado tras finalizar el ensayo (fotografías 12-13)



FOTOGRAFÍA nº 6: Vista del exterior del horno antes del ensayo.



FOTOGRAFÍA nº 10: Vista del exterior del horno en el minuto 136 del ensayo.

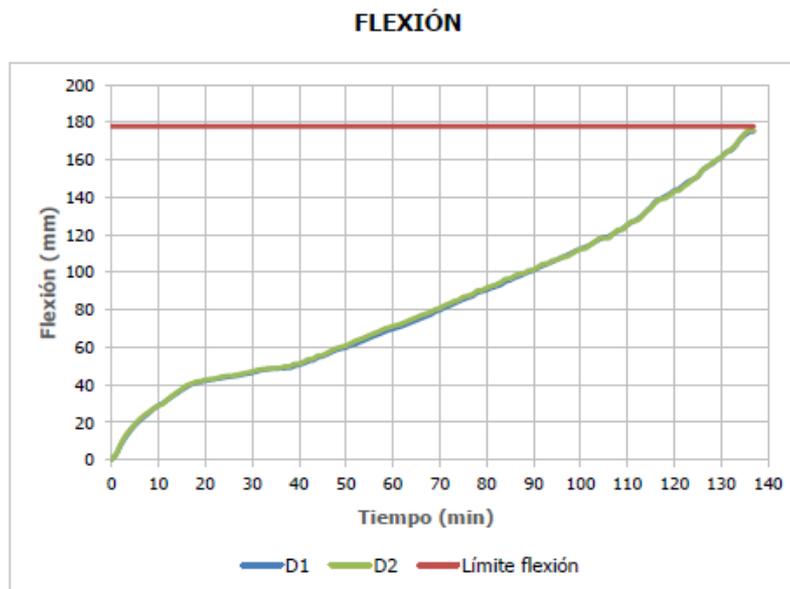


FOTOGRAFÍAS nº 12, 13: Cara no expuesta y expuesta de la muestra, respectivamente, después de finalizar el ensayo.

ENSAYOS DE LABORATORIO - RASANTE - INCENDIO

La velocidad de deformación frente a la acción del fuego determinó la resistencia límite del forjado en el minuto 136 (figura 11).

Obteniendo una calificación final de **REI-90 + RE-120**



ACREDITACIÓN

Las características del forjado, ensayos de laboratorio, calidades empleadas, orden de ejecución, resistencia a solicitudes, etc. Quedan recogidas en el documento de adecuación al uso que sigue.



RUEGOS Y PREGUNTAS

El equipo **SES** y **JFGCONSULTORS**
está a vuestra disposición:

info@ses.systems
www.SES.systems