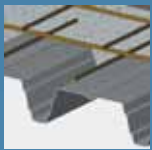


Arval



ArcelorMittal

Guía de sistemas de forjados Arval



COFRASOL



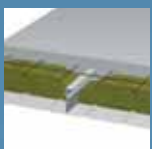
COFRAPLUS



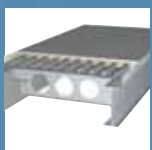
COFRASTRA



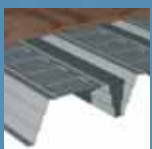
COFRASTRA DÉCIBEL



COFRADAL 200



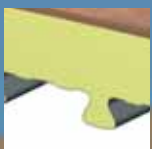
GLOBALFLOOR



SUPPORTSOL



SUPPORTSOL DÉCIBEL



COFRATHERM



transforming
tomorrow

Arval

oferta de sistemas Arval Floor®

Familias	Denominación	Sistemas	
Forjados sobre elementos autoportantes	COFRASOL®	Cofrasol 46 Cofrasol 60 Cofrasol 68	
Forjados mixtos Forjados mixtos con nervios abiertos	COFRAPLUS®	Cofraplus 60 Cofraplus 76	
Forjados mixtos con alta capacidad de unión	COFRASTRA®	Cofrastra 40 Cofrastra 70	
Forjados mixtos multifunción	COFRASTRA DECIBEL®	Cofrastra Decibel 40 Cofrastra Decibel 70	
Forjados prefabricados	COFRADAL®	Cofradal 200	
	COFRADAL DECIBEL®	Cofradal 200 Decibel	
Forjados secos	SUPPORTSOL®	Supportsol 46 Supportsol 60 Supportsol 68 Supportsol 118	
	COFRATHERM®	Cofratherm	
	SUPPORTSOL DECIBEL®	Supportsol Decibel	

Los sistemas de forjados Arval® están protegidos por patentes y marcas registradas.

introducción

Arval le presenta su gama de sistemas de forjados para la construcción. Esta gama es la más completa del mercado y consiste en sistemas bien establecidos así como soluciones innovadoras que reflejan los progresos más recientes en normativa, diseño e instalación.

Arval se beneficia de los más de 30 años de experiencia en la realización de miles de proyectos internacionales en todos los tipos de edificaciones – tanto de nueva construcción como rehabilitaciones. Más importante aún, en cualquier parte del mundo tendrá a Arval a su lado desde la fase de ingeniería y diseño del proyecto hasta la fase de ejecución, con equipos de profesionales que analizarán su proyecto, propondrán las mejores soluciones adaptadas a sus necesidades y le proporcionarán asistencia técnica continuada para los cálculos de diseño y los planos de disposición, a lo largo de todo el trabajo inicial de edificación.

índice

CONSTRUCCIÓN

Las ventajas destacadas de los sistemas de forjados Arval	6
Función del encofrado y rapidez de ejecución ..	6
Cara inferior acabada y sellada	6
Un suelo que proporciona seguridad al lugar de trabajo	7
Ahorro general	7
Comportamiento ante el fuego	7

Oferta de sistemas de forjados Arval	8
--	---

Forjados sobre elementos autoportantes	
Cofrasol	9

Forjados mixtos	10
Cofraplus	11
Cofrastra	12
Cofrastra Decibel	13

Forjados prefabricados	14
Cofradal 200	14
Cofradal 200 Decibel	15

Forjados secos	16
Supportsol	16
Supportsol Decibel	17
Cofratherm	17

Las ventajas decisivas del sistema de forjados Arval	18
--	----

Proyectos de referencia	20
Rehabilitación	21
Aparcamientos elevados	22
Aparcamientos subterráneos	24
Edificios de oficinas	26
Edificios de actividades y centros comerciales ..	28
Viviendas unifamiliares y colectivas	30
Edificios no residenciales: centros sanitarios, escuelas, infraestructuras... ..	31

Desarrollo sostenible	32
-----------------------------	----

¿Cómo elegir el sistema más adecuado?	34
---	----

DISEÑO

Estructuras de sistemas de forjados Arval	38
---	----

Características de los sistemas de forjados Arval	39
---	----

Conformidad de los sistemas de forjados Arval con las normativas	42
--	----

Criterios de diseño	44
Grosor del forjado	44
Deflexión	45
Frecuencia propia	45
Refuerzo	46
Estructuras de sustentación	48
Métodos de colocación	49
Viguería de acero	50
Estructuras de hormigón	52
Huecos en el suelo	53

Comportamiento ante el fuego ...	54
----------------------------------	----

Comportamiento acústico	56
-------------------------------	----

Aislamiento térmico	58
---------------------------	----

Uso en zonas sísmicas	60
-----------------------------	----

Ejemplos de diseño	61
--------------------------	----

CÁLCULO

Software Cofra.....	66
Software globalFloor.....	68

EJECUCIÓN

Secuencias de ejecución	72
Los diez mandamientos del operario	74
Manejo y almacenamiento	75
Técnicas de fijación de tableros ..	76
Cofrastra 40.....	77
Cofrastra 70.....	77
Tableros de nervios abiertos: Cofraplus, Cofrasol.....	77
Colocación de tableros de forjado	78
Tableros de forjado de perfil normalizado	78
Cambio de dirección del tablero	78
Tableros de forjado sobre soportes intermedios	79
Terminación de los tableros.....	80
Colocación de rebajes sobre vigas de hormigón armado.....	81
Posición de la viga maestra	82
Colocación de puntales	84
Apoyo sobre mampostería.....	85
Voladizo	86
Piezas de contorno y huecos.....	87
Viga mixta – Conectores.....	88
Colocación de Cofradal 200	89

Arval

Construcción



Sport City Tower, Doha (Qatar)

ARQUITECTO: Concept Architect
Hadi Simaan, Florida (EE.UU.)

ESTRUCTURA: Arup, Londres (Reino Unido)

las ventajas destacadas de los sistemas de forjados Arval



Función del encofrado y rapidez de ejecución

Los sistemas de forjados Arval sirven como encofrado autoportante, resisten las cargas de construcción y el peso del hormigón, son sencillos y rápidos de colocar, y su facilidad de corte y rapidez de entrecruzado de los nervios contribuyen a aumentar la productividad a pie de obra.

Cara inferior acabada y sellada

La cara inferior de los sistemas de forjados Arval, una vez colocados, presenta un aspecto acabado, liso y sellado tal que se puede dejar sin cubrir.

Se puede elegir entre dos tipos de acabado:

- Cara inferior galvanizada: ideal para pisos intermedios en edificios ventilados y terrazas.
- Cara inferior prerrecubierta: la capa de prelacado mejora la resistencia a la corrosión, impide la formación de la pátina en la superficie galvanizada y da a la cara inferior un aspecto decorativo. Se recomienda este tipo de acabado en edificaciones donde el cielo raso está expuesto haciendo las veces de techo y en aparcamientos, donde proporciona luz y seguridad.

Un suelo que proporciona seguridad al lugar de trabajo

La colocación de sistemas de forjados Arval crea una plataforma de trabajo continua que permite a los trabajadores de la obra caminar inmediatamente por varios niveles completos de la construcción.

Se puede caminar por el suelo con seguridad una vez que haya sido fijado a los soportes.

Ahorro general

La instalación de sistemas industriales prefabricados industrialmente utilizando una tecnología experta y su reconocida rapidez de colocación permite obtener un importante ahorro en costes de construcción, en comparación con el piso de hormigón armado. Los huecos entre nervios reducen el consumo de hormigón en hasta 100 kg/m².

El ahorro en refuerzos puede alcanzar los 6 kg/m² en comparación con una losa de hormigón en masa. La ligereza de los sistemas de forjados Arval permite ahorrar en estructuras (una o dos secciones de vigas) y en cimentación, y también facilita la rehabilitación, modificación o ampliación de edificios.

Comportamiento ante el fuego

Todas nuestras soluciones ofrecen una respuesta cortafuegos de hasta 3 horas. Recientes ensayos de piroresistencia realizadas a escala 1 en el CNPP (Centro Nacional de Protección y Prevención) de Vernon, demostraron un rendimiento excepcional sin derrumbe utilizando las soluciones en acero de Arval.



oferta del sistema de forjados Arval

Arval se beneficia de su reconocida experiencia en el diseño y fabricación de sistemas de forjados para la construcción de edificios y ofrece la gama más completa existente en el mercado.

Nuestra empresa tiene la ventaja de tres décadas de experiencia en este campo, con unos conocimientos tecnológicos que se manifiestan no solamente en el rendimiento técnico y económico de sus sistemas de forjados, sino también en la calidad y fiabilidad de los servicios ofrecidos a nuestros clientes. Hemos realizado muchos proyectos internacionales.

Una gama de soluciones adaptada a los suelos

Los sistemas de forjados Arval están hechos de tablero galvanizado o tablero prerrecubierto galvanizado.

Estos perfiles, cuidadosamente combinados con materiales como hormigón, aislamientos térmicos y acústicos, yeso y madera, forman avanzados sistemas de construcción destinados a todo tipo de estructuras, donde su eficacia y fiabilidad están demostradas.

Los sistemas de forjados Arval se utilizan en todas las estructuras de vigas metálicas y paredes de apoyo:

- acero,
- hormigón armado o pretensado,
- muros de carga de mampostería,
- madera.

La extensa gama de soluciones de forjados Arval responde a todas sus necesidades

Existen en el mercado cuatro familias de forjados Arval, según las exigencias y uso final del edificio:

- forjados sobre encofrado permanente autoportante: Cofrasol

- forjados mixtos: Cofraplus y Cofrastra
- forjados prefabricados: Cofradal
- forjados secos: Supportsol, Cofratherm y Supportsol Decibel.

Todos los forjados Arval son objeto de una hoja de especificaciones en la que se indican los vanos, cargas y

- campo de aplicación
- definición de normativas
- características técnicas
- estipulaciones adicionales.

Estas losas se combinan con las viguetas del piso facilitando la construcción de suelos con 14-18 m de luz para edificios de oficinas: globalFloor.

Cada sistema de construcción de suelos tiene en cuenta las exigencias relativas al desarrollo sostenible. Son fáciles de utilizar y respetuosos con el medio ambiente.

Arval desempeña un papel activo en la construcción sostenible, utilizando soluciones en acero que garantizan la seguridad y el confort a los usuarios y a los trabajadores de la construcción.

FORJADOS SOBRE ELEMENTOS AUTOPORTANTES

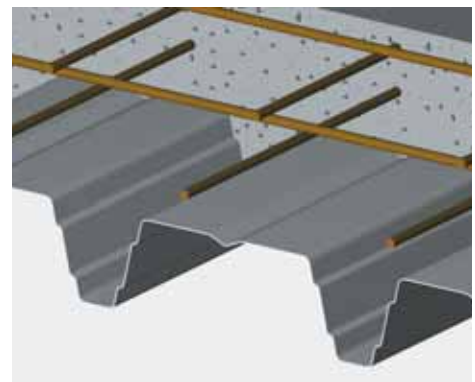
cofrasol

Los forjados Cofrasol están hechos de chapas de acero y se utilizan para formar un encofrado para echar el hormigón armado.

Para losas colocadas sobre encofrado permanente autoportante, la chapa es sometida a esfuerzo solamente durante la fase de construcción.

El forjado recibe el hormigón vertido y soporta su peso hasta que el hormigón fragua. Luego, las cargas aplicadas son soportadas exclusivamente por la losa de hormigón armado, que está, por lo tanto, diseñada para esta función.

La chapa de acero es autoportante y ya no es tenido en cuenta para la resistencia final del suelo.



Los forjados Cofrasol están disponibles en una gama de cuatro perfiles: Cofrasol 40, Cofrasol 54 y Cofrasol 68, según el vano deseado.

Esta gama cubre muchos campos de aplicación, como aparcamientos, oficinas y proyectos de rehabilitación.

OFERTA DEL SISTEMA

FORJADOS MIXTOS

Los sistemas de forjados mixtos combinan las características ventajosas del acero y del hormigón. El acero es un excelente material para trabajar bajo tracción y el hormigón es un excelente material para trabajar bajo esfuerzos de compresión.

Si la chapa de acero está hecha con relieves, estos convierten a la losa de hormigón y a las chapas de acero en interdependientes, por lo que actúan juntos para producir la resistencia mixta del suelo. Nos estamos refiriendo, por lo tanto, a losas o forjados mixtos.

Un forjado mixto se diseña en dos fases diferentes: la fase de montaje y vertido de hormigón, y la luego la fase mixta. Durante la fase de montaje y vertido de hormigón, la chapa se usa como encofrado autoportante, proporcionando una superficie de trabajo.

En la fase mixta, la chapa es combinada estructuralmente con hormigón endurecido (acción mixta), sustituyendo completa o parcialmente al refuerzo de la losa a la tracción.

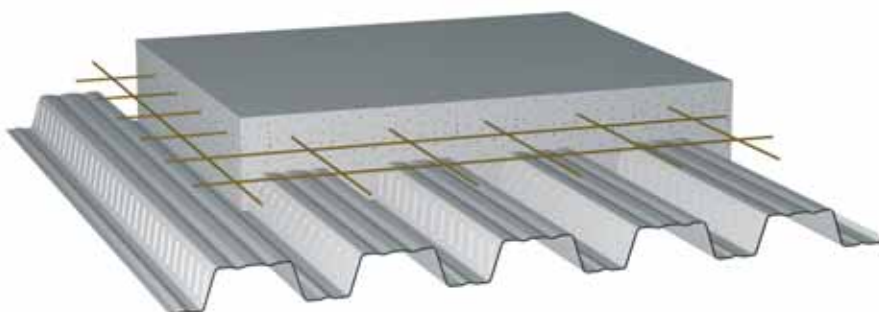
Las chapas de forjado mixto se utilizan para la construcción de pisos en diferentes sectores, como oficinas, viviendas, edificios industriales, aparcamientos, hospitales y edificios de escuelas, ya sea como nuevas construcciones o rehabilitaciones.



Fabricación de un tablero de forjado mixto

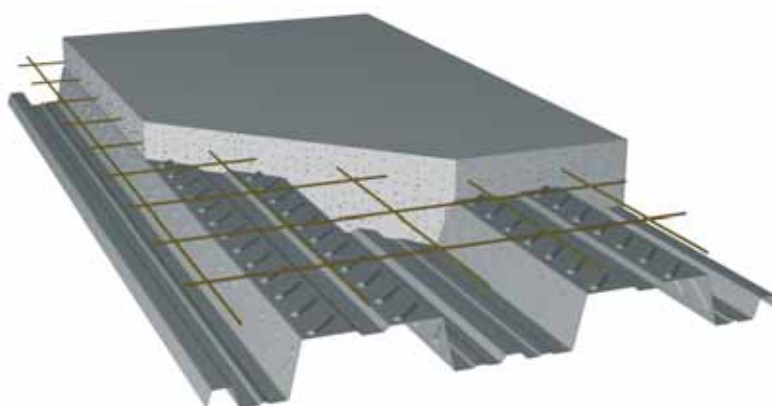
Chapas de forjado mixto de nervios abiertos: **cofrapplus**

Están formados por dos tableros trapezoidales de nervios abiertos, encajables uno en otro, con relieves para facilitar el almacenamiento y transporte. Cofrapplus es la mejor solución para la mayoría de usos en los que existen vanos de hasta 4,5 m.



cofrapplus 60

Cofraplus 60 garantiza un transporte económico y una rápida colocación. La chapa se puede fabricar con acero desde 0,7 mm de espesor y está diseñado para vanos medios (hasta 3,60 m) sin puntales sobre dos tramos continuos y grosores de losa de 6 a 28 cm.



cofrapplus 76

Cofraplus 76 se beneficia de las ventajas de la gama Cofraplus y lleva su rendimiento más allá:

- Supera vanos sin apuntalar en la fase de construcción de hasta 3,25 m con un espesor de 0,80 mm sobre dos tramos continuos.
- Con una carga aplicada equivalente, supera vanos mayores en la fase mixta y se puede colocar con losas de grosores entre 6 y 25 cm.

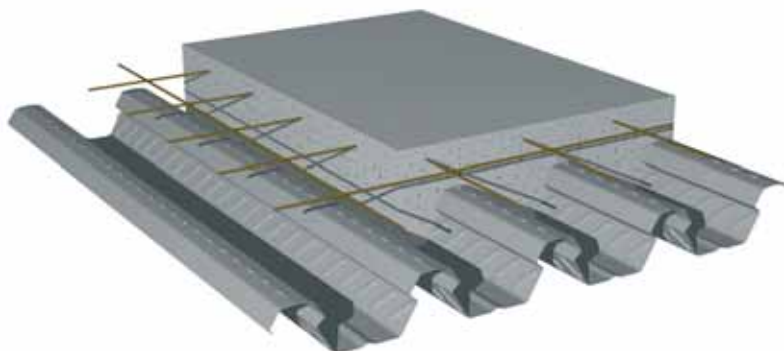
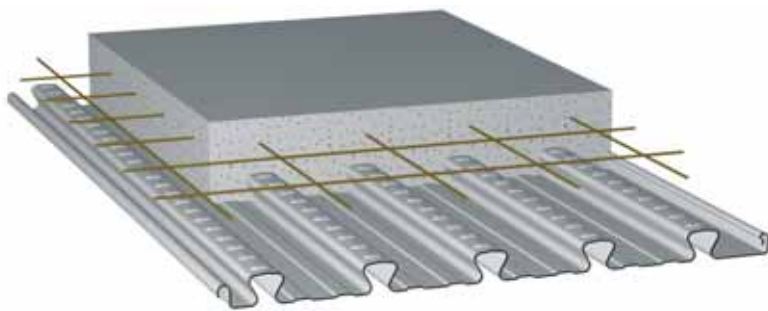
OFERTA DEL SISTEMA

Chapas de forjado mixto de nervios reentrantes: **cofrastra**

La familia Cofrastra consiste en dos chapas de nervios reentrantes rasurados para unir fuerte e integralmente acero y hormigón: Cofrastra 40 y Cofrastra 70.

Los nervios reentrantes con forma de cola de milano:

- pueden proporcionar líneas de anclaje para techos suspendidos y redes técnicas, utilizando grapas Cofrafix que se sujetan a mano en obra,
- crean una unión muy fuerte con el hormigón. Cofrastra puede soportar cargas dinámicas considerables y alcanzar vanos de hasta 7 m.



cofrastra 40

- se utiliza para colocar suelos muy delgados (8 cm) o gruesos (20 cm), ya que cubre prácticamente toda el área de construcción con cargas ligeras y pesadas,
- techos fáciles de sujetar mediante grapas especiales embutidas en los nervios cerrados,
- tiene la ventaja de una gran resistencia al fuego gracias a sus nervios estrechos.

cofrastra 70

- especialmente adecuado para vanos medios sin apuntalar,
- se puede utilizar con losas de 11 a 30 cm de grosor y pueden soportar cargas muy pesadas,
- apropiado para aligerar estructuras con cargas muertas pesadas,
- permite la suspensión de techos mediante grapas especiales embutidas en los nervios cerrados.

Forjados mixtos multifunción: cofrastra decibel

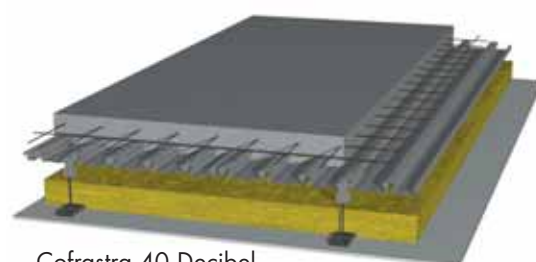
Cofrastra Decibel es un forjado multifunción que combina las mejores características de sus principales componentes.

Las chapas Cofrastra 40 o Cofrastra 70 y el hormigón echado en obra forman una losa mixta reforzada.

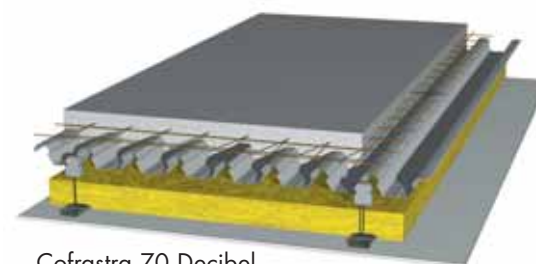
La parte inferior consiste en un techo suspendido hecho de Pladur y lana de vidrio, que se utiliza como material de aislamiento acústico. La presencia de la lana de vidrio en el espacio interior proporciona al suelo el aislamiento térmico deseado, mientras que el Pladur proporciona estabilidad ignífuga, cuando se necesita, a la losa y las vigas.

Cofrastra Decibel ofrece una avanzada solución de construcción global para tabiques de suelo en oficinas y edificios de viviendas.

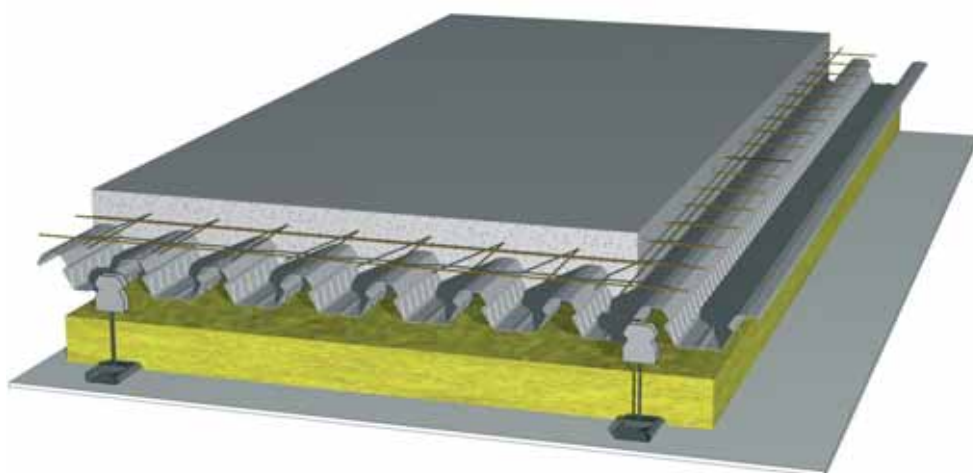
Cofrastra Decibel se adapta fácilmente a las exigencias de las normativas sobre aislamiento térmico y acústico y sobre seguridad ignífuga.



Cofrastra 40 Decibel

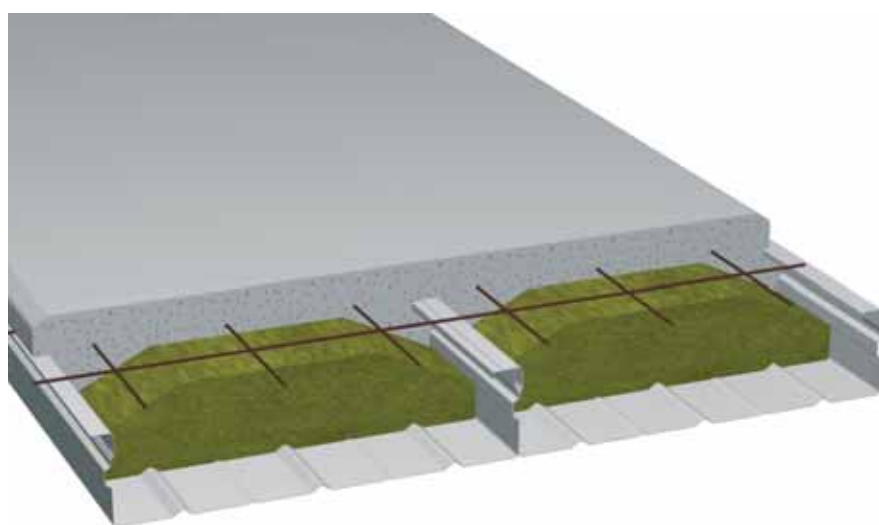


Cofrastra 70 Decibel



OFERTA DEL SISTEMA

■ FORJADOS PREFABRICADOS



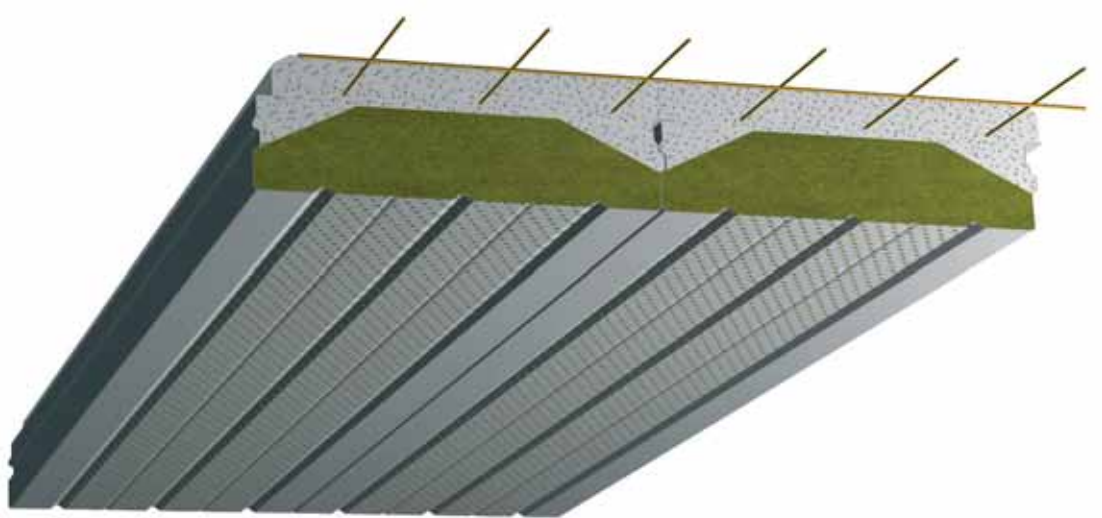
cofradal 200

Cofradal 200 es un sistema de forjado prefabricado en fábrica en elementos de 1,20 m de ancho y longitudes de hasta 7 m. Incorpora una bandeja específica, material de aislamiento térmico y acústico, una tela metálica y una losa de hormigón.

Cofradal 200 se puede suministrar sin la capa de revestimiento de hormigón, que se añadirá luego en obra. La cara inferior es galvanizada o prerrecubierta y tiene una superficie plana y lisa. Con un peso muerto de 200 kg/m², este sistema de forjado ultraligero permite obtener un ahorro considerable en el peso de acero de la estructura.

Es también la solución ideal para una colocación rápida sin apuntalar, pues prescinde del hormigonado de la losa en obra. Cofradal cubre un vano sin apuntalar de 7 m. Existe una versión Cofradal 200 PAC lista para hormigonar en obra (versión transportable a mano, en elementos de 600 mm). Esta versión es especialmente adecuada para el mercado de la rehabilitación.





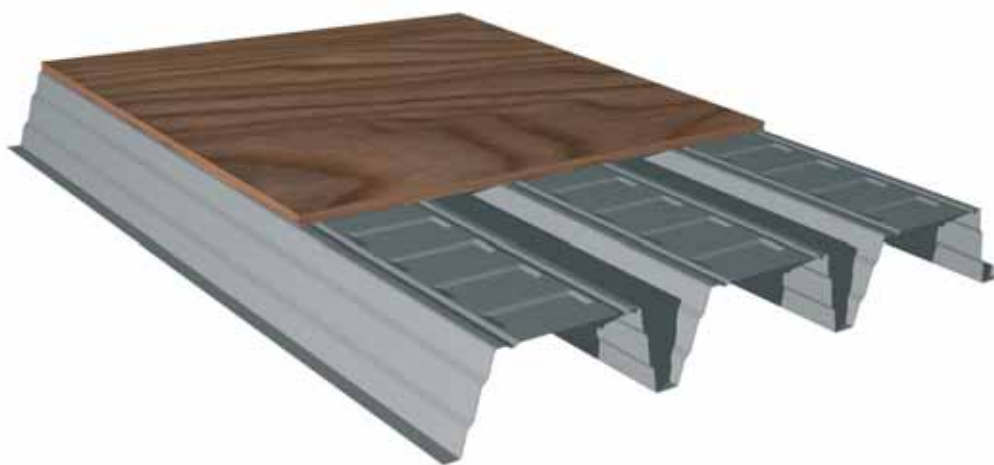
cofradal 200 decibel

En esta forma, la cara inferior de la bandeja de acero viene perforada, proporcionando de este modo al sistema de construcción unas excelentes propiedades de insonorización.

Hay muchos campos posibles de aplicación, como escuelas y oficinas.

OFERTA DEL SISTEMA

FORJADOS SECOS FORJADOS SECOS



supportsol

En la línea de productos de forjados secos, el acero es el acompañante natural de la madera.

La gama Supportsol consiste en perfiles de nervio trapezoidal, con tableros de madera atornillados a las coronas de los nervios, formando un forjado seco sin aislar.

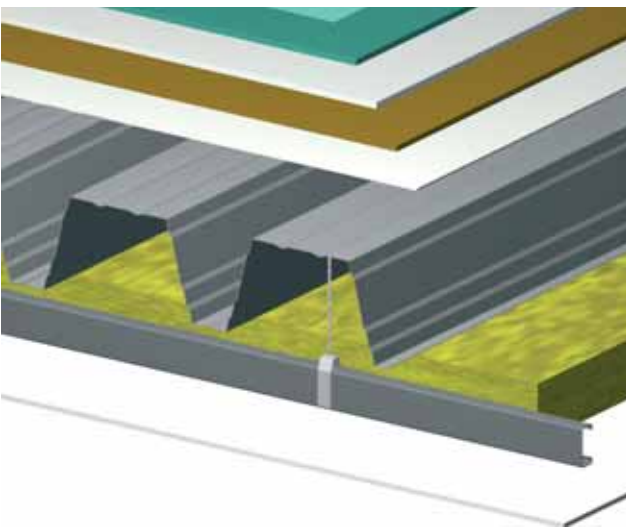
El rendimiento es proporcionado solamente por el perfil de acero; la rigidez aportada por los paneles de madera no es tomada en cuenta.

La gama está formada por cuatro perfiles:

- Supportsol 46,
- Supportsol 60,
- Supportsol 68,
- Supportsol 118

para vanos desde 0,8 hasta 3 m, para cargas aplicadas de más de 13 kN/m².

Supportsol es especialmente útil en la construcción modular.



supportsol decibel

Supportsol Decibel es un sistema de forjado mixto seco con un vano máximo de 6 m.

Consiste en un perfil de acero de 200 mm de fondo con paneles laminados de madera atornillados a la parte superior de la chapa, una manta de acabado de fibra de vidrio y una capa de revestimiento en seco de Pladur. La cara inferior está formada por un techo suspendido de Pladur, con lana de vidrio introducida en el espacio interior.

Tiene muchas aplicaciones, por ejemplo en rehabilitaciones y ampliaciones de edificios, viviendas y oficinas, etc.



cofratherm

Cofratherm es un forjado seco aislado hecho de una chapa de Cofrastra 40 con material de aislamiento térmico colocado en la parte superior del ensamblaje.

El aislamiento se consigue inyectando una capa de espuma de poliuretano en los nervios reentrantes del tablero. El acabado superior, que es el que forma la superficie por la que se camina, puede ser de placas de cartón de fibra de madera o de fibrocemento, dependiendo del uso final.

Tiene muchos usos fuera del campo de la construcción modular, como son la rehabilitación y ampliación de edificios.

las ventajas decisivas de los sistemas de forjados Arval

Forjados de Cofrasol, Cofraplus y Cofrastra

- **Poco peso, fáciles de manejar**

Las chapas de acero son fáciles de alzar y maniobrar, pues son rígidas, ligeras y fáciles de agarrar por los bordes. Normalmente no es necesario utilizar equipos pesados de elevación para longitudes de hasta 10 m. Las chapas se suministran en palés que aseguran su facilidad de transporte, manejo y almacenamiento en obra.

- **Fácil y rápido de instalar**

Las chapas se colocan a mano sin dificultades y la instalación se lleva a cabo rápidamente. Las uniones entre chapas, los accesorios y la estructura que soporta la carga se realizan utilizando los elementos de anclaje tradicionales. El encofrado para el borde, generalmente formado por guarniciones de chapa de acero galvanizado, se realiza rápidamente.

- **Se adapta bien a las formas irregulares y de arquitectura compleja**

El corte de las chapas a lo largo de un borde en un ángulo oblicuo o alrededor de una columna se va realizando según progresan los trabajos, empleando para ello cizallas, tijeras de chapa



o sierras. Este procedimiento es sencillo y preciso. También se puede ajustar el encofrado para unas pérdidas mínimas.

Forjados mixtos Cofraplus y Cofrastra

- **Utilidad del embarrado de refuerzo**

La forma cerrada y/o ranurada de los nervios sirve para unir juntos el acero y el hormigón. El refuerzo natural creado por la chapa permite omitir el refuerzo del embarrado del hormigón. En aplicaciones comunes, es suficiente con añadir una malla anti-agrietamiento. El ahorro equivalente oscila entre 2,2 y 6 kg de acero por m² de suelo.

- **Construcción mixta uniendo la losa mixta con la estructura de acero mediante pernos de seguridad**

La unión de la losa mixta con las vigas de acero o de hormigón



permite obtener un importante ahorro de acero u hormigón, y puede reducir considerablemente las dimensiones de las vigas (hasta un 35% en el caso de viguetas de piso).

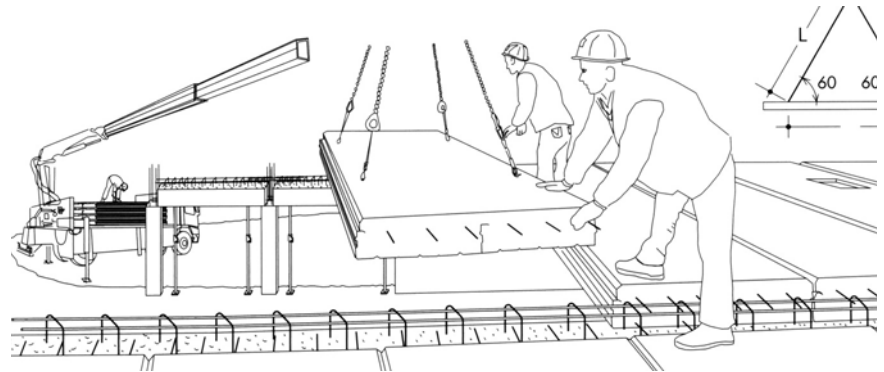
- **Arriostramiento horizontal de la estructura**

La fijación de las chapas durante la colocación contribuye al arriostramiento de la viga de apoyo y la disposición de las viguetas.

Forjados mixtos de gran unión Cofrastra

- **Facilidad de suspensión de los diferentes servicios y techos suspendidos**

- **Rendimiento garantizado del aislamiento térmico y acústico**



Forjados prefabricados: Cofradal 200

- **Importante ahorro de peso muerto**
Cofradal combina de forma inteligente las propiedades del acero y del hormigón. El acero, que trabaja bajo tracción, se coloca en el fondo de la losa, y el hormigón, que trabaja bajo compresión, se echa en la parte superior. El suelo es aligerado considerablemente lo que lleva a una importante reducción del peso muerto de la estructura y de la cimentación.

- **Suelo listo para colocar con vanos de 7 m sin apuntalar**

- **Fácil de taladrar por la parte inferior para fijar los diferentes servicios y los techos suspendidos**

- **Fácil organización y gestión en el lugar de la obra**



- **Tiempos de construcción considerablemente más cortos**

- **Rápido acceso para otros oficios de la construcción**

- **Rendimiento garantizado del aislamiento térmico y acústico**

- **Muy buen comportamiento cortafuegos**

Forjados secos

- **La gestión y organización del lugar de la obra es más fácil debido a la ausencia de hormigón**

- **Manejo manual – Ligereza – Limpieza – Transporte económico**

- **Adaptable a las exigencias técnicas y arquitectónicas de los proyectos**

proyectos de referencia

Desde edificaciones básicas hasta edificios complejos, los sistemas de forjados Arval son utilizados en todos los campos de la construcción.

Se están convirtiendo en una opción cada vez más atractiva para los proyectistas, promotores inmobiliarios, contratistas y clientes, debido a sus muchas ventajas.

Los sistemas responden particularmente a exigencias vinculadas a un mejor control de los sobrecostos y del tiempo de instalación.

La oferta de Arval es lo suficientemente extensa como para encontrar una solución óptima que se pueda adaptar a todas las aplicaciones.



Quai Branly Museum, Paris (Francia)
ARQUITECTOS: Ateliers Jean Nouvel

REHABILITACIÓN



Los sistemas de forjados Arval son especialmente apreciados para la rehabilitación de viejos edificios.

Suelen colocarse, por lo tanto, en edificios catalogados situados en grandes ciudades, ya que es posible cambiar la disposición de los pisos de los edificios sin un aumento de los costes. Las paredes externas se conservan, mientras que una nueva estructura va tomando forma en el interior del edificio.

Las chapas de acero que forman el suelo son insertados a mano a través de los huecos de las ventanas y su gran facilidad

de manejo los convierte en la única elección práctica, dado que en este caso no es posible utilizar maquinaria pesada de elevación.

El reducido peso muerto de los sistemas de forjados Arval en comparación con una losa maciza es una verdadera ventaja cuando las cargas permitidas sobre las paredes de sustentación y los cimientos son limitadas.

Su facilidad para cortarlos es también muy estimable en la rehabilitación, ya que permite seguir las formas irregulares de las paredes y bordear obstáculos.



Foto superior:

Sede Central del Crédit Lyonnais, París (Francia)
ARQUITECTOS: Studio de arquitectura Jean-Jacques Ory

Foto inferior:

Edificio Chaussée d'Auderghem, Bruselas (Bélgica)

Foto de la derecha:

Hôtel Dieu, Poitiers (Francia)
ARQUITECTO: Georges Duclos

PROYECTOS DE REFERENCIA

■ APARCAMIENTOS ELEVADOS

Los sistemas de forjados Arval se utilizan en la construcción de aparcamientos elevados situados cerca de los aeropuertos, centros comerciales, hospitales, estaciones de tren, etc.



Este tipo de construcción está vinculado a la creciente necesidad resultante del desarrollo del transporte público urbano y, especialmente, de los centros comerciales. La línea de productos mixtos acero – hormigón es especialmente adecuada para la construcción de este tipo de estructuras de columnas / vigas.

Las separaciones de las vigas del piso de 2,5 m, 5 m, 7,5 m o 10 m, corresponden a plazas de aparcamiento para 1, 2, 3 o 4 coches, respectivamente, mientras que los vanos de los apoyos son, en general, de 2,5 m.

El vano de las vigas es de 15 a 16 m, y el ensamblaje permite obtener grandes superficies libres de columnas para el aparcamiento y la conducción.

Foto superior:
Aparcamiento de Carrefour, Aix-les-Milles (Francia)
ARQUITECTOS: Sud architectes (Y. Melia)

Foto inferior:
Aparcamiento del Hospital Centre, Luxemburgo
ARQUITECTOS: Gubbini & Linster

Las chapas son colocadas de forma continuada, sin apuntalar. Se pueden soldar pernos de seguridad a las viguetas para realizar la unión entre la losa y la viga de metal. El hormigón es tenido en cuenta al calcular la inercia de las viguetas.

Este método de construcción se emplea para reducir la sección y la necesidad de espacio de suelo del perfil de la vigueta. Los sistemas de forjados Arval evitan los problemas de acceso causados por la maquinaria de elevación, una vez colocada la estructura de acero.

Esta es una forma racional, rápida y económica de instalación.



Foto superior:
Aparcamiento del Hospital Centre, Luxemburgo
ARQUITECTOS: Gubbini & Linster

Foto inferior:
Aparcamiento de Alcampo, Amiens (Francia)
ARQUITECTOS: Richard Jacques Architecture

PROYECTOS DE REFERENCIA

■ APARCAMIENTOS SUBTERRÁNEOS

Los sistemas de forjados Arval se utilizan para construir las plantas de aparcamientos subterráneos en las grandes ciudades.



Según la naturaleza del terreno, la construcción progresa desde el nivel más bajo (cuando el terreno es firme) hacia arriba, o desde el nivel más alto hacia abajo (si el terreno es inconsistente).

En este caso, la facilidad de manejo de las chapas es un criterio fundamental, dada la dificultad de trabajar con maquinaria difícil de manejar. Su empleo es esencial especialmente cuando se inicia la construcción desde arriba.



Aparcamiento Cité Internationale, Lyon (Francia)
ARQUITECTOS: CRB Architectes

PROYECTOS DE REFERENCIA

Los aparcamientos subterráneos pueden tener rampas circulares. En este caso, los extremos de las chapas son cortadas en un ángulo oblicuo directamente en fábrica.

De este modo, las chapas conectan el anillo interior con el exterior, utilizando vigas de hormigón armado echado directamente en obra. La gran adaptabilidad de los sistemas de forjados Arval a las exigencias técnicas y arquitectónicas obra milagros en un escenario como este.



Foto superior:
Aparcamiento Lazare Goujon, Villeurbanne (Francia)
ARQUITECTOS: Demichel & Dordilly

Foto inferior:
Aparcamiento Saint-Georges, Lyon (Francia)
ARQUITECTOS: Cabinet Governor

PROYECTOS DE REFERENCIA

EDIFICIOS DE OFICINAS



La reducción total de peso y el ahorro de acero y de hormigón que proporcionan los sistemas de forjados Arval aportan valor a todos los proyectos de estructuras del tipo columna / viga, como por ejemplo en el caso de los edificios de oficinas.

El peso total de los sistemas de forjados Arval es considerablemente menor que el de las losas normales de hormigón, mientras que aquellos que disponen de las propiedades del aislamiento térmico y acústico integrado ofrecen una mejor insonorización ante los ruidos de golpes y los transmitidos por el aire.



Foto superior, a la izquierda:
Espace Petrusse, Luxemburgo
ARQUITECTO: Marc Werner

Foto superior, en medio:
Stadttor, Düsseldorf (Alemania)
ARQUITECTOS: Overdiek, Petzinka & Partner

Foto inferior:
Torre Sacyr-Vallehermoso, Madrid (España)
ARQUITECTOS: Rubio y Álvarez Sala

Torre de la Mutua Madrileña, Madrid (España)
ARQUITECTOS: César Pelli y Ortiz León

PROYECTOS DE REFERENCIA

En los bloques de oficinas con amplios vanos sin columnas intermedias y grandes espacios despejados, la estructura de las vigas de construcción mixta acero – hormigón se utiliza para realizar suelos de poco grosor con secciones de viga reducidas. La combinación de viguetas alveoladas simplifica la ruta de tendido de los diferentes servicios y reduce la profundidad total de los suelos.



Tour Madou, Bruselas (Bélgica)
ARQUITECTOS: Assar/archi 2000



Foto superior:
Le Colisée II, Paris (Francia)
ARQUITECTOS: Skidmore, Owing & Merrill ;
Architecture et Communication

Foto inferior:
7 place d'Iéna, Paris (Francia)
ARQUITECTOS: Agence d'architecture
Anthony Béchu

PROYECTOS DE REFERENCIA

■ EDIFICIOS DE ACTIVIDADES Y CENTROS COMERCIALES



Mercedes Benz Center, Rueil-Malmaison (Francia)
ARQUITECTOS: M. Macary, L. Delamain

La robustez de los sistemas de forjados Arval los hace apropiados para suelos de edificios con cargas en movimiento pesadas y muy pesadas.

En los edificios de actividades, estos sistemas tienen múltiples usos, especialmente como suelos de almacenes, suelos para entresijos o suelos divisorios.

Las viguetas están lo suficientemente cercanas como para prescindir del apuntalamiento.

Los sistemas de forjados Arval también ofrecen un buen rendimiento bajo cargas en movimiento, para vehículos (por ejemplo, carretillas elevadoras de horquilla).

Este rendimiento, junto con la facilidad de realización de huecos en el suelo, los hace naturalmente adecuados para suelos en zonas de producción y de almacenamiento.



Edificio E. Placenet,
Saint-Martin-Boulogne (Francia)
BET: Maning

PROYECTOS DE REFERENCIA

■ EDIFICIOS RESIDENCIALES



Los sistemas de forjados Arval poseen todas las especificaciones de rendimiento exigidas para la división de edificios en compartimentos y cumplen las normativas pertinentes sobre condiciones térmicas, acústicas e ignífugas. Los sistemas de forjados Cofradal 200 y Supportsol Decibel son especialmente adecuados para edificios con paredes de apoyo de bloques de cemento o ladrillo hueco, gracias a su flexibilidad de uso.



Foto superior:
Villa, Pessac (Francia)
ARQUITECTOS: Cabinet Baudin et Limousin

Foto inferior:
Villa, Villeneuve-lès-Avignon (Francia)
ARQUITECTOS: Patriarche & Co

■ EDIFICIOS NO RESIDENCIALES: CENTROS SANITARIOS, ESCUELAS, INFRAESTRUCTURAS...

Los sistemas de forjados Arval se colocan a menudo en estructuras destinadas a edificios no residenciales.

La gran adaptabilidad de los forjados a las exigencias arquitectónicas y la gran libertad que ofrecen a la hora de diseñar el proyecto son altamente valoradas por arquitectos y proyectistas.

Arriba, a la derecha:

Palacio de Justicia, Grenoble (Francia)

ARQUITECTOS: Vasconi associés architectes

Abajo, a la derecha:

Polideportivo Paul-Valéry, Paris (Francia)

ARQUITECTOS: Atelier J. Bardet - P. Richard - J. Soucheyre

Abajo:

Hôpital de la Mère et de l'Enfant, Nantes (Francia)

ARQUITECTO: Rémy Butler



desarrollo sostenible

LA INICIATIVA DE ALTA CALIDAD MEDIOAMBIENTAL

La iniciativa HQE® aporta verdadero valor añadido a la edificación y, por lo tanto, debe utilizarse como un factor que permita al cliente diferenciar y fomentar la fidelidad entre los ocupantes, lo que constituye un reto para los administradores de alquiler de viviendas tanto público como privado.

La iniciativa HQE®, por lo tanto, contribuye plenamente a la calidad, lo que ha sido una verdadera ventaja comercial durante varios años.

Las soluciones de forjados Arval están aliadas con la iniciativa HQE®.

En este contexto, donde el medio ambiente, la salud y la economía están cada vez más relacionados, el acero tiene muchas ventajas.

Es reciclable, duradero, fuerte y además neutral desde el punto de vista de la salud y, de este modo, demuestra día a día que es capaz de adaptarse al nivel de los procedimientos arquitectónicos más imaginativos y exitosos, adaptándose a las condiciones de realización más exigentes, especialmente con respecto a las molestias en el lugar de la obra.

Este potencial convierte al acero en aliado de la iniciativa HQE®.

La prefabricación de elementos constructivos de acero en fábrica reduce al mínimo absoluto las molestias en el lugar de la obra. La excelente combinación peso / resistencia de los sistemas de forjados Arval ofrece una amplísima gama de posibilidades arquitectónicas y hace posible la realización de estructuras ligeras, dejando de este modo una amplia área abierta a la luz e integrándose armoniosamente en el medio ambiente.

Los sistemas de forjados Arval proporcionan una amplia variedad de soluciones de aislamiento térmico y acústico. Confort, estética, seguridad, economía y preservación de recursos son algunas de las muchas cualidades de las construcciones de acero y de sus muchas ventajas en relación con la iniciativa HQE®.

Baja inercia térmica

Los sistemas de forjados Arval proporcionan a los edificios una inercia térmica baja.

La energía no es, por lo tanto, desperdiciada en el calentamiento de las estructuras. También es posible regular las necesidades de calefacción aplicando una cierta dosis de flexibilidad, de acuerdo con las horas que el edificio está ocupado. Esta es una ventaja para las oficinas por la noche y para las viviendas por el día. Además, ya ha sido demostrado que es posible construir edificios para ocupación por el día sin necesidad de un sistema de calefacción, confiando en el aislamiento reforzado y recurriendo al calor del sol durante el día.

Preservación de recursos

Las características mecánicas naturales del acero (en particular su relación alta resistencia / peso) permite crear estructuras soportando suelos ligeros para ganar espacio vital. La profundidad mínima de los sistemas de forjados limita el consumo de materias primas y energía.

El bajo peso de las construcciones de acero constituye también una ventaja para terrenos débiles

que podrían requerir una cimentación importante para soportar las edificaciones tradicionales.

Flexible y adaptable

El desarrollo sostenible se ocupa de las necesidades de las generaciones futuras. Las soluciones de forjados Arval hacen fácil la remodelación de espacios según los cambios de uso y los cambios en las estructuras familiares, al tiempo que reducen el impacto ambiental (por ejemplo, residuos, consumo de energía).

Estas soluciones permiten llevar a cabo rehabilitaciones como pueden ser ampliaciones, rehabilitación o adaptación a normativas nuevas / modificadas (por ejemplo, reforzamiento o adición de una caja de escalera).

Elección integrada de procedimientos y sistemas de construcción

Este es probablemente el área de la iniciativa HQE® en la que la contribución del acero es más tangible.

El motivo de esto es que los sistemas Arval participan de esta lógica de ahorro de recursos cumpliendo las funciones requeridas con un consumo reducido de materias primas.

Material reciclable y reciclado

El acero se puede reciclar el 100% indefinidamente, sin que sus cualidades resulten alteradas. Tiene unas propiedades magnéticas inigualables que permiten separarlo y cubrirlo de residuos de cualquier clase. El porcentaje de producción de acero en todo el mundo procedente de chatarra reciclada es del 40%. Esto mismo se aplica al mineral preservado (aunque el mineral de hierro es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre), con el resultado de una reducción del consumo de energía y, por lo tanto, de las emisiones de gases causantes del efecto invernadero.

Material duradero

Gracias a los sistemas de revestimiento metálico



(galvanizado) y/o de pintura, el acero retiene sus propiedades durante toda la vida útil de la estructura, asegurando su longevidad.

La ductilidad del acero es también una importante ventaja contra los terremotos. Los daños sufridos por las estructuras sometidas a los efectos de un terremoto se reducen al mínimo y el riesgo de desplome del edificio queda eliminado, evitándose pérdidas humanas.

¿cómo elegir el sistema más adecuado?

Los sistemas de forjados Arval se destacan por las ventajas que ofrecen en cuanto a peso reducido, rapidez de instalación, ahorro de costes y resistencia en las aplicaciones más variadas, donde son empleados como complemento natural de la estructura.

Colocación de un suelo prefabricado



Cubrición de la losa con hormigón en la obra

- **Suelos de servicio**
 - edificios industriales
 - edificios comerciales
 - aparcamientos elevados y subterráneos
 - almacenes

- **Suelos compartimentados**
 - edificios de oficinas
 - viviendas colectivas y unifamiliares
 - centros de salud, polideportivos, hospitales
 - escuelas
 - rehabilitaciones

Guía de elección

Las mejores soluciones deben elegirse según el problema planteado y las limitaciones técnicas y económicas.

La “Guía general de elección de soluciones” es una herramienta de ayuda de búsqueda rápida del sistema de forjados Arval más adecuado para las necesidades del proyecto.

Los equipos de asistencia técnica y de ventas Arval están a su disposición para ayudarle a elegir la mejor solución para su proyecto y las especificaciones asociadas al mismo.

Guía general de elección de soluciones

Edificios	Estructura		
	Hormigón y mampostería	Metal	Madera
Edificios industriales	Cofrastra	Cofrastra	Cofrastra
Almacenes	Cofraplus, Cofrasol	Cofraplus, Cofrasol	Cofrastra
Oficinas	Cofrastra, Cofradal 200 Decibel Cofraplus, Cofrasol, Cofradal 200	Cofrastra, Cofradal 200 Decibel Cofraplus, Cofrasol, Cofradal 200	
Escuelas	Cofraplus, Cofrastra Cofrasol, Cofradal 200	Cofraplus, Cofrasol, Cofradal 200	
Centros de salud	Cofraplus, Cofrastra Cofrasol, Cofradal 200	Cofraplus, Cofrastra Cofrasol, Cofradal 200	
Infraestructuras colectivas	Cofraplus, Cofrastra Cofrasol, Cofradal 200	Cofraplus, Cofrastra Cofrasol, Cofradal 200	
Centros comerciales	Cofraplus, Cofrastra Cofrasol, Cofradal 200	Cofraplus, Cofrastra Cofrasol, Cofradal 200	Cofraplus, Cofrastra Cofrasol, Cofradal 200
Viviendas colectivas	Cofrastra Decibel, Cofradal 200, Supportsol Decibel	Cofrastra Decibel, Sipportsol Decibel	
Viviendas unifamiliares	Cofrastra 40, Cofraplus, Cofradal 200	Cofrastra 40, Cofraplus, Cofradal 200	Cofrastra 40, Cofraplus 60, Cofradal 200
Rehabilitación	Cofrastra 40, Cofraplus, Cofrasol	Cofrastra 40, Cofraplus, Cofrasol	Cofrastra 40, Cofraplus, Cofrasol
Aparcamientos	Cofraplus, Cofrastra 70, Cofrasol	Cofraplus, Cofrastra 70, Cofrasol	

Uso	Estructura		
	Hormigón y mampostería	Metal	Madera
Construcción modular		Cofrastra 40, Cofratherm	Cofrastra 40, Cofratherm
Forjados secos		Supportsol, Supportsol Decibel	Supportsol, Supportsol Decibel
Terrazas	Cofrastra 40, Cofradal 200, Cofrasol	Cofrastra 40, Cofradal 200, Cofrasol	Cofrastra 40, Cofradal 200, Cofrasol

El siguiente capítulo, **Diseño**, permite optimizar la elección según las especificaciones.

Arval

Diseño

Sport City Tower, Doha (Qatar)
ARQUITECTO: Concept Architect
Hadi Simaan, Florida (EE.UU.)
ESTRUCTURA: Arup, London
(Reino Unido)



estructuras de sistemas de forjados Arval

La separación entre las viguetas y vigas principales de hormigón, que normalmente es ajustable, varía desde 1,5 hasta 7 m, según los requerimientos del proyecto. La luz de las vigas o viguetas puede alcanzar los 18 m o más.

Por cada estructura deseada, hay una o más soluciones de forjados Arval adecuadas a las limitaciones en el lugar de la obra, las exigencias de montaje y el coste global.



Arval utiliza su software globalFloor para optimizar la interacción entre vigas y losas con el fin de identificar la solución más económica.

Los proyectistas normalmente prefieren reducir la separación entre viguetas o vigas, para evitar el uso de apuntalamientos durante la colocación de las mismas. La limitación del vano sin apuntalar y el grosor requerido de la losa se pueden utilizar, por lo tanto, como guía a la hora de elegir la solución. En la mayoría de las aplicaciones, la carga aplicable no es un factor limitador en el diseño del suelo.

Nuestro software de diseño facilita esta elección económica y técnica.

Estos puntos se ilustran con la ayuda de algunos ejemplos de proyectos de construcción generales en los que se ha seleccionado un sistema de forjado Arval adaptado a los datos específicos del proyecto (páginas 61, 62 y 63).

características de los sistemas de forjados Arval

Vanos admisibles de las losas mixtas durante la fase de construcción

Cargas distribuidas uniformemente, losa y chapa con el mismo vano doble, grosor de 0,75 m

	Cofraplus 60*	Cofraplus 76**	Cofrastra 40*	Cofrastra 70*
Vano	3,60 m	3,25 m	2,65 m	3,73 m
Línea de puntales	0	0	0	0
Prof. mín. losa	10 cm	13 cm	8 cm	11 cm
Vano	2,14 m	5 m	1,95 m	2,05 m
Línea de puntales	0	0	0	0
Prof. máx. losa	28 cm	28 cm	20 cm	30 cm

* Cálculos realizados según normativa francesa

** Cálculos realizados según normativa Eurocodigo

Ahorro de hormigón y ahorros en el peso de las losas mixtas

en comparación con las losas macizas

Tablero mixto	Ahorro de hormigón litros/m ² resultante de la separación entre nervios en la cara inferior	Ahorro resultante de peso muerto en comparación con una losa maciza de fondo equivalente kg/m ²	Margen de ahorro de peso muerto en % para un grosor de la losa desde el grosor mínimo de las losas mixtas hasta 20 cm	
Cofrastra 40	10	24	8 to 20 cm	12 to 5%
Cofrastra 70	24	58	11 to 20 cm	22 to 12%
Cofraplus 60	35	84	10 to 20 cm	35 to 18%
Cofraplus 76	41	98	14 to 20 cm	29 to 22%

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE FORJADOS ARVAL

Ahorro de refuerzo conseguido con losas mixtas

Ejemplo de comparación

Clase de resistencia al fuego: 30 minutos

Cargas aplicadas: 3,5 kN/m², 8 kN/m², 15 kN/m²

Losas con el mismo vano doble, vano de 3 m

Grosor de la chapa: 0,75 mm

Vano (m)			Ahorro de refuerzo en comparación con una losa maciza	
3	Cargas aplicadas	3,5 kN/m ²		
	Proceso del suelo	Losa maciza	Cofraplus 60	
	Fondo de la losa	10 cm	10 cm	
	Refuerzo flexural	2,24 kg/m ²	/	2,24 kg/m ²
	Cargas aplicadas	8 kN/m ²		
	Proceso del suelo	Losa maciza	Cofraplus 60	
	Fondo de la losa	11 cm	12 cm	
	Refuerzo flexural	3,73 kg/m ²	/	3,73 kg/m ²
	Imposed loads	15 kN/m ²		
	Proceso del suelo	Losa maciza	Cofrastra 70	
Fondo de la losa	13 cm	12 cm		
Refuerzo flexural	5,2 kg/m ²	/	5,2 kg/m ²	

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE FORJADOS ARVAL

Soluciones cortafuegos

Techos suspendidos – Forjado Cofrastra Decibel sin barras de refuerzo resistentes al fuego

Cortafuegos	Medidas especiales	Referencias
30 minutos	Ninguna	Certificación técnica
60 y 90 minutos	Techo cortafuegos Placoflam® BA13 Placoplatre	Informe CSTB nº 93.36105
120 minutos	Techo cortafuegos Placoflam® BA15 Placoplatre	Informe CSTB nº 93.36105

Características de los sistemas de forjados Arval Cofraplus, Cofrastra, Cofradal, Cofrasol

Criterios cortafuegos, acústicos, perforación de huecos para el paso de pernos de seguridad soldados en taller, fijación de techos suspendidos

	Cofraplus 60	Cofraplus 76	Cofrastra 40	Cofrastra 70
Cortafuegos	30 minutos sin barras de refuerzo resistentes al fuego. Hasta 3 horas con barras de refuerzo resistentes al fuego			
Acústica	**	**	**/** Cofrastra Decibel	**/** Cofrastra Decibel
Perforación de huecos para el paso de pernos de seguridad soldados en taller	Sí	No	Sí	Sí
Fijación de techos suspendidos	Taladrado	Taladrado	Cofrafix o taladrado	Cofrafix o taladrado

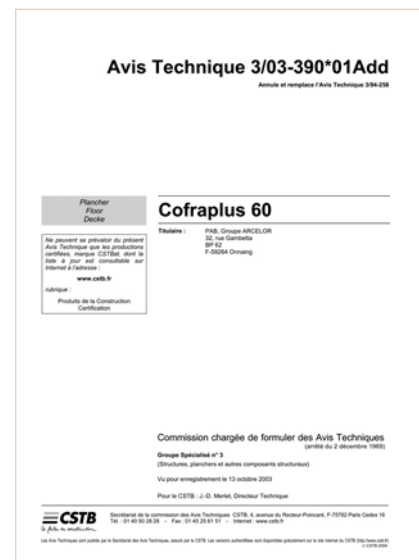
	Cofradal 200	Cofrasol
Cortafuego	30 minutos sin barras de refuerzo resistentes al fuego Hasta 3 horas con barras de refuerzo resistentes al fuego	
Acústica	***	**
Perforación de huecos para el paso de pernos de seguridad soldados en taller	No es necesaria	No
Fijación de techos suspendidos	Taladrado	Taladrado

cumplimiento de las normativas de los sistemas de forjados Arval

Los sistemas de forjados Arval cumplen la estructura reguladora para cada tipo de utilización. Los sistemas de forjados Arval utilizan elementos industriales hechos en fábrica. Sus constantes eficacia y calidad son obtenidas mediante rigurosas y sistemáticas inspecciones internas llevadas a cabo por el fabricante.

El diseño, dimensionamiento y cálculo de los sistemas de forjados Arval se realiza según las normativas establecidas en cada país.

En Francia, por ejemplo, los forjados mixtos Cofraplus, Cofrastra y Cofradal 200 están sujetos al procedimiento de Certificación Técnica CSTB.



En Alemania, el forjado mixto ha recibido un *Zulassung* (Certificado) concedido por las Autoridades de la Construcción (DIBt en Berlín).



CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN SOBRE CONSTRUCCIÓN



El dimensionamiento y cálculo de forjados Arval es realizado, además, según Eurocódigos y completado mediante Anexos Nacionales de cada país. Los Eurocódigos son la clave para el desarrollo de las modernas técnicas de construcción en Europa, y algunos países ya los están aplicando.

Un ejemplo, no exhaustivo, es que los forjados mixtos Arval para suelos, utilizados en Bélgica y Polonia, están cubiertos por una Certificación Técnica que cumple las exigencias de dimensionamiento tal y como están establecidas en el Eurocódigo 4 “Cálculo de estructuras mixtas de acero y hormigón”.



Pruebas de tableros para suelos
Fase de construcción

Los resultados de los ensayos llevados a cabo y validados en diferentes situaciones sirven de ayuda a la hora de diseñar y dimensionar un forjado Arval:

- pruebas de carga y resistencia,
- pruebas realizadas sobre conectadores, y
- pruebas ignífugas.



Pruebas de losas mixtas
Fase de composición

critérios de diseño



Grosor del forjado

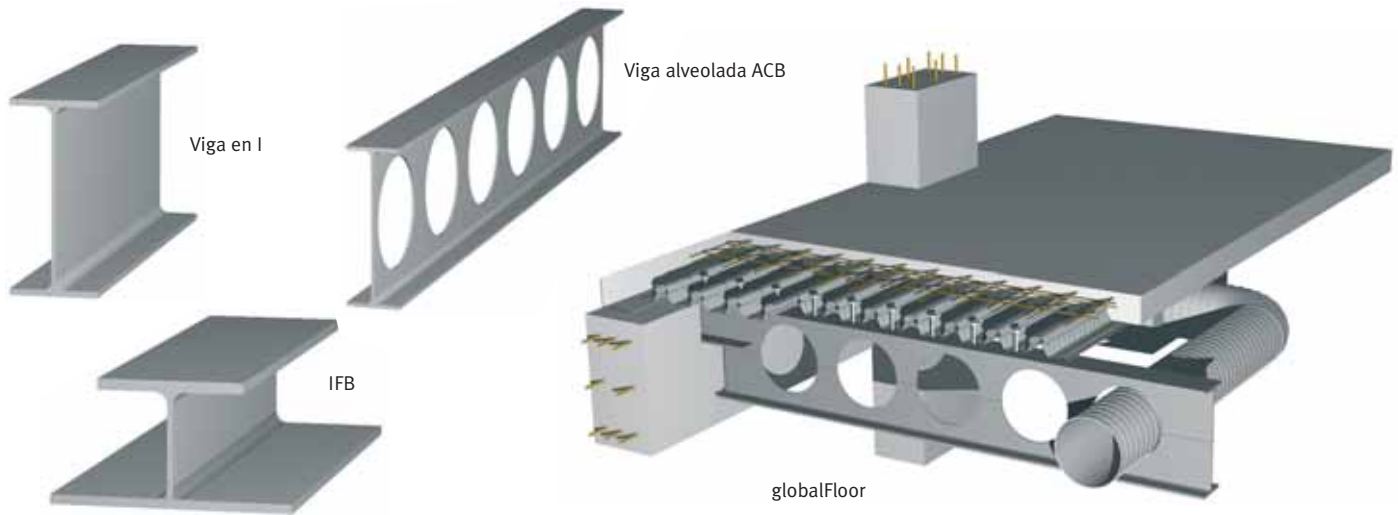
El grosor del forjado afecta a la altura del suelo de trabajo en aquellas situaciones en las que existen limitaciones para la altura de la edificación.

El grosor mínimo de los sistemas de forjados Arval para cargas aplicadas desde $2,5 \text{ kN/m}^2$ hasta 10 kN/m^2 permite reducir tanto como sea posible las necesidades de espacio de suelo.

Cofrastra 40 se utiliza, por lo tanto, para diseñar losas huecas de 8 cm para una luz de hasta 2,6 m y cargas aplicadas de hasta $3,5 \text{ kN/m}^2$.

Se pueden diseñar forjados con necesidades de espacio de suelo reducido combinando sistemas de forjados Arval con vigas, vigas alveoladas ACB (vigas con agujeros redondos en el alma) o vigas asimétricas IFB/SFB.

Como consecuencia de su ala inferior más ancha, estas vigas son especialmente adecuadas para la colocación de sistemas de forjados como Cofradal 200 y Supportsol Decibel, lo que permite integrarlos en la altura de la viga, eliminando así las secciones bajo el piso.



Deflexión

- **Criterios de deflexión durante la fase de construcción.**

La deflexión durante la fase de construcción está limitada por las normativas.

Eurocódigos:

$L/180$, siendo L igual al vano. El efecto del aumento del peso del hormigón debido a la deflexión se tiene en cuenta a la hora de calcular el peso del hormigón con exceso de agua cuando la deflexión es superior a $1/10$ de la profundidad de la losa.

España:

El efecto del aumento del peso del hormigón debido a la deflexión se tiene en cuenta a la hora de calcular el peso del hormigón con exceso de agua.

Arval recomienda limitar la deflexión a $L/350$ para mejorar el aspecto visual.

- **Criterios de deflexión durante la fase mixta bajo cargas normales.**

Cofraplus, Cofrastra, Cofradal 200

Eurocódigos:

El Eurocódigo 2 recomienda no sobrepasar una deflexión mayor de $L/250$ y establecer unos valores límites apropiados, teniendo en cuenta la naturaleza de la estructura, los acabados, los tabiques y fijaciones y la función de la estructura.

España, según el Código Técnico (CTE):

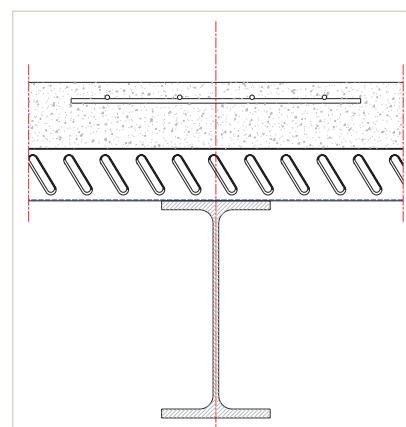
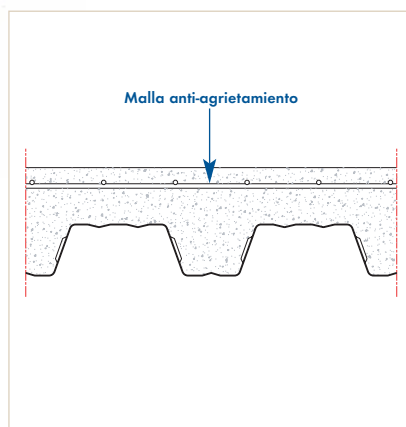
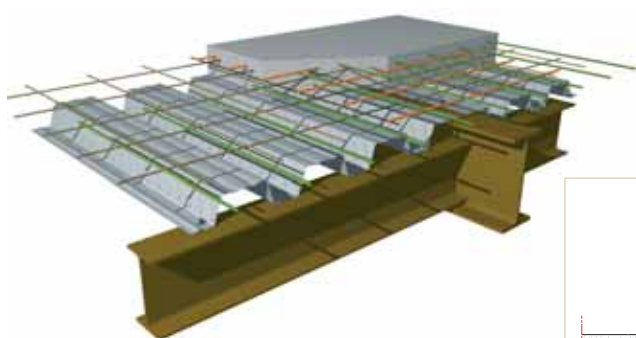
- $1/500$ en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
- $1/400$ en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas
- $1/300$ en el resto de los casos.

Frecuencia propia

El equipo de asistencia técnica de Arval examina las necesidades particulares de frecuencia propia bajo consulta.

CRITERIOS DE DISEÑO

REFUERZO



Los diferentes perfiles de refuerzo del párrafo siguiente se han dimensionado utilizando el software de diseño Cofra, conseguible bajo pedido.

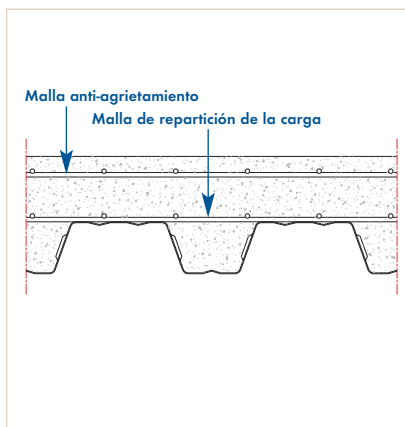
Mallazo anti-fisuración

Es necesario introducir una malla en las losas autoportantes y losas mixtas para absorber las fuerzas causadas al secarse del hormigón durante el curado. Esta malla reduce y distribuye el agrietamiento. Se coloca a 2 cm de la parte superior de la losa.

La malla, sobre apoyos, actúa como soporte de cualquier refuerzo superior y contribuye a la resistencia contra los momentos negativos.

Negativos

Como con las losas tradicionales de hormigón armado, el refuerzo superior sobre soportes intermedios es necesario para absorber los momentos negativos cuando se tiene en cuenta la continuidad y/o en los casos en que se espera un recubrimiento frágil del suelo. Estos refuerzos, preferiblemente en forma de malla o barras de refuerzo unidas a una malla general, cubren un área mínima de al menos 3,5 veces el vano L , desde un extremo al otro del soporte.



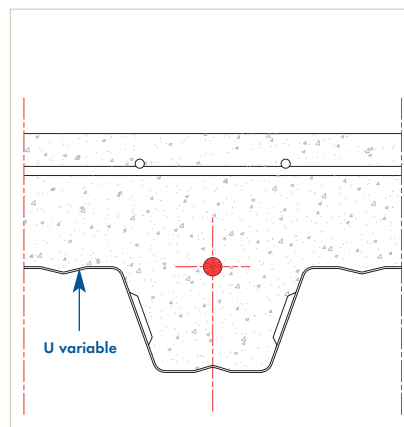
Mallazo de repartición de la carga

Esta es una segunda malla que se utiliza en proyectos donde existen cargas móviles y localizadas.

Se emplea para distribuir estas cargas y transmitir las fuerzas a los soportes.

La malla de repartición de la carga va enchavetada a las coronas de los nervios para asegurar la cobertura del embarado.

No obstante, este enchavetado no es necesario si el contacto hormigón / mallazo se produce en un punto en relación con la forma de los nervios.



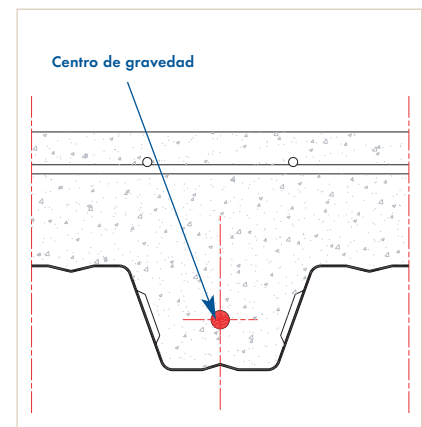
Barras de refuerzo resistentes al fuego

Los forjados mixtos Arval ofrecen una resistencia natural al fuego durante 30 minutos.

Si se requiriesen más de 30 minutos de resistencia al fuego, sería necesario ajustar el rendimiento añadiendo barras de refuerzo resistentes al fuego, colocadas dentro de los nervios. (Positivos).

Positivos

Se trata de barras de refuerzo colocadas dentro del hormigón. Su cometido es ofrecer resistencia a la tracción



(resistencia o deflexión) allí donde la resistencia a la tracción del conjunto chapa hormigón mixto es insuficiente.

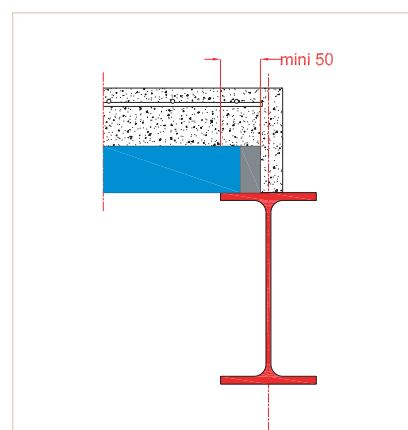
Barras de refuerzo con resistencia a la fuerza cortante vertical

Si la resistencia a la fuerza cortante vertical es mayor que la admisible, se pueden añadir barras de refuerzo dentro de los nervios, ancladas a un soporte. Estas disposiciones sólo se diseñan para los tramos finales.

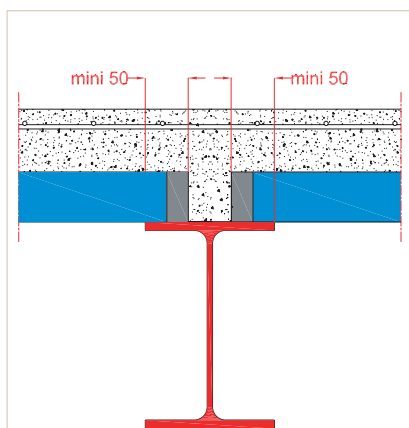
CRITERIOS DE DISEÑO

ESTRUCTURAS DE SUSTENTACIÓN

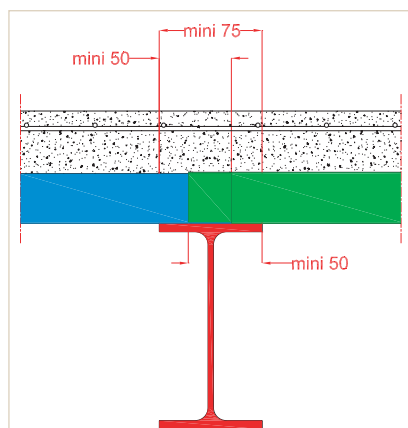
Los sistemas de forjados Arval se pueden utilizar fácilmente sobre vigas y viguetas de acero, hormigón y madera, así como también sobre mampostería (muros de carga).



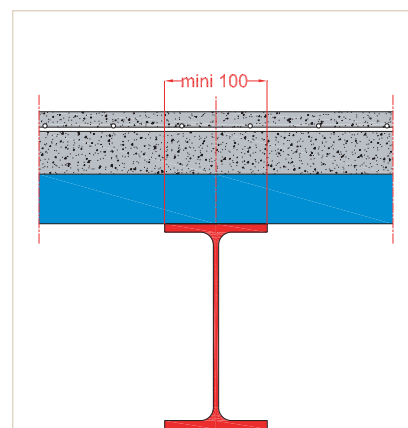
Piso sobre viga de acero



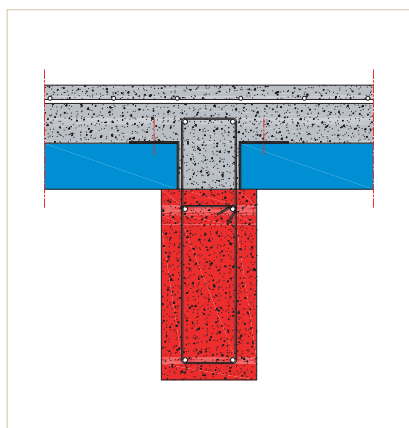
Piso sobre viga de acero



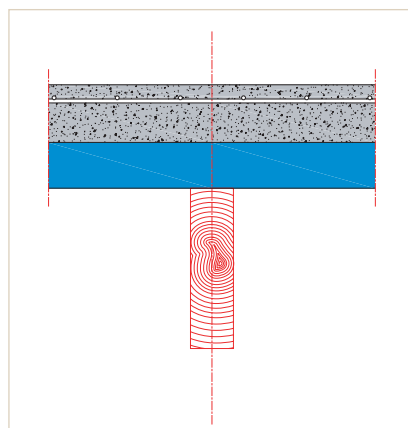
Piso sobre viga de acero



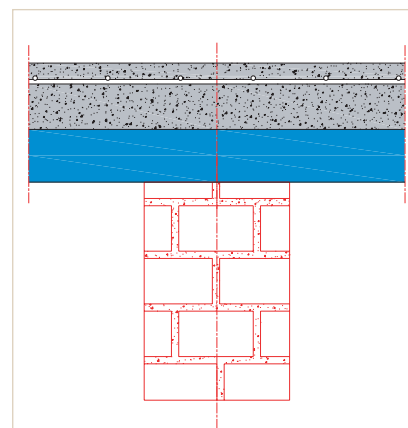
Piso sobre viga de acero



Piso sobre viga de hormigón



Piso sobre viga de madera



Piso sobre mampostería

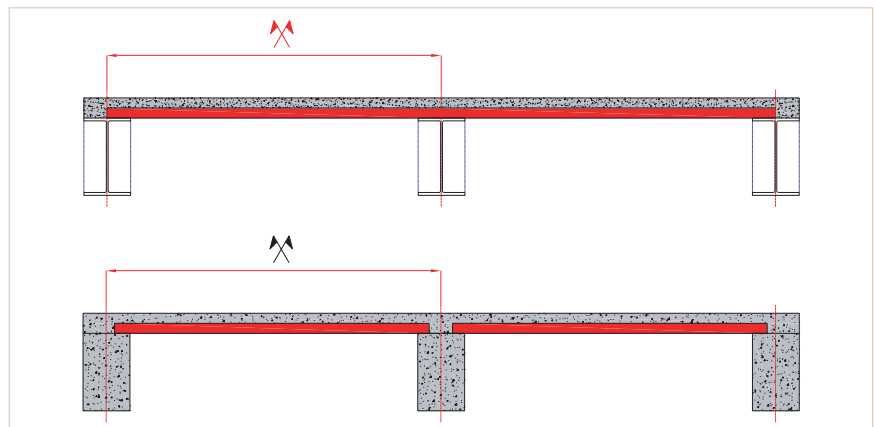
MÉTODOS DE COLOCACIÓN

Colocación continua

Las chapas son colocadas sobre varios tramos continuos. Este tipo de colocación, conocido como “continuo”, crea un encofrado continuo por toda la edificación, con cada chapa cubriendo dos o más tramos.

Ventajas:

Colocación más rápida
Vanos más grandes sin apuntalamientos



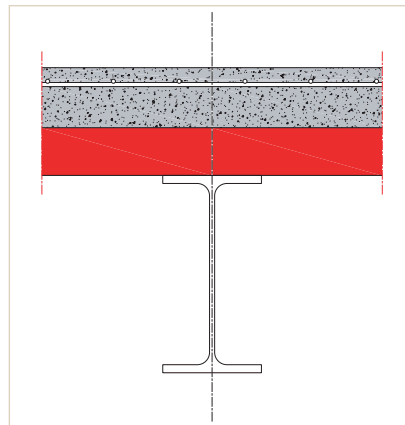
Colocación continua y colocación con rebajes

Colocación con rebajes

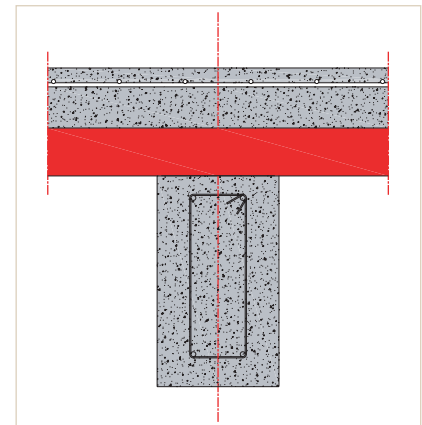
Las chapas forman un encofrado discontinuo, haciendo tope sobre cada viga. Cada chapa cubre un solo tramo, descansando sobre un único soporte en cada extremo.

Ventajas:

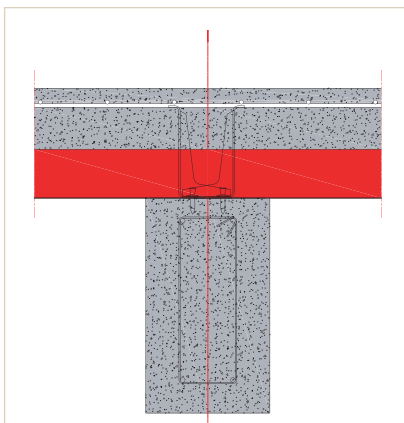
Más fácil de manejar a mano
Colocación más fácil



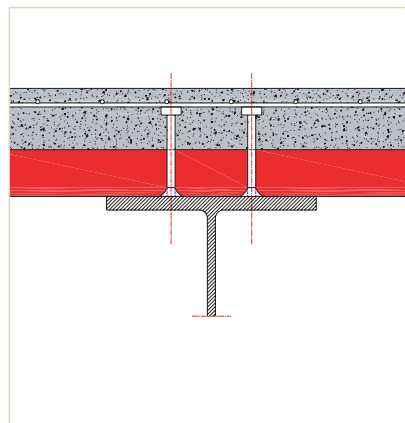
Colocación continua sobre viga de acero



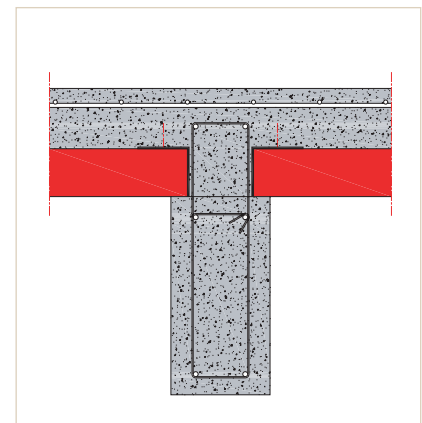
Colocación continua sobre viga de hormigón



Colocación continua sobre viga de hormigón con conectores soldados con pistola



Colocación continua sobre vigueta con pasadores soldados

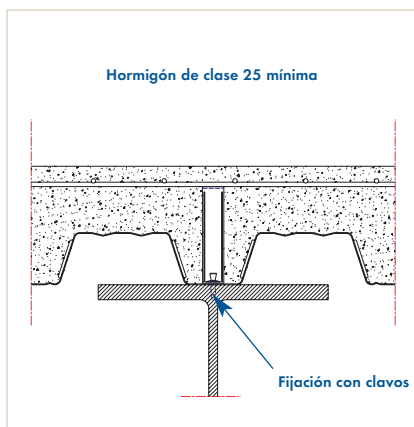
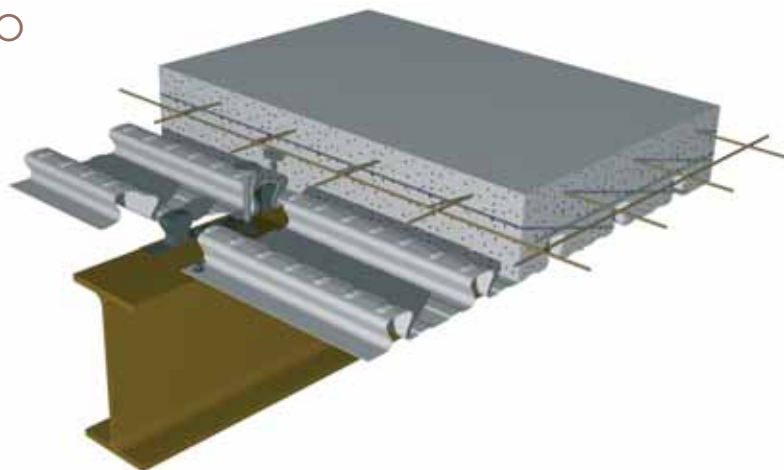


Colocación con rebajes sobre viga de hormigón

CRITERIOS DE DISEÑO

VIGUERÍA DE ACERO

La colocación de chapas sobre vigas de acero equipadas con conectadores es posible. Los conectadores permiten formar una viga mixta de acero – hormigón y optimizar la estructura de sustentación.



Los conectores están diseñados para crear un vínculo entre la losa de hormigón armado y la viga de acero, con el fin de crear una estructura mixta. Su función es transmitir las fuerzas de corte horizontales que actúan entre la estructura y la losa de hormigón. La colocación y el número de conectadores dispuestos a lo largo de la viga de hormigón se establecen durante el diseño.

Existen dos tipos de conectores:

Pernos de seguridad soldados:

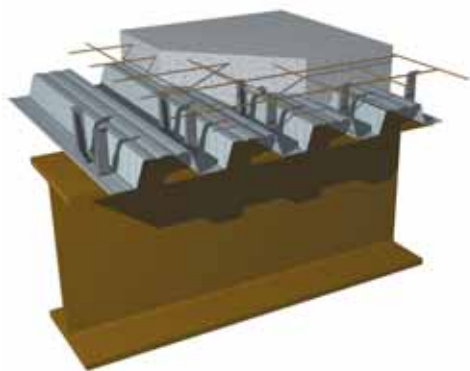
Los pernos de seguridad son soldados a las vigas de acero en el taller o bien en la propia obra.

Conectores no soldados:

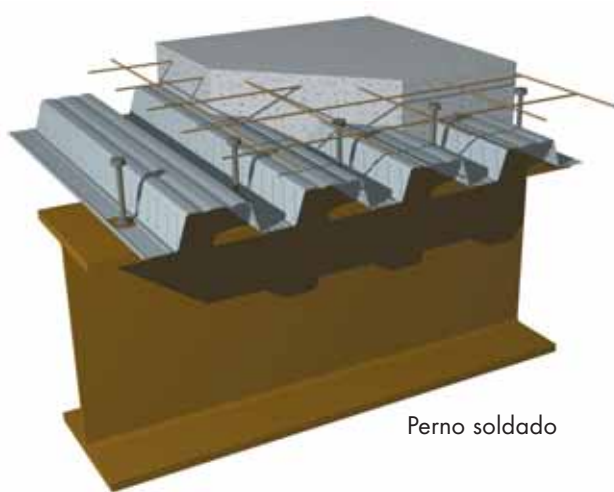
Se trata de piezas metálicas conformadas en frío en forma de L sujetas a la viga mediante dos clavos fijados directamente en su lugar mediante una pistola de clavar accionada por cartucho.

Ventajas

- Importante ahorro de peso de acero.
- Para valores equivalentes de carga y de vano, este procedimiento reduce sustancialmente las dimensiones de las vigas de acero.
- Un considerable ahorro de altura.
- Este procedimiento reduce el grosor del forjado, con el resultado de un ahorro de espacio de suelo que se podrá utilizar para crear pisos extra.
- Menos superficie para pintar o revestir.
- Aumento de la rigidez de la construcción y mejora de la estabilidad sísmica.
- Si se limita la altura de las vigas de acero: se gana en vano (mayor separación entre viguetas).



Conectores no soldados



Perno soldado



Ventajas adicionales aportadas por Cofraplus y Cofrastra en el caso de pernos soldados:

- Los forjados se pueden suministrar preperforados de fábrica, con lo que se ahorra un montón de tiempo; los conectadores se pueden soldar en mejores condiciones en el taller.

Ejemplo 1

Datos

- forjado mixto Cofraplus 60, 0,75 mm
- Losa de doble vano, 3,0 m
- Carga aplicada: 3,5 kN/m², carga permanente: 0,75 kN/m²
- Estructura de acero: vanos entre vigas: 14 m

Cálculo de diseño realizado empleando el software globalFloor

Resultados del cálculo de diseño

- Vigas sin conectadores:
Viga IPE 600, peso: 122 kg/ml
- Viga mixta con conectadores:
Vigas IPE 500, peso: 79,4 kg/ml

Ahorro con conectores

- Peso de la viga: 42,6 kg/m², o el 35%
- Altura de la viga: 100 mm, o el 16,6%
- Protección de la viga (pintura, revestimiento): 7%

Ejemplo 2

Datos

- forjado mixto Cofraplus 60, 0,75 mm
- Losa de doble vano
- Carga aplicada: 3,5 kN/m², carga permanente: 0,75 kN/m²
- Estructura de acero: vanos entre vigas: 14 m
- Vigas IPE de 600 mm de altura

Cálculo de diseño realizado empleando el software globalFloor

Resultados del cálculo de diseño

- Vigas sin conectadores:
Vano de las losas (separación entre viguetas): 3 m
- Viga mixta con conectadores:
Vano de las losas (separación entre viguetas): 4,3 m

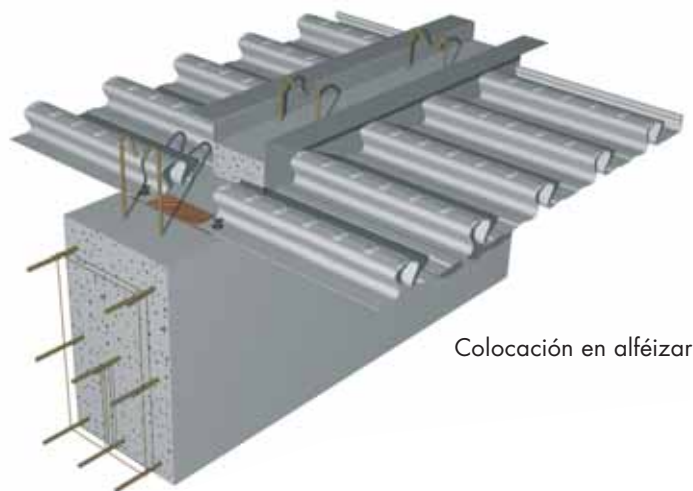
Ahorro con conectores

- Vano de las losas: 1,3 m o el 43%

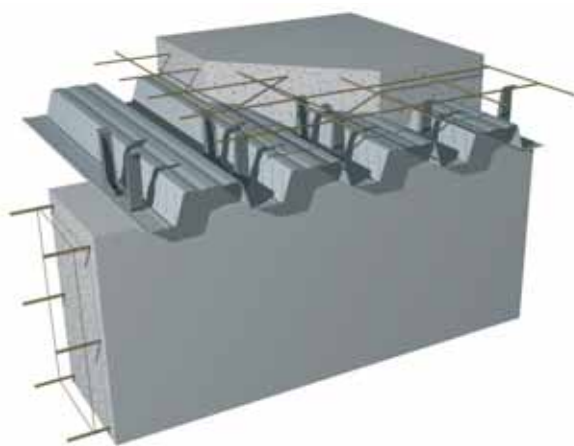
CRITERIOS DE DISEÑO

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

El sistema de forjados se puede utilizar en construcción con estructura de hormigón, con barras de refuerzo preparadas para recibir el piso y la losa.

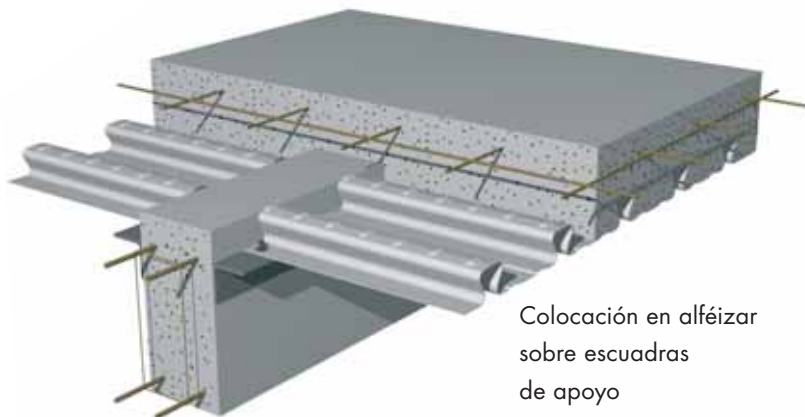


Colocación en alféizar



Colocación continua

Los conectores electro-soldados permiten una colocación continua sobre el hormigón



Colocación en alféizar sobre escuadras de apoyo



Ventajas

- Un considerable ahorro de peso de hormigón.
- Para valores equivalentes de carga y de vano, este procedimiento reduce sustancialmente las dimensiones de las vigas de hormigón.
- Un considerable ahorro de altura.
- Este procedimiento reduce el grosor del forjado, permitiendo

ganar espacio de suelo útil mediante la adición de pisos extra.

- Menos superficie para pintar o revestir.
- Aumento de la rigidez de la construcción y mejora de la estabilidad sísmica.

• Si hay limitaciones para la altura de las vigas de acero:

Se gana en vano (mayor separación entre vigas).

HUECOS EN EL SUELO

Es sencillo realizar huecos en el suelo con los forjados Arval.

Hueco en el suelo de pequeñas dimensiones

Se pueden realizar huecos salientes en el suelo de 50 cm x 50 cm como máximo, preparados antes de echar el hormigón, utilizando encofrado de acero suministrado con las medidas requeridas, hecho de elementos de madera o de bloques de poliestireno. En este caso, la chapa sólo se corta después de que el hormigón haya fraguado.

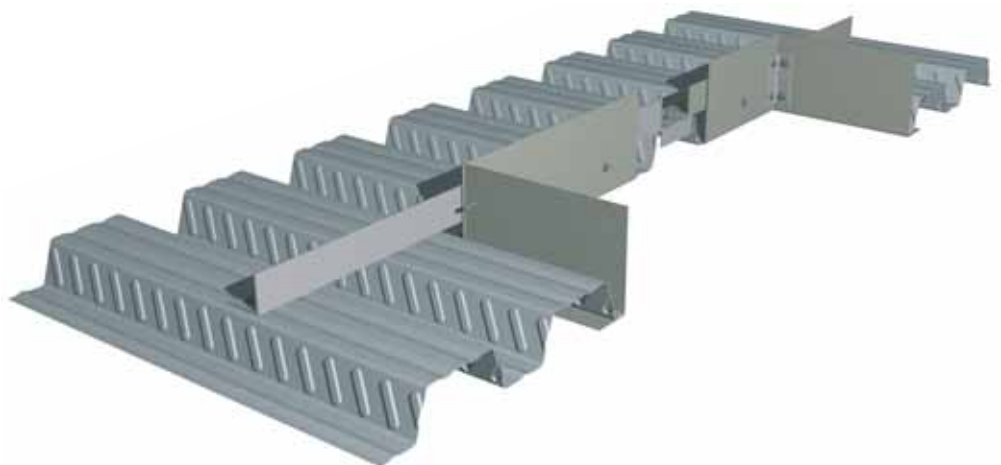
Los huecos se refuerzan sujetando escuadras de 50 x 50 x 5 mm a las vigas y en la dirección de los nervios, desde un extremo al otro de la abertura.

No es necesario poner el refuerzo si sólo se corta un nervio. Si se cortan dos o tres nervios, la sección perdida de acero se puede compensar con barras dispuestas a través del hueco.

Huecos en el suelo más grandes

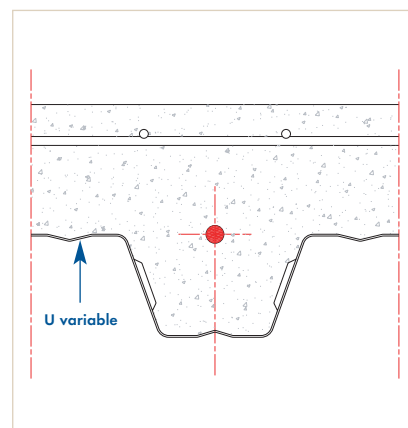
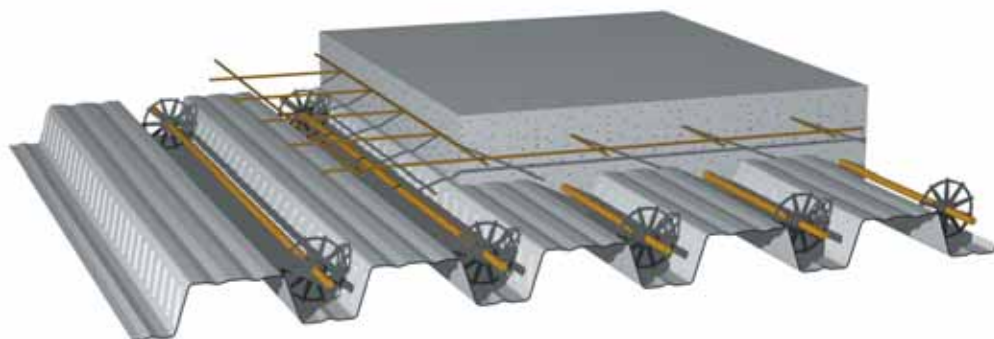
En el caso de huecos en el suelo de mayor tamaño, es necesario colocar elementos estructurales adicionales (piezas de contorno).

También se puede utilizar un sistema de huecos en el suelo a base de guarniciones angulares transversales y longitudinales y apoyos. Este sistema, que va integrado en la losa, hace de pieza de contorno y refuerza la losa alrededor del hueco. Los diferentes componentes de este sistema se pueden suministrar con las dimensiones necesarias.



comportamiento ante el fuego

- Los sistemas de forjados Arval cumplen las normativas relativas a la seguridad contra el fuego.
- La combinación hormigón – acero proporciona una eficaz protección contra los aumentos de temperatura y los forjados Arval poseen una estabilidad natural frente al fuego de 30 minutos.
- En el caso de un incendio, las chapas de acero impiden la desintegración del hormigón y el derrumbe de las losas.
- La duración de la resistencia al fuego se pueden aumentar económicamente hasta las 2 horas utilizando refuerzos adicionales en el hormigón, en el interior de los nervios y aumentando el espesor de losa. En el caso de los sistemas de forjados Arval, el resultado es siempre una sección de refuerzo más pequeña que la requerida para losas macizas utilizando idénticos supuestos de diseño.



- La sección de refuerzo resistente al fuego y su posicionamiento en los nervios se establece por diseño aplicando el Eurocódigo 4 y el nuevo Código Técnico de Edificación.
- Estas barras de refuerzo resistentes al fuego también pueden servir como barras de refuerzo flexurales en frío.
- Los requisitos de resistencia al fuego determinan también el grosor de la losa.
- La duración de la resistencia al fuego también se pueden aumentar hasta las 2 horas, añadiendo techos suspendidos cortafuegos.
- Para una capacidad piroresistente superior a las dos horas, suele ser preferible utilizar una protección rociada sobre la parte inferior, ya que es más económica.
- Los procedimientos con techos cortafuegos y la protección rociada proporcionan estabilidad ignífuga a las vigas y un refuerzo piroresistente adicional.
- Los forjados Arval combinados con viguetas de acero han sido sometidos a ensayos especiales de resistencia al fuego para validar el comportamiento de la interacción vigueta – viga (Informes de Ensayos CTICM).



comportamiento acústico



Aislamiento acústico

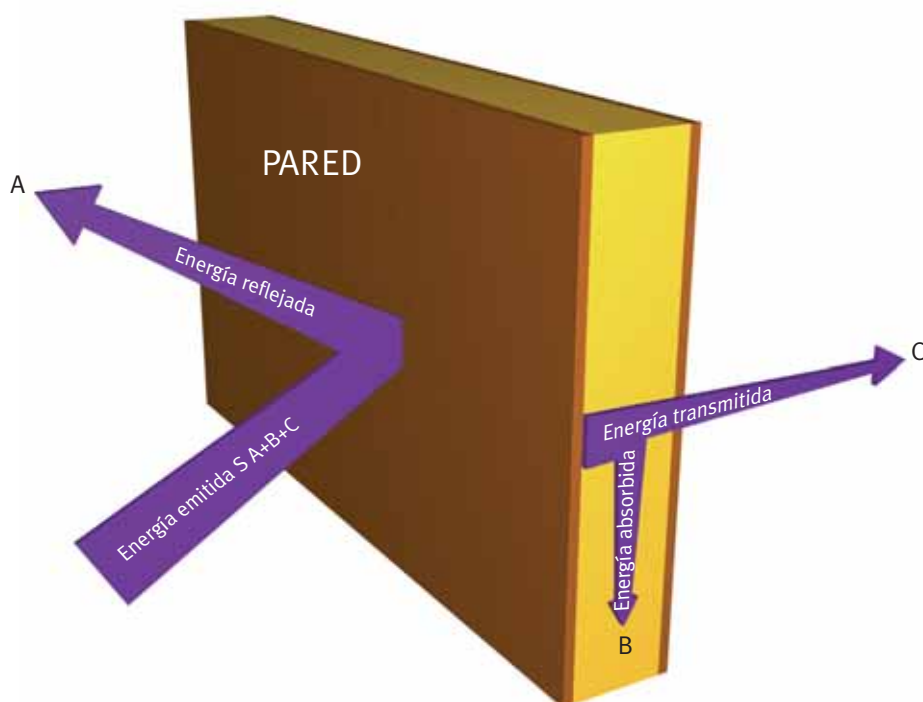
El aislamiento acústico de las paredes se basa en dos principios:

- La ley de masas, que gobierna el comportamiento acústico de paredes homogéneas, como por ejemplo las losas de hormigón.
- La ley de masa – amortiguación – masa, que gobierna el comportamiento acústico de paredes no homogéneas, como por ejemplo los sistemas de forjados Cofrastra Decibel, Cofradal 200, Cofradal 200 Decibel y Supportsol Decibel.

Se pueden utilizar sistemas de forjados Arval gobernados por la ley de masa – amortiguación – masa para obtener unas características de aislamiento superiores.

El aislamiento contra el ruido transmitido por el aire (por ejemplo, voces, televisión, sonido estéreo) se consigue, por lo tanto, utilizando sistemas que combinan la losa con una capa de revestimiento flotante y un material de aislamiento acústico bajo la capa de revestimiento aplicada en la parte superior de la losa, o un techo suspendido: Paneles de Pladur y material de aislamiento acústico en el espacio interior, como Cofrastra Decibel.

Con respecto a la reducción de ruidos de golpes, su eficacia se consigue combinando cualquiera de los dos sistemas descritos anteriormente con un revestimiento elástico del suelo (por ejemplo, alfombras o suelos de plástico).



Características acústicas del sistema de forjados Cofrastra 40 Decibel			
Compuesto	Rw(C;Ctr)	Ln,w	Informe CSTB
Cofrastra 40 + losa con un grosor de 140 mm	51 (-3;-7) dB	79 dB	23268
Cofrastra Decibel, Cofrastra 40 + losa con un grosor de 140 mm + espacio interior de 70 mm + Pladur BA13	56 (-6;-11) dB	66 dB	23268
Cofrastra Decibel, Cofrastra 40 + losa con un grosor de 140 mm + espacio interior de 70 mm + IBR de 60 mm + Pladur BA13	65 (-4;-10) dB	61 dB	23268

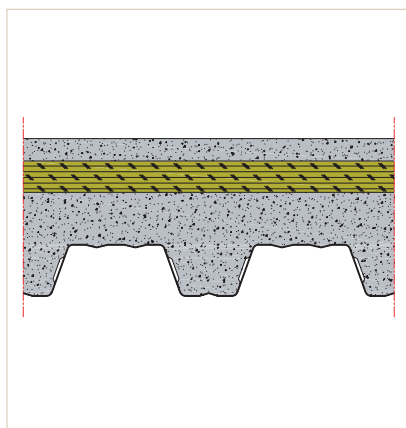
Características acústicas del sistema de forjados Cofradal 200			
Compuesto	Rw(C;Ctr)	Ln,w	Informe CSTB
Cofradal 200 solamente	58 (-1;-6) dB	78 dB	Estructuras ID AC 04-060
Cofradal 200 con techo suspendido + lana de vidrio par 30 mm from Isover + BA13 de Placoplatre	64 (-2;-7) dB	66 dB	AC 01-133
Cofradal 200 con capa de revestimiento flotante + Rocksol 501 de 20 mm + capa de revestimiento reforzada en seco de 50 mm	72 (-6;-14) dB	49 dB	Estructuras ID AC 04-060

Corrección acústica

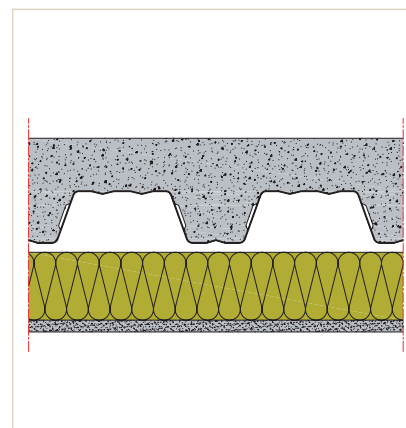
Cofradal 200 Decibel

La cara inferior de las bandejas de Cofradal 200 se puede perforar para cumplir los requerimientos de corrección acústica. El coeficiente de absorción α_w es de 0,85.

aislamiento térmico



Aislamiento térmico bajo una capa de revestimiento



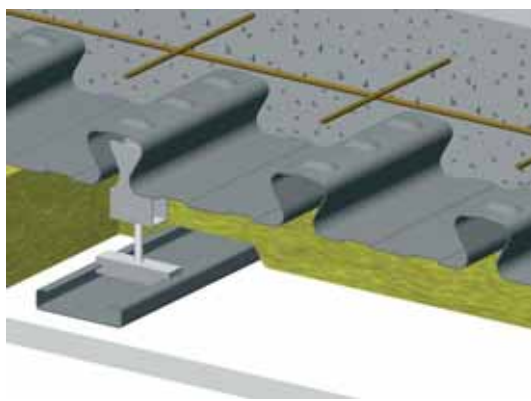
Aislamiento térmico sobre el techo



Arval propone diferentes soluciones para tratar los problemas de los suelos con aislamiento térmico, teniendo en cuenta las normativas relativas al aislamiento térmico: inserción de un aislamiento térmico bajo la capa de revestimiento o aislamiento por encima del techo.

La elección de los materiales adecuados y las condiciones para su colocación deben tener en cuenta las normativas tanto térmicas como de aislamiento (según CTE 2006).

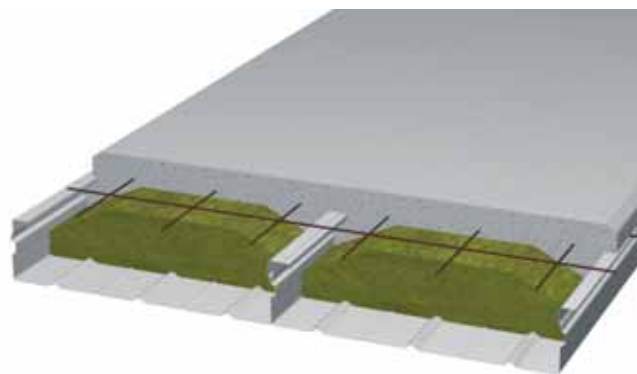
Cofrastra Decibel Un grosor de forjado de 20 cm, 4 combinaciones de grosor de losa y material de aislamiento y sus características de aislamiento térmico				
Grosor de la losa mixta	Grosor del material de aislamiento térmico	Resistencia térmica del aislamiento	Resistencia térmica del forjado	Coefficiente de pérdida superficial del forjado en U
8 cm	12 cm	3 m ² K/W	3,3 m ² K/W	0,31 W/m ² K
10 cm	10 cm	2,5 m ² K/W	2,8 m ² K/W	0,36 W/m ² K
12 cm	8 cm	2 m ² K/W	2,3 m ² K/W	0,44 W/m ² K
14 cm	6 cm	1,4 m ² K/W	1,8 m ² K/W	0,56 W/m ² K



Cofrastra Decibel

Si existe un material de aislamiento térmico y/o acústico en el espacio interior del sistema Cofrastra Decibel, éste proporciona al forjado una resistencia térmica al menos igual a las características del revestimiento o de los aislantes utilizados.

Por lo tanto, el intercambio térmico entre locales situados uno encima del otro se reduce ligeramente, proporcionando a los usuarios verdadera libertad para regular su propia calefacción y gestionar sus costes energéticos.



Cofradal 200

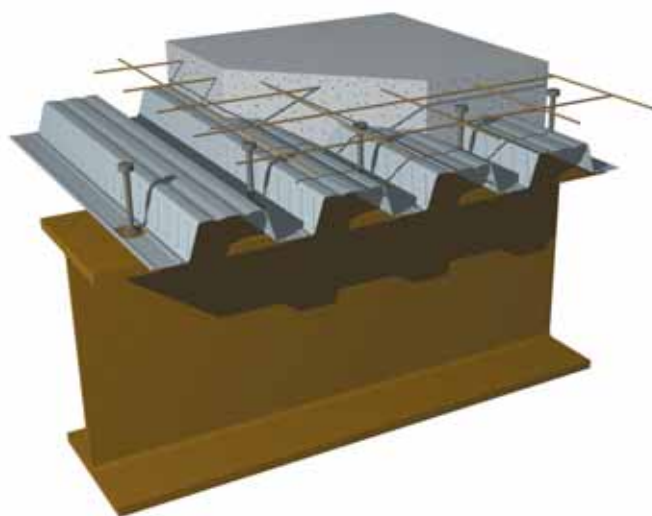
La presencia de un panel de lana de roca de 130 mm ($R = 3,14 \text{ m}^2\text{K}/\text{m}^2$) proporciona al Cofradal 200 un excelente aislamiento térmico.

uso en zonas sísmicas



Los sistemas de forjados mixtos acero – hormigón Cofraplus, Cofrastra y Cofradal 200 en particular, dada su ligereza y amplia banda de plasticidad, ofrecen una notable ventaja en relación con el esfuerzo sísmico en comparación con una losa equivalente de hormigón armado.

Son, por lo tanto, muy valorados y utilizados frecuentemente en proyectos de construcción situados en zonas sísmicas. La contribución de los forjados mixtos al arriostramiento horizontal (fuerza horizontal) de la estructura también es utilizada con frecuencia.



En este tipo de aplicación, Cofraplus, Cofrastra y Cofradal 200 van sujetos a todos los soportes y en los soportes van colocados un número apropiado de conectores. Esta cantidad se decide en función de los esfuerzos a transferir.



ejemplos de diseño



Almacén

Datos

- **Cargas:**
Carga aplicada: 15 kN/m²
Carga permanente: 2 kN/m²
- **REI:** 120 minutos

Estructura

- **Separación de vigas:** 4,5 m
- **Vano entre vigas:** 10 m

Solución propuesta:

Se seleccionó el forjado Cofrastra 70.



Pisos

Datos

- **Cargas:**
Carga aplicada: 1,5 kN/m²
Carga permanente: 1,5 kN/m²
- **REI:** 120 minutos

Estructura

- **Separación de vigas:** 5 m
- **Vano entre vigas:** 5 m

Soluciones propuestas:

Se seleccionaron dos forjados:
- Cofrastra 40: apuntalado
- Cofradal 200: sin apuntalar.



Aparcamiento elevado

Datos

- **Cargas:**
Carga aplicada: 2,5 kN/m²
Carga permanente: /
- **REI:** 90 minutos

Estructura

- **Separación de vigas** (columnas) : 2,5 m
- **Vano entre vigas** (distancia entre fachadas del edificio): 16 m

Solución propuesta:

Se seleccionó el sistema de forjados Cofraplus 60.

EJEMPLOS DE DISEÑO



Oficinas 1

Datos

- **Cargas:**
Carga aplicada: 3,5 kN/m²
Carga permanente: 1 kN/m²
- **REI:** 120 minutos

Estructura

- **Plantas abiertas**
sin columnas intermedias
- **Separación de vigas:**
3 ou 6 m
- **Vano entre vigas** (distancia entre fachadas del edificio): 14 m

Soluciones propuestas:

- forjado Cofraplus 60 (vano de 3 m)
- forjado Cofradal 200 (vano de 6 m).



Oficinas 2

Datos

- **Cargas:**
Carga aplicada: 3,5 kN/m²
Carga permanente: 0,75 kN/m²
- **REI:** 120 minutos

Estructura

- **Separación de vigas:** 3 m
- **Vano entre vigas:** 12 m
- **Espacio de suelo necesario en el arranque de las vigas:** máximo 700 mm, incluyendo el tendido de las redes de servicios (es decir, electricidad, agua, ventilación)

Solución propuesta:

Se seleccionó el forjado Cofraplus 60 combinado con vigas alveoladas ACB para permitir el tendido de las redes de servicios.



Edificios para escuelas

Datos

- **Cargas:**
Carga aplicada:
2,5 kN/m²
4 kN/m² (para circulación)
Carga permanente: /
- **REI:** 90 minutos

Estructura

- **Separación de vigas:** 5 m
- **Vano entre vigas:** 10 m
- **Viguetas:** Vigas asimétricas IFB

Solución propuesta:

Se seleccionó el forjado Cofradal 200.



Hoteles

Datos

- **Cargas:**
Carga aplicada: 2,5 kN/m²
Carga permanente: 1 kN/m²
- **REI:** 90 minutos

Estructura

- **Separación de vigas:** 3 m
- **Vano entre vigas:** 7 m

Solución propuesta:

Se seleccionó el forjado Cofraplus 60.



Hospitales

Datos

- **Cargas:**
Carga aplicada:
1,5 kN/m²
2,5 kN/m² (para circulación)
3,5 kN/m² (áreas técnicas)
Carga permanente: 1 to 3 kN/m²
- **REI:** 90 minutos

Estructura

- **Separación de vigas:** 5,5 m
- **Vano entre vigas:** 8 m

Solución propuesta:

Se seleccionó el forjado Cofradal 200.



Terrazas

Datos

- **Cargas:**
Carga aplicada: 2,5 kN/m²
Carga permanente: 3 kN/m² (terreno para terraza jardín)
- **REI:** 90 minutos

Estructura

- **Separación de vigas:** 3 m
- **Vano entre vigas:** 5 à 10 m

Solución propuesta:

Se seleccionó el forjado Cofraplus 76.

Cálculo

Presentación de las herramientas de diseño Arval y comparación económica de las distintas soluciones.



software Cofra



Cofra es un programa de diseño asistido por ordenador para las losas mixtas Cofraplus y Cofrastra, desarrollado por Arval. El cliente puede instalar este software en su sistema informático bajo pedido.

Arval proporciona asistencia técnica a sus asociados para asegurar la terminación y verificación técnica de los proyectos de suelos.

Supuestos de diseño (especificaciones según Código Técnico)

- Criterios de deflexión en la fase de construcción:
 $f=L/240$
- Criterios de deflexión en la fase mixta bajo cargas normales:
 - a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
 - b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas
 - c) 1/300 en el resto de los casos.
- Límite elástico del refuerzo de acero:
 $\sigma_e \geq 500$ MPa
- Límite elástico del tablero de acero:
El límite elástico de Cofraplus, Cofrastra y Cofradal se encuentra entre 280 MPa.
- Valores de diseño de las acciones:
Cargas permanentes: 1,35
Cargas variables: 1,50

Soporte de los cálculos de diseño

En aplicación de las normas de diseño descritas en el Anexo a la Certificación Técnica relativa a Francia, o en aplicación de las reglamentaciones pertinentes de cada país en relación con los datos de proyecto, Arval puede establecer un soporte de los cálculos de diseño utilizando el software Cofra.

Cofradal 200

El soporte de los cálculos de diseño se puede establecer utilizando un software especial de diseño. Para la disposición de las vigas de Cofradal 200 también se utiliza un software de dibujo de disposiciones.

Introducción de datos

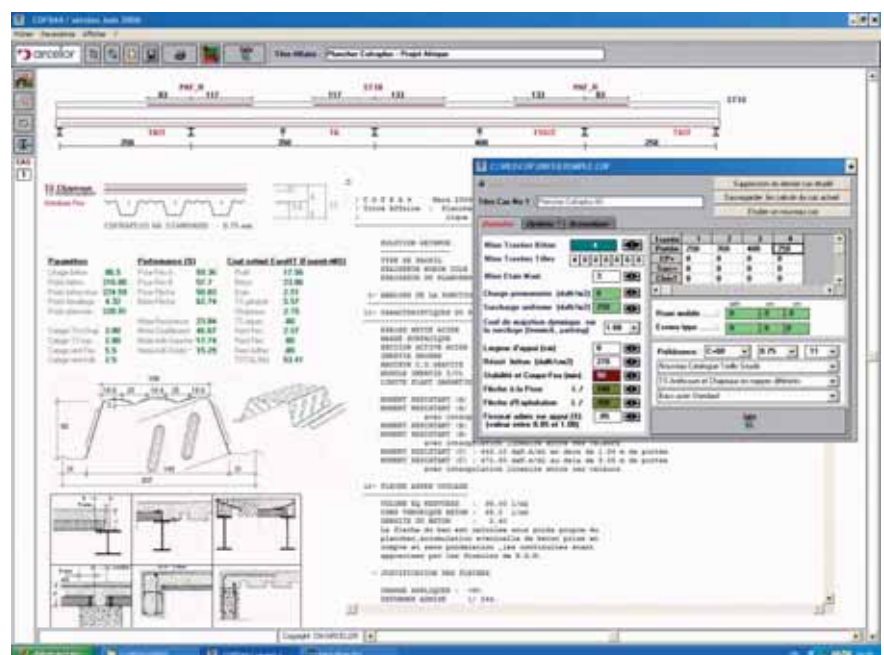
El usuario puede introducir en el programa los datos base del proyecto, obtenidos de los planos de soportes – estructura:

- sistema estático: Número de tramos de hormigón y tramos de chapa,
- vano de cada tramo,
- número máximo de puntales en la fase de construcción,
- cargas permanentes y cargas dinámicas distribuidas uniformemente,
- duración requerida de cortafuegos,
- reducción acústica,
- deflexiones en las fases de construcción y mixta,
- carga por tramo (cargas uniformes, lineales, cargas muertas adicionales), cargas dinámicas (coches, carretillas elevadoras de horquilla),
- preferencias de uso: Tipo de chapa, Espesor de chapa,
- grosor deseado de la losa,
- si la losa es continua, elegir entre una malla simple (optimiza la colocación) y dos capas de malla (optimiza el consumo de refuerzos).

Resultado:

El software Cofra busca el grosor mínimo necesario de losa según las especificaciones de diseño descritas en el Anexo a la Certificación Técnica (si es en Francia) o las especificaciones de la Certificación correspondiente a cada país

Es redactada una descripción completa para cada solución (refuerzos, hormigón, etc.). La descripción relativa a cada solución aparece representada gráficamente en la pantalla del ordenador. El usuario puede entonces cambiar parámetros para llegar a una solución “optimizada”. También se pueden imprimir los cálculos completos de diseño.



software globalFloor



globalFloor es una parte comparativa de software que optimiza económicamente el material para suelos utilizando vigas y sistemas de forjados para suelos Arval.

Este software permite seleccionar dimensiones de estructuras para conseguir la solución más económica, teniendo en cuenta las limitaciones del proyecto. La elección de componentes de materiales para pisos, predimensionamiento y comparación de variantes de globalFloor para optimizar la selección económica, se puede hacer desde la fase previa al proyecto.

globalFloor se utiliza para especificar todos los criterios de selección en conformidad con las Certificaciones Técnicas francesas, las Certificaciones de otros países y los Eurocódigos (en el caso de vigas).

Es fácil de usar y puede ser configurado por el usuario para adecuarlo a sus propias necesidades.

No obstante, esta herramienta de dimensionamiento previo no prescinde de la necesidad del estudio técnico tradicional y sus correspondientes cálculos de diseño.

globalFloor tiene en cuenta:

- **Las necesidades:** tipo de edificación, cargas aplicadas y permanentes, estabilidad piroresistente, necesidades máximas de espacio de suelo, aislamiento acústico y deflexión admisible.
- **Los supuestos a probar respecto a la estructura:** vanos, separación y número de viguetas, modo de exploración de las soluciones posibles.
- **Los tipos de viguetas y losas:** especificaciones de diseño elegidas, tipos de vigas y chapas de acero, distancia, con o sin unión estructura / losa (pernos de seguridad soldados).

Ejecución



Sport City Tower, Doha (Qatar)

ARCHITECT: Concept Architect Hadi Simaan, Florida (USA)

STRUCTURE: Arup, London (United Kingdom)

secuencias de ejecución



Entrega de bultos



Almacenamiento temporal de los bultos



Transporte de los tableros



Colocación de las guarniciones de los bordes



Sencilla, rápida, práctica, la ejecución se puede dividir en siete secuencias principales.

Secuencia 1 **Almacenamiento temporal de los bultos**

Si la resistencia de la estructura es suficiente, los bultos se pueden almacenar cerca de la zona de colocación, sobre la estructura de sustentación. No cargar las losas de hormigón vertido aún en fase de fraguado.

Secuencia 2 **Transporte de chapas**

Cargar, caminar y trabajar sobre los tableros está prohibido hasta que estén sujetos y apuntalados (la posición de todos los puntales siempre es especificada por la oficina de ingeniería y diseño).

Secuencia 3 **Colocación de las guarniciones de los bordes**

El encofrado para los bordes está formado generalmente por guarniciones hechas de acero galvanizado doblado en las esquinas. Se pueden suministrar con las medidas requeridas. Las guarniciones para el borde de la losa se ajustan en función de la línea tendida entre las columnas

Secuencia 4 **Colocación de las chapas de forjado**



Colocación de las chapas de forjado

SECUENCIAS DE EJECUCIÓN



Fijación y unión de la chapa de forjado



Cualquier tipo de corte



Secuencia 5

Fijación y unión de la chapa de forjado – Cualquier tipo de corte

El corte de la chapa de forjado en un ángulo oblicuo a lo largo de un borde para dejar espacio libre para una columna, se lleva a cabo según avanzan los trabajos.

Los cortes, rápidos y precisos, se hacen con una tijera de chapa o una sierra circular.

Los huecos cortados antes de hormigonar deben apuntalarse.



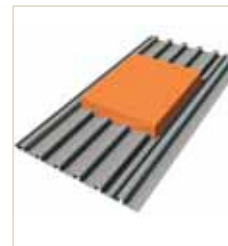
Colocación de los tapones de relleno



Cinta adhesiva de sellado



Hueco saliente utilizando encofrado de acero



Hueco saliente utilizando un pequeño bloque de poliestireno

Secuencia 6

Colocación de tapones de relleno y huecos salientes



Colocación de refuerzos



Echando el hormigón



Secuencia 7

Colocación de refuerzos

Deben seguirse las instrucciones de los planos de la oficina técnica y asegurarse de que los refuerzos quedan cubiertos.

Vertido del hormigón

El hormigón debe echarse desde la cuba sobre los elementos que soportan la carga (por ejemplo, viguetas o vigas).

El hormigón no se debe acumular mientras se está echando.

los diez mandamientos del operario

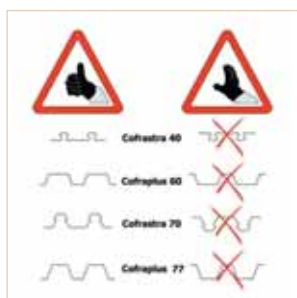
Este capítulo ofrece un resumen de las normas de buena práctica a seguir para la colocación de forjados Arval.



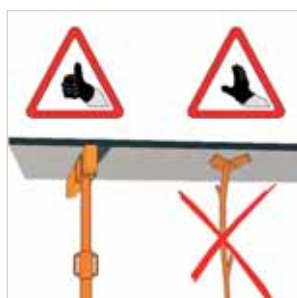
1. Manejo y almacenamiento adecuados.



2. Comprobar la longitud de las chapas.



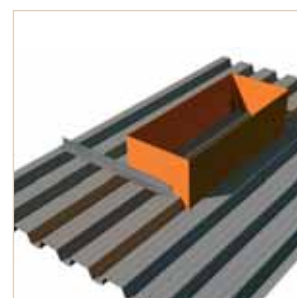
3. Prestar atención al sentido de colocación.



4. Utilizar puntales con apoyo en un soporte continuo de madera.



5. Apuntalar todos los salientes.



6. Respetar los planos para los huecos en el suelo.



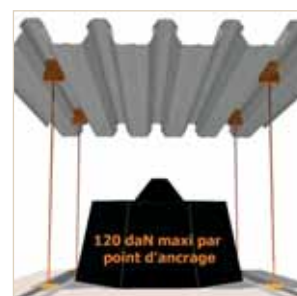
7. Respetar las cubriciones de refuerzo.



8. Asegurarse de que no haya una acumulación de hormigón.



9. Ajustar la losa según avanzan los trabajos.



10. Cumplir las normas de anclaje a la parte inferior.

manejo y almacenamiento



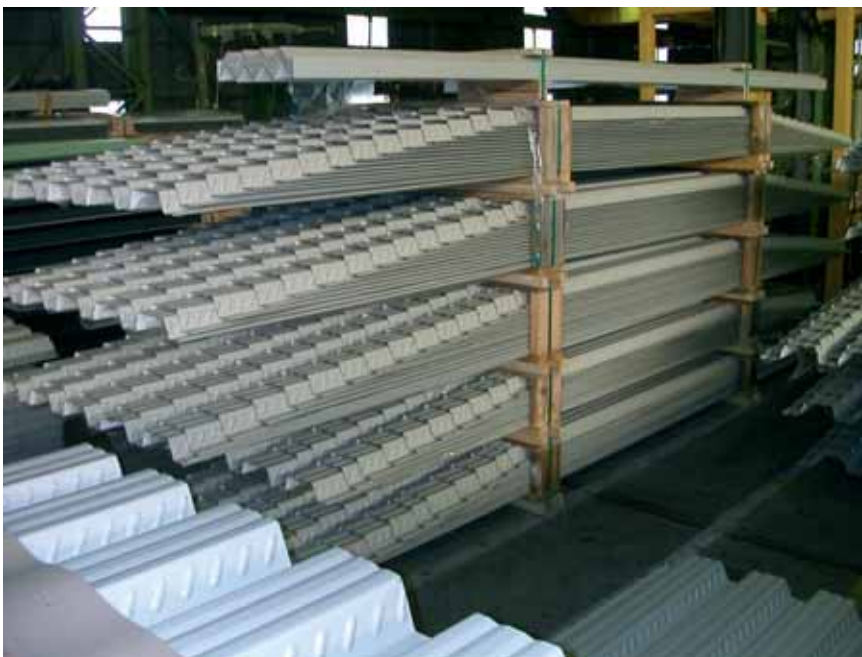
Manejo

El embalaje de los forjados Arval está diseñado para que pueda ser manejado con eslingas (es la solución preferida) o utilizando una carretilla elevadora de horquilla. Es importante respetar los puntos de elevación indicados.



Manejo de los paquetes

Cargar, pasar por encima y trabajar sobre las chapas está prohibido hasta que estén bien fijados y apuntalados (la posición de los puntales es especificada siempre por el proyectista y la oficina técnica).

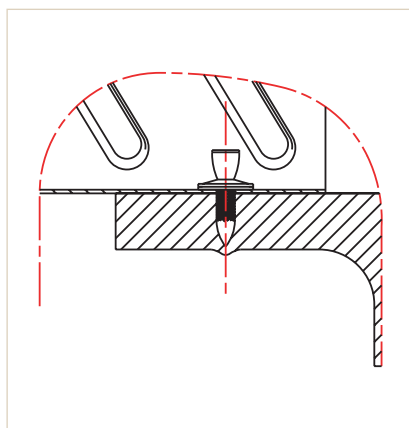


Almacenamiento

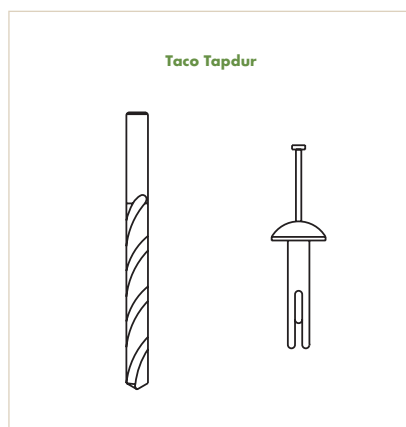
Los bultos deben descansar sobre apoyos sobre un suelo resistente y limpio. Los bultos apilados (de no más de cinco) deben tener la misma longitud para poder corregir la posición de los apoyos. Las líneas de contacto entre las chapas apiladas son sensibles al agua (por ejemplo, lluvia o condensación).

Una mala ventilación de los bultos puede causar la aparición de manchas blancas de carbonato básico de zinc sobre la capa de galvanizado.

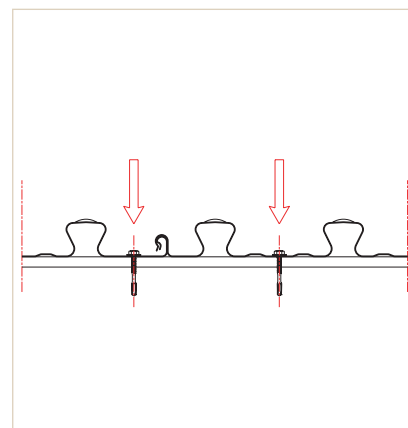
técnica de fijación de chapas de forjado



Apoyo sobre estructura de acero



Vigas de hormigón



Posición de las fijaciones sobre Cofrastra 40

La finalidad de las fijaciones es asegurarse de que las chapas de forjado no se muevan bajo los efectos del viento o de la gente al caminar sobre ellos; las fijaciones unen el encofrado a la estructura.

Las cabezas de los pernos de fijación actúan como marcadores sobre las viguetas de apoyo para situar el refuerzo superior.

Es importante no caminar entre los soportes cuando se están sujetando las chapas de forjado: la deformación resultante de estas acciones sería permanente. Si la fijación al soporte no es posible, la chapa de forjado se sujetará temporalmente a un puntal extremo.

Las uniones entre chapas de forjado, accesorios y la estructura que soporta la carga, así como también las fijaciones a lo largo de las líneas de unión, deben hacerse empleando las siguientes técnicas:

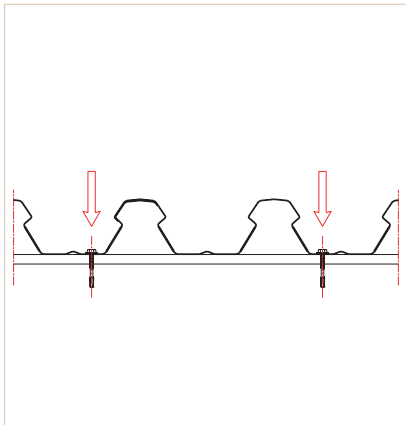
Fijación de chapas de forjado sobre la estructura que soporta la carga

El tipo de fijación depende de la estructura que soporta la carga. Se pueden usar clavos a pistola para las viguetas de acero. En las vigas de hormigón se suelen utilizar normalmente tacos Tapdur o similares. Por último, en el caso de una estructura de madera, la fijación se hace con la ayuda de tirafondos o tornillos de hincar.

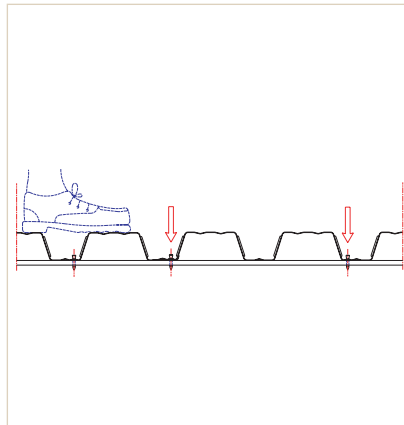
Fijación sobre soportes en los extremos

Hay que hacer dos fijaciones por cada chapa de forjado en cada soporte en los extremos

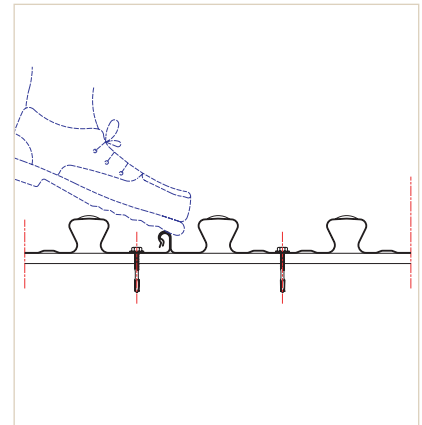
TÉCNICA DE FIJACIÓN DE TABLEROS DE FORJADO



Posición de las fijaciones sobre Cofrastra 70



Principio de fijación de Cofraplus 60



Encaje de Cofrastra 40

Fijación de superposiciones laterales y accesorios

La unión de las superposiciones laterales y la fijación de los accesorios se realizan empleando técnicas de fijación adecuadas.

Dos de esas técnicas posibles de uso universal son el empleo de remaches ciegos o de tornillos para madera o de rosca chapa.

Los centros de unión de las superposiciones laterales a los solapes longitudinales entre chapas de forjado adyacentes son específicos para cada chapa de forjado Cofrastra 40 y Cofrastra 70, así como para los forjados Cofraplus y Cofrasol.

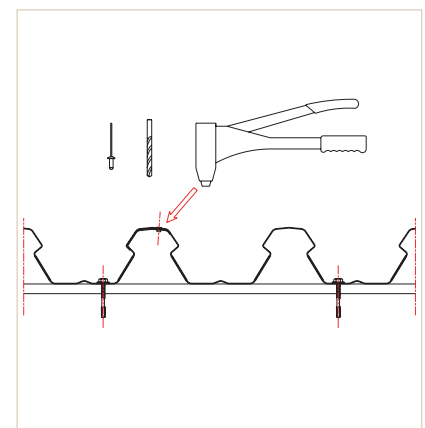
Cofrastra 40

Los rebordes de las superposiciones laterales de las chapas de forjado Cofrastra 40 son fáciles de encajar con una ligera presión del pie o de las manos.

Puede ser necesaria la fijación si los rebordes de encaje tienen tendencia a soltarse, lo que puede ocurrir en el caso de separaciones especialmente largos.

Cofrastra 70

En el caso de Cofrastra 70, la unión se lleva a cabo encajando los chapas al solaparlos con el siguiente chapa. En el caso de vanos grandes (de más de 3 m), es aconsejable completar las fijaciones con dos remaches o tornillos de unión colocados a intervalos de un tercio del vano.

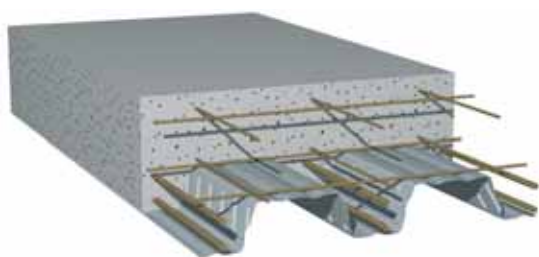


Encaje de Cofrastra 70

Chapas de forjado de nervios abiertos: Cofraplus, Cofrasol

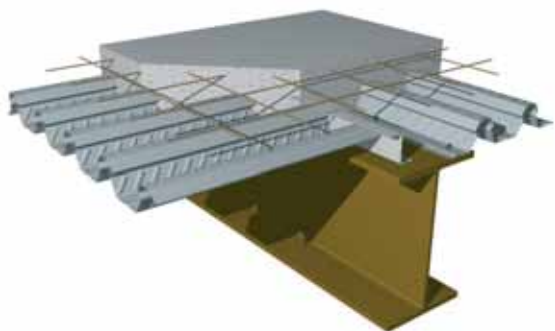
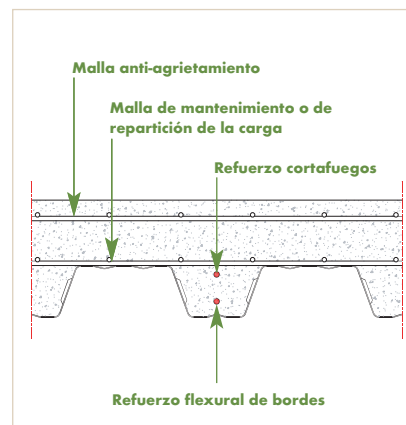
La unión de los solapes longitudinales entre chapas de forjado adyacentes se consigue colocando remaches o tornillos de unión aproximadamente cada 100 cm cuando hay varios vanos o cada 75 cm si hay un solo vano.

colocación de chapas de forjado



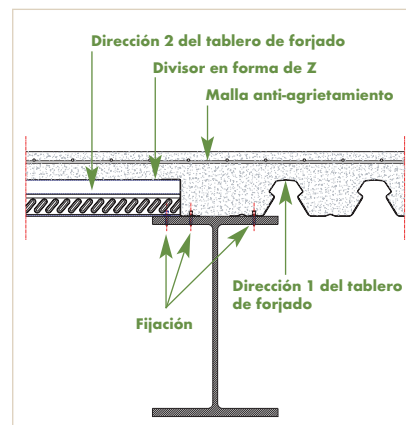
Chapas de forjado de perfil normalizado

Detalles de refuerzo (malla anti-agrietamiento, refuerzo cortafuegos y/o flexural) en el perfil normalizado de la losa.
Se puede tender una malla de repartición de la carga para cargas dinámicas concentradas.



Cambio de dirección de las chapas de forjado

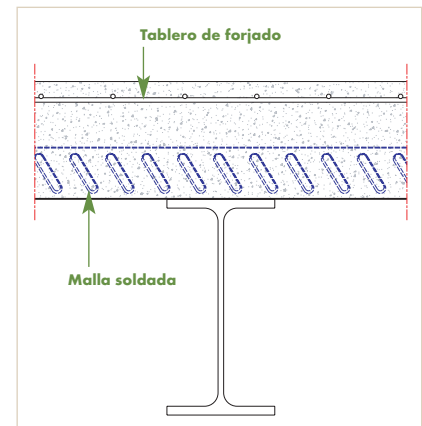
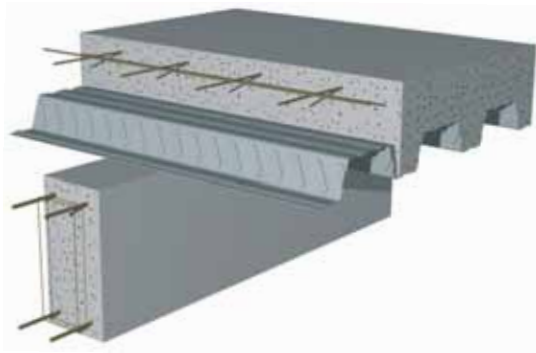
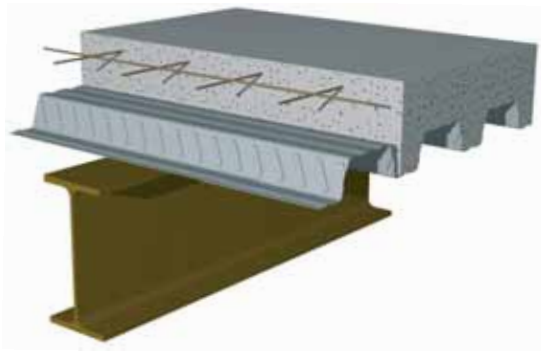
Cuando la chapa de forjado cambia de dirección, se puede utilizar un divisor en forma de Z de la misma altura que la sección de la chapa de forjado mixto para asegurarse de que la unión quede sellada.



COLOCACIÓN DE CHAPAS DE FORJADO

Chapa de forjado sobre un soporte intermedio

Forjado continuo sobre un soporte de hormigón o de acero. La superficie de apoyo sobre el soporte suele ser mayor de 80 mm.



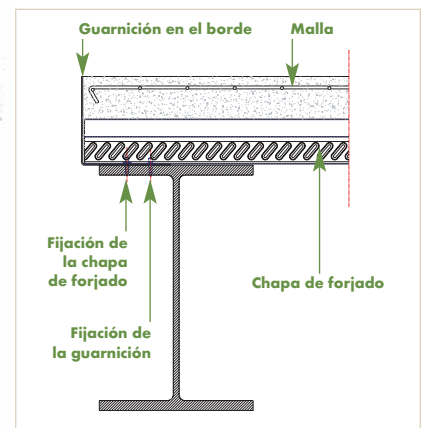
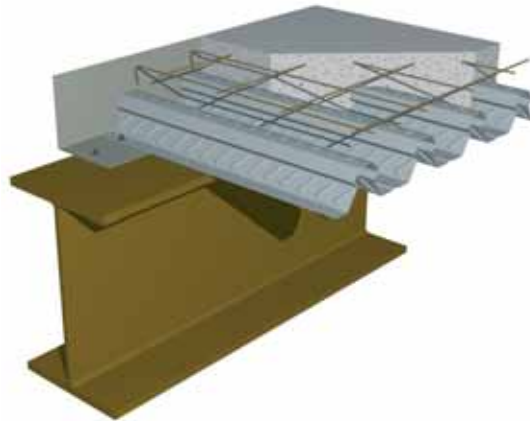
El croquis muestra una capa simple de malla anti-agrietamiento y el refuerzo superior. El refuerzo superior puede consistir en una capa distinta de la capa de malla antiagrietamiento.

COLOCACIÓN DE CHAPAS DE FORJADO

Terminación de los chapas

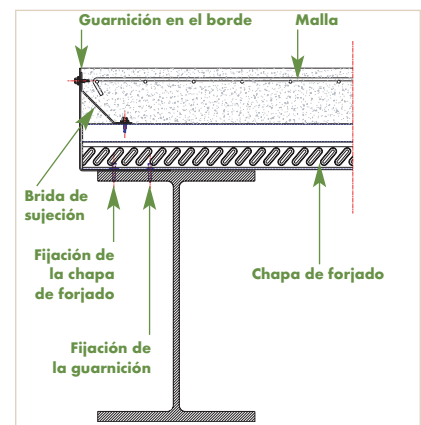
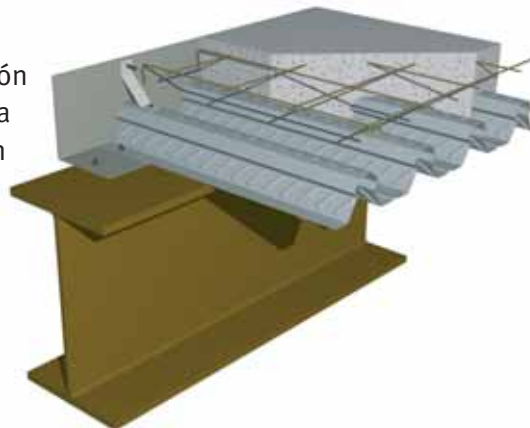
El ensamblaje de los bordes se realiza mediante guarniciones en los bordes de unas medidas adecuadas al grosor del forjado sujeto al soporte.

Estas se utilizan para retener el hormigón húmedo en el nivel correcto del perímetro del piso.



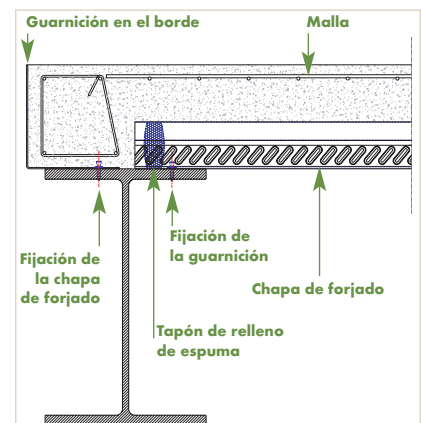
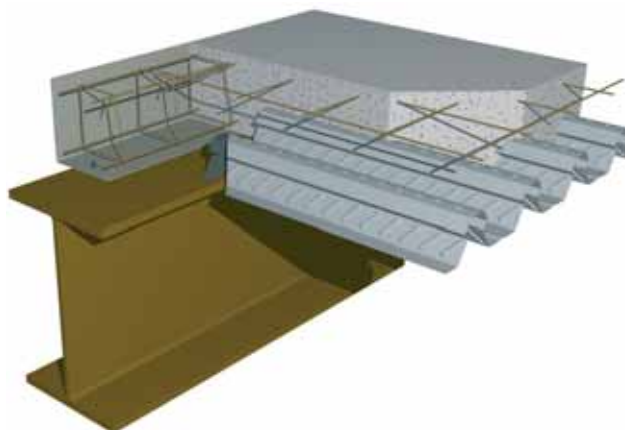
Guarnición fijada a un soporte de acero

Se recomienda la colocación de bridas de sujeción, para asegurar que la guarnición del borde se mantenga en su posición, para grosores de 15 cm o más.



Guarnición fijada a un soporte de acero con una brida de sujeción

Se puede utilizar la guarnición del borde para diseñar un refuerzo en los extremos de la chapa de forjado.

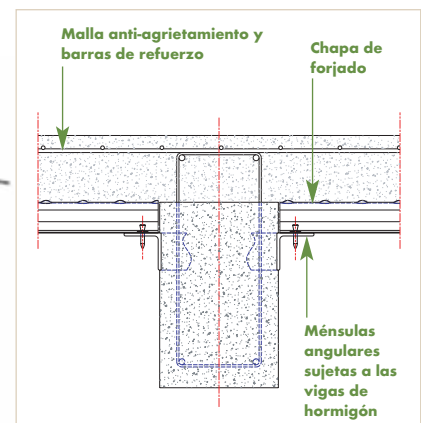
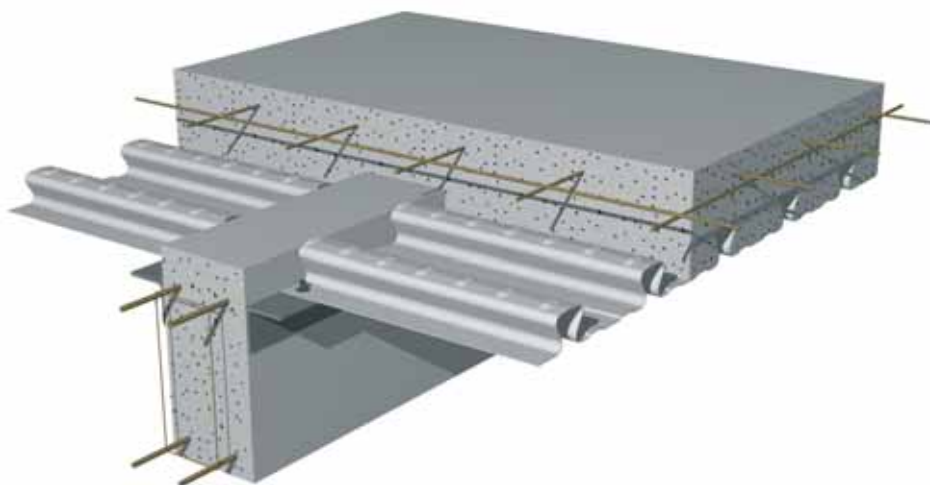


Soporte final con refuerzo empotrado sobre viga de acero

COLOCACIÓN DE CHAPAS DE FORJADO

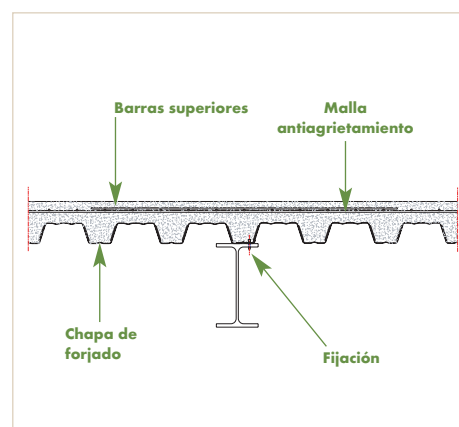
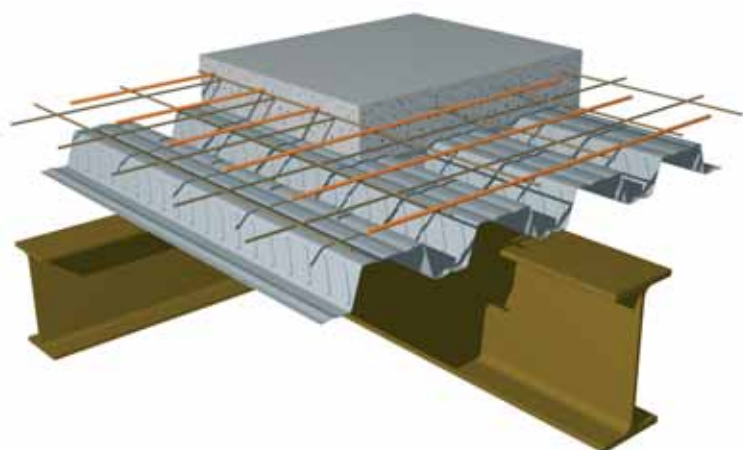
Colocación de rebajes sobre vigas de hormigón armado

En el caso de soportes de hormigón, algunas veces no es suficiente con una base para obtener los 50 mm de apoyo necesarios, en cuyo caso es necesario crear soportes incorporando o fijando ménsulas angulares a la viga de hormigón.

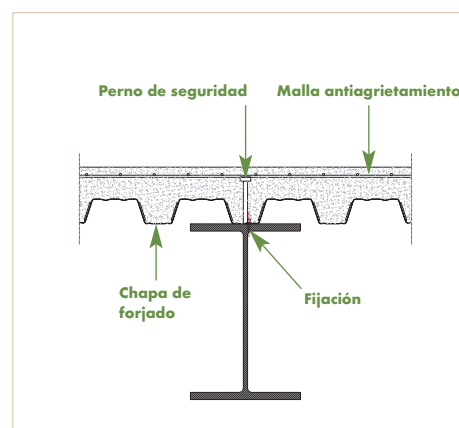
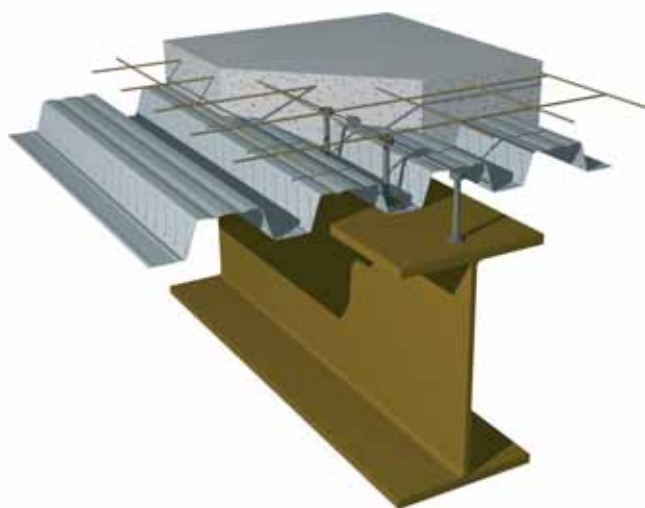


COLOCACIÓN DE CHAPAS DE FORJADO

Posición de la viga maestra



Viga paralela a los nervios

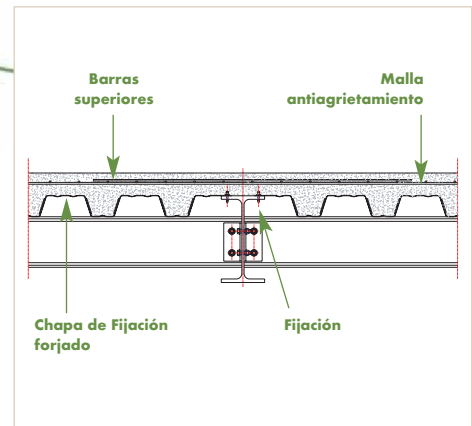
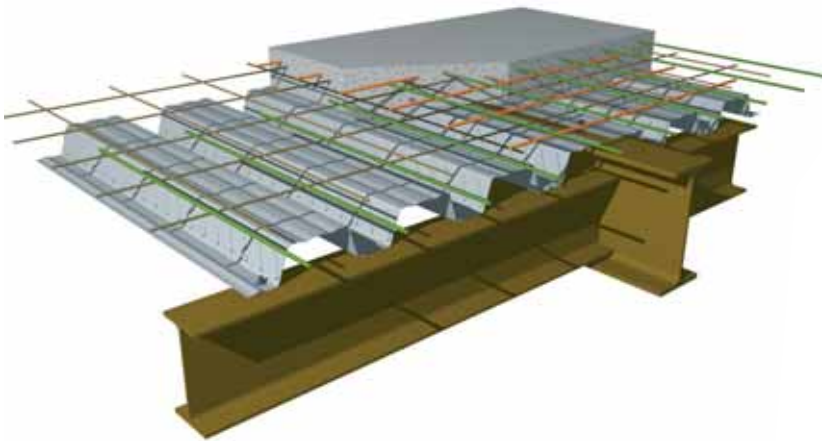


Viga mixta

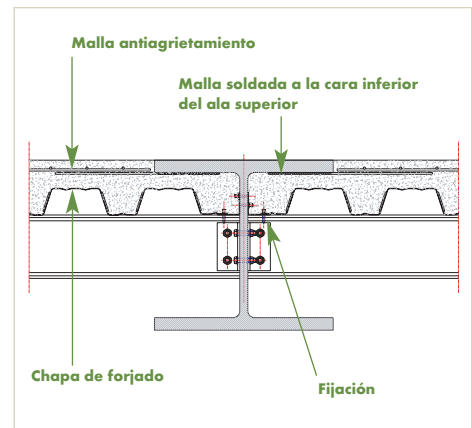
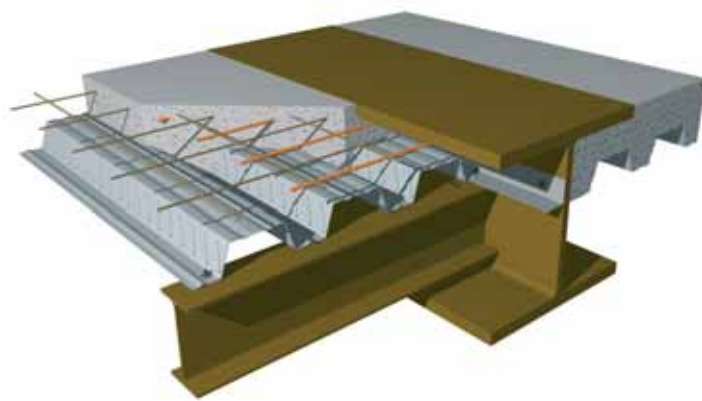
Cuando la viga maestra va paralela con los nervios del tablero, el plano de disposición de las chapas debe prever una corrugación de un lado a otro para apoyo y posiblemente deba ir fijada a la viga maestra.

Si se va a diseñar la viga maestra como parte de la construcción mixta, el borde inferior deberá estar bien centrado sobre el ala superior de la viga. También se deben instalar barras superiores transversales sobre la viga maestra.

COLOCACIÓN DE CHAPAS DE FORJADO



Losa sobre la viga maestra



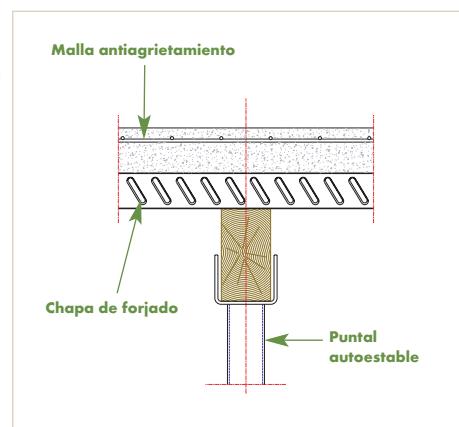
Losa al nivel de la viga maestra

Si la viga maestra no está al mismo nivel que las viguetas que soportan las chapas, se pueden proponer otras disposiciones de construcción.

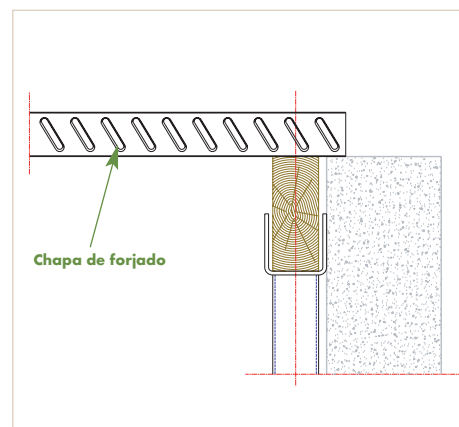
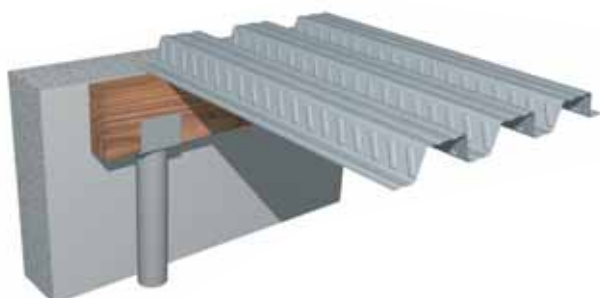
COLOCACIÓN DE CHAPAS DE FORJADO

Colocación de puntales

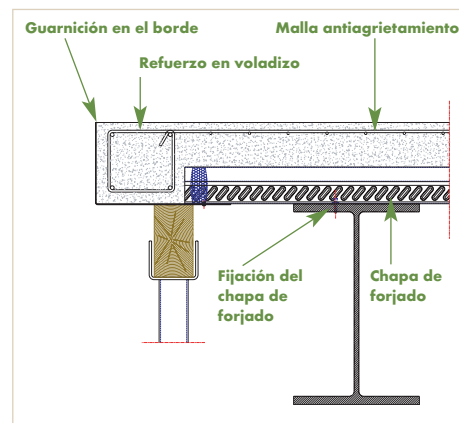
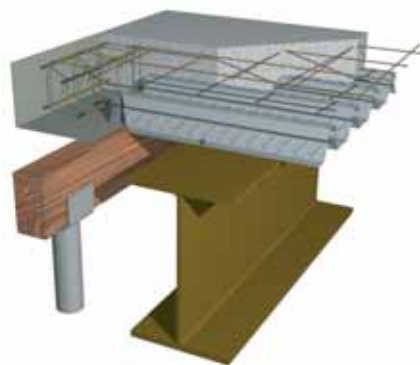
Los puntales de 60 mm de ancho se deben estabilizar sobre el terreno.



Puntal de sección estándar



Puntal en un borde

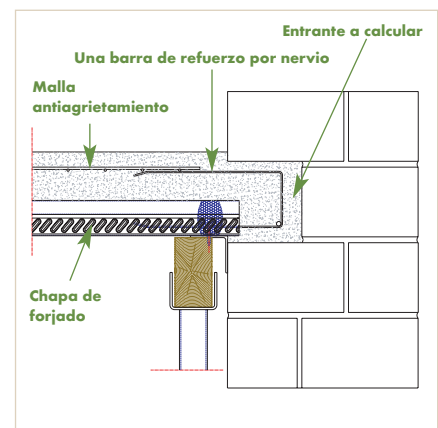
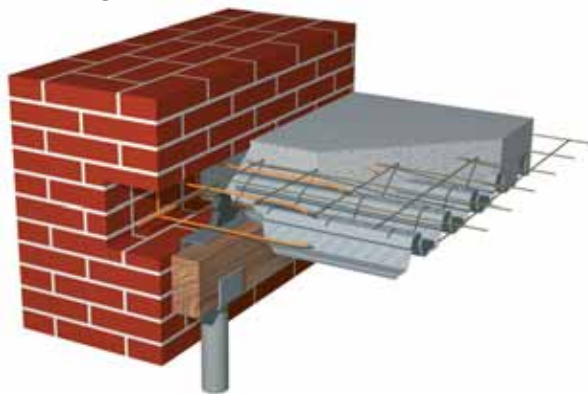


Puntal bajo la guarnición del borde

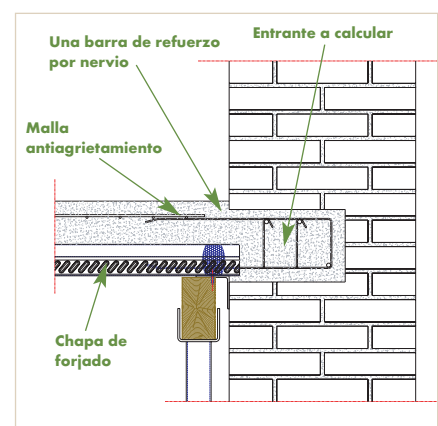
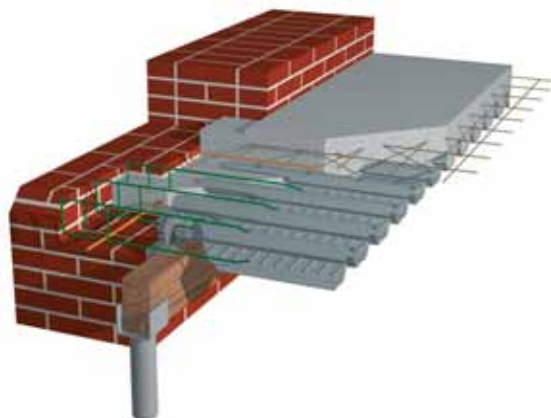
COLOCACIÓN DE CHAPAS DE FORJADO

Apoyo sobre mampostería

En este caso, en el que se prevé un soporte por medio de un entrante en la mampostería, es necesario colocar un puntal contra la pared en la fase de vertido del hormigón.



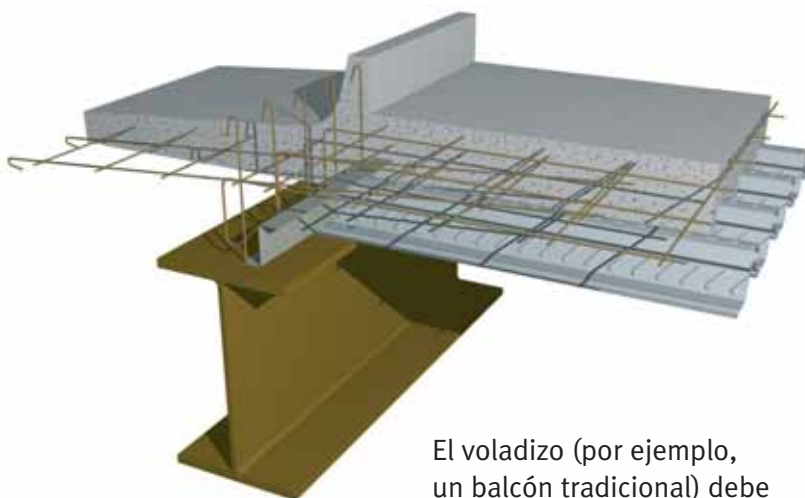
Apoyo del forjado sobre una pared de mampostería



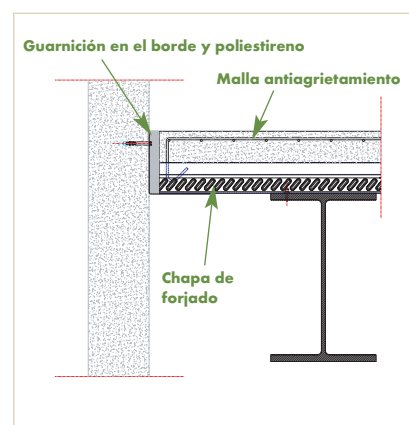
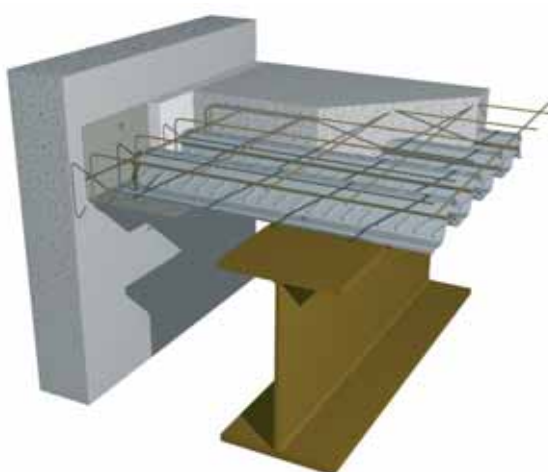
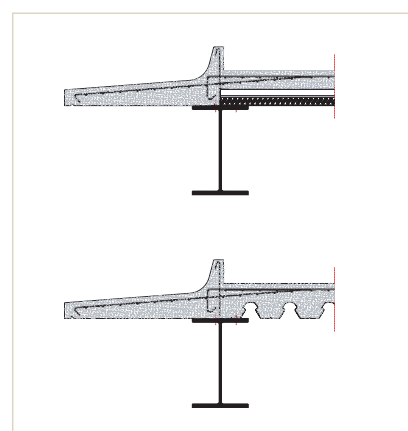
Apoyo del forjado sobre una pared de mampostería

COLOCACIÓN DE CHAPAS DE FORJADO

Voladizo



El voladizo (por ejemplo, un balcón tradicional) debe diseñarse y construirse como una losa de hormigón armado.



Si la ménsula angular de la pared no ha sido diseñada como soporte, la parte del forjado contra la pared deberá ser considerada como un voladizo.

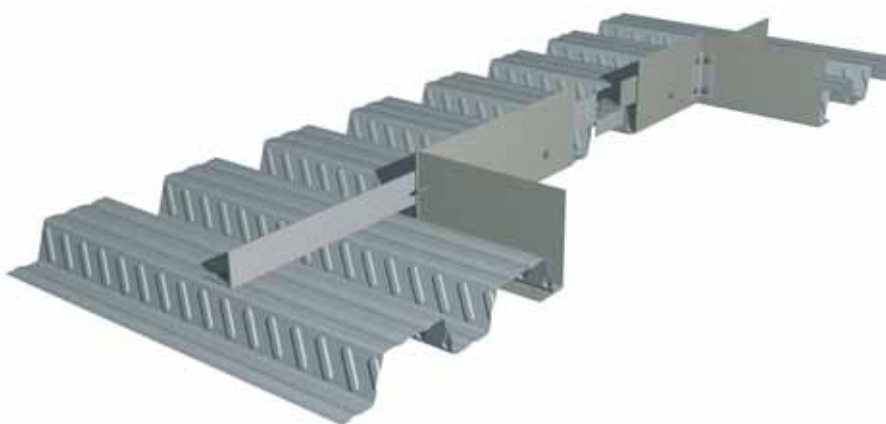
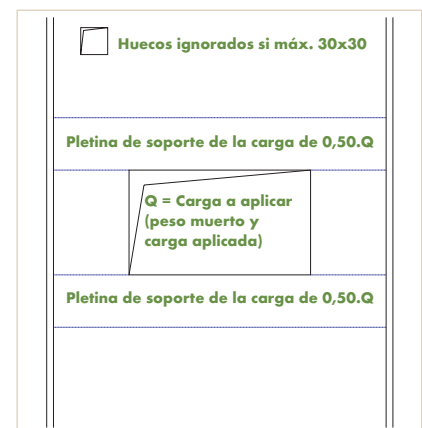
COLOCACIÓN DE CHAPAS DE FORJADO

Piezas de contorno y huecos en el suelo



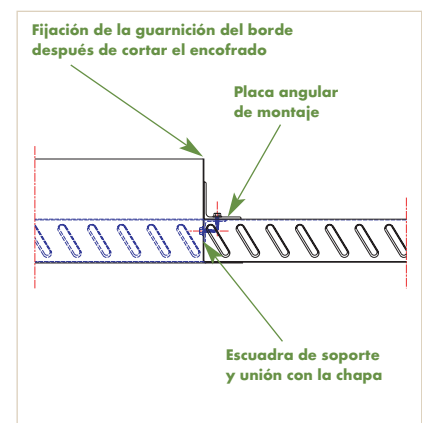
Para huecos pequeños en la zona central, se colocarán temporalmente un encofrado de madera o un bloque de poliestireno antes de hormigonar.

Una vez fraguado el hormigón, se procederá a cortar la chapa. Se utilizarán dos ménsulas angulares para transmitir la fuerza de las pletinas laterales que soportan la carga.



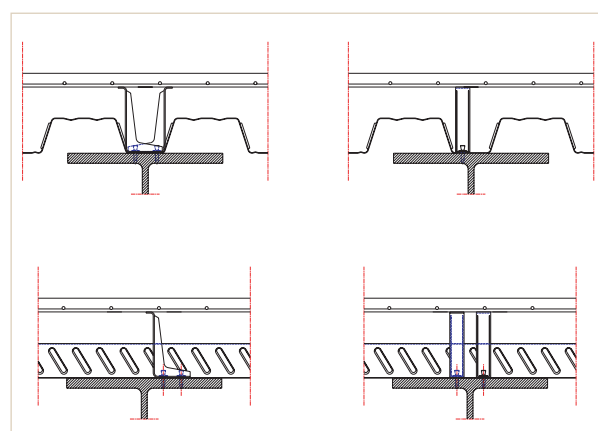
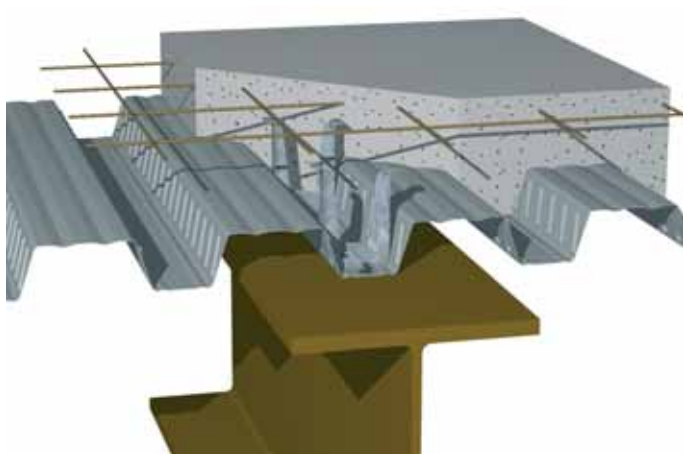
Si el hueco excede las medidas de 50 x 50 cm, se puede utilizar un sistema de cavidad formado por placas angulares y escuadras de soporte longitudinales dispuestas transversalmente.

Este sistema integrado en la viga sirve de pieza de contorno y refuerza la losa alrededor de la abertura.

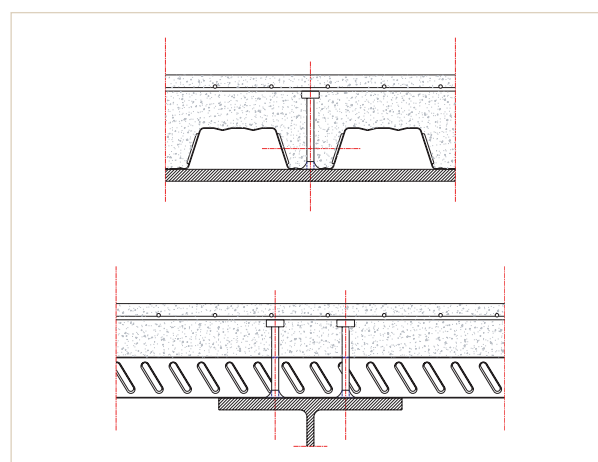
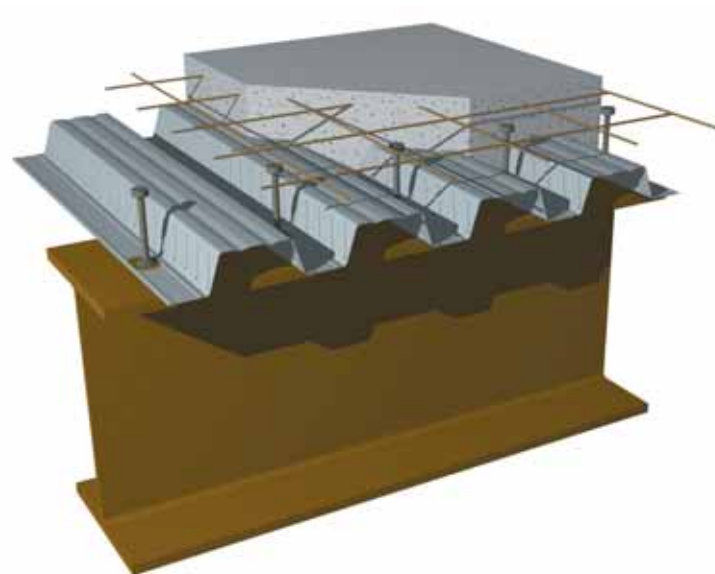


COLOCACIÓN DE CHAPAS DE FORJADO

Vigas mixtas – Conectores

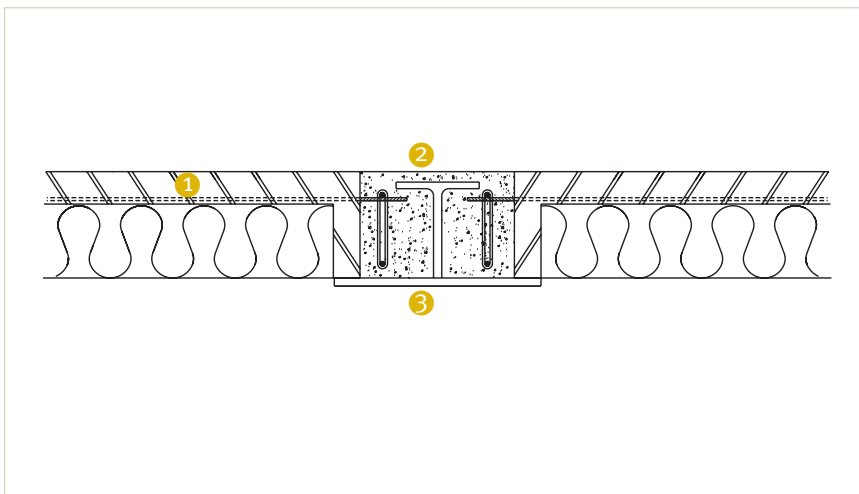


Las chapas de forjados pueden estar perpendiculares o paralelos a una viga mixta. Ejemplo de las condiciones de montaje de conectores angulares Hilti.



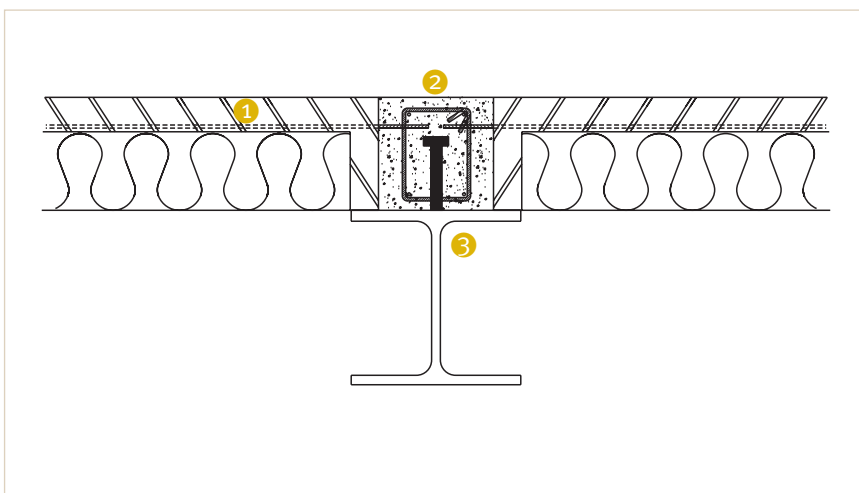
Ejemplo de las condiciones de montaje de pernos de seguridad Nelson.

colocación de Cofradal 200



Unión a viga de acero IFB

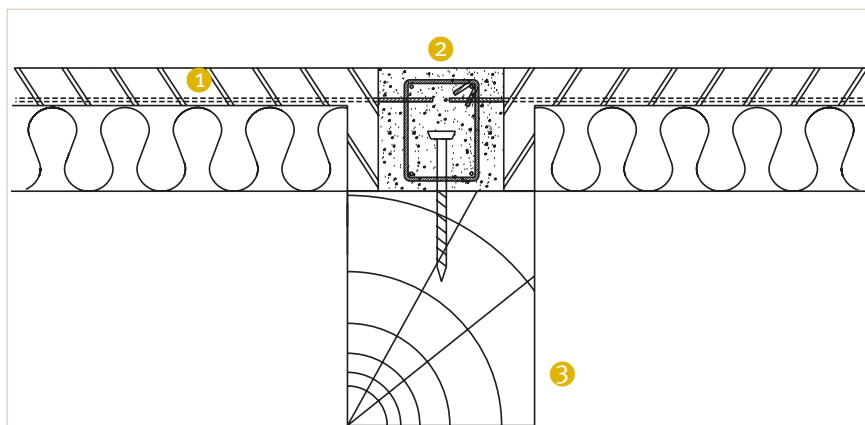
- 1 Cofradal 200
- 2 Refuerzo
- 3 Viga maestra



Unión a viga mixta

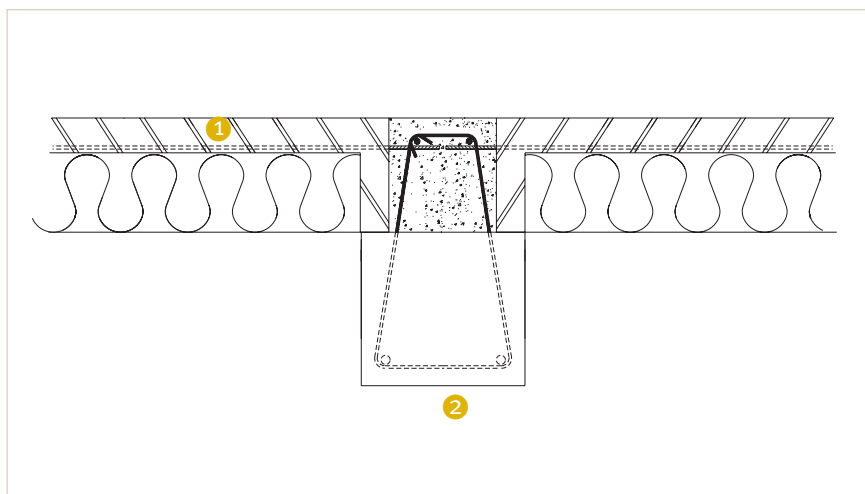
- 1 Cofradal 200
- 2 Refuerzo
- 3 Viga maestra

COLOCACIÓN DE COFRADAL 200



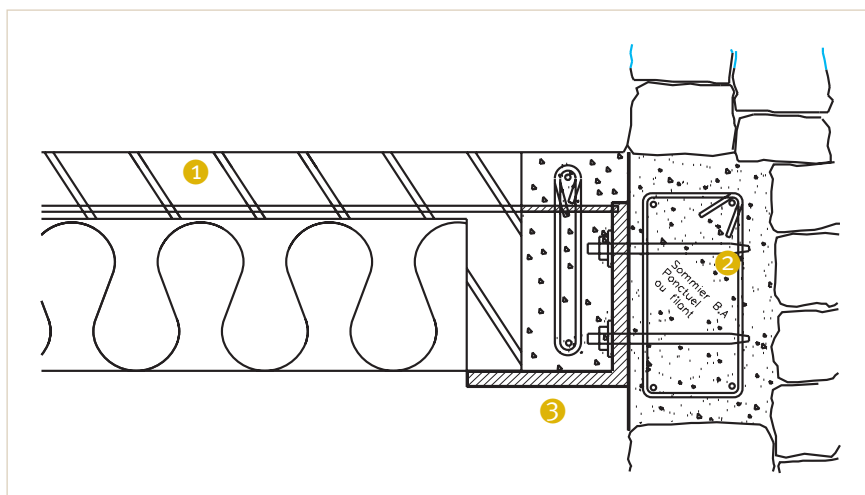
Unión a vigueta de madera

- 1 Cofradal 200
- 2 Refuerzo
- 3 Vigueta de madera



Soporte intermedio – viga de hormigón armado

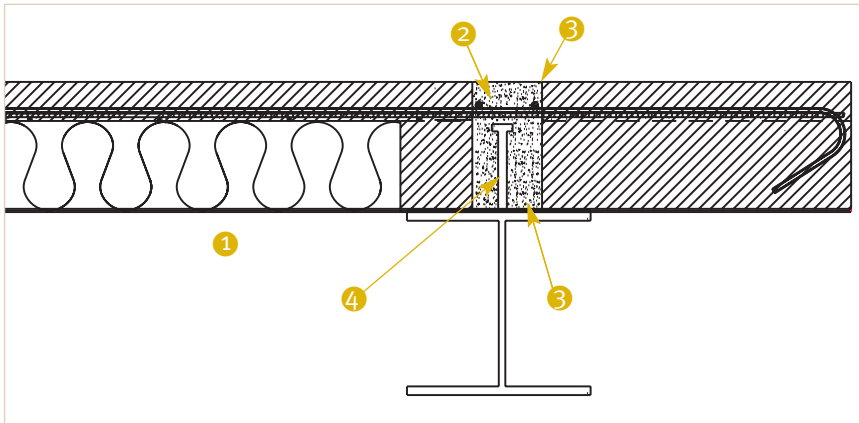
- 1 Cofradal 200
- 2 Viga de hormigón armado



Apoyo sobre perfil angular metálico – renovació

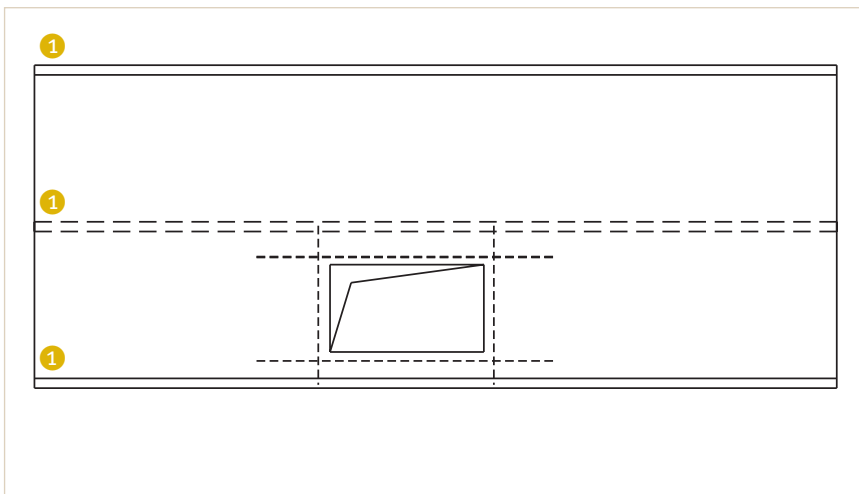
- 1 Cofradal 200
- 2 Losas de repartición de carga o viga continua de hormigón armado
- 3 Angular continuo de apoyo

COLOCACIÓN DE COFRADAL 200



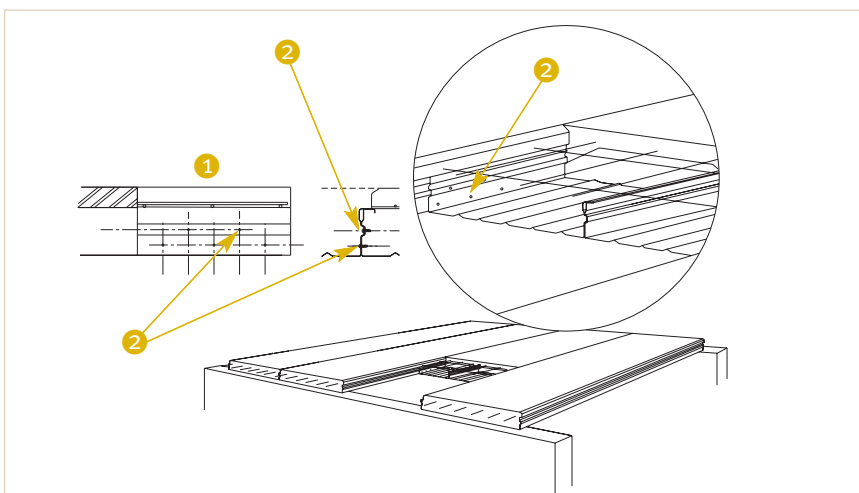
Voladizo – estructura de acero

- 1 Cofradal 200
- 2 Entallas en cada elemento
- 3 Barra de refuerzo continua f8 colocada en obra
- 4 Perno de seguridad



Hueco de menos de 400 x 600 mm

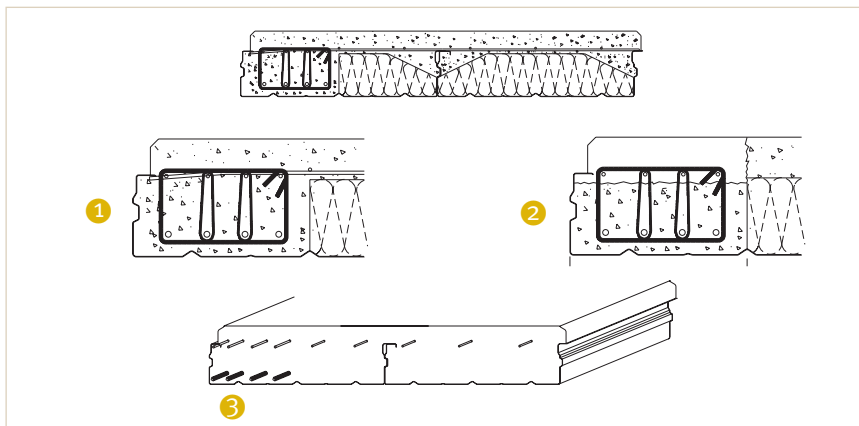
- 1 Nervios



Hueco de menos de 1200 mm de ancho

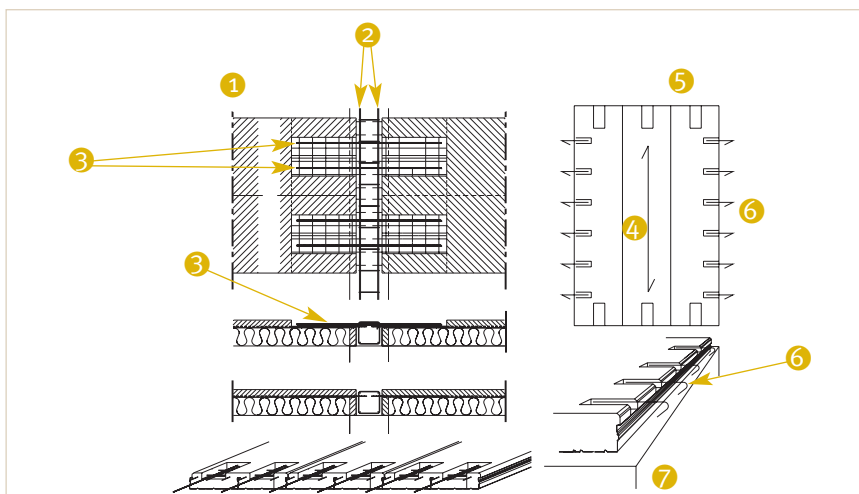
- 1 Zona del entrante
- 2 Tornillos de rosca chapa, 6,3 x 25 mm

COLOCACIÓN DE COFRADAL 200



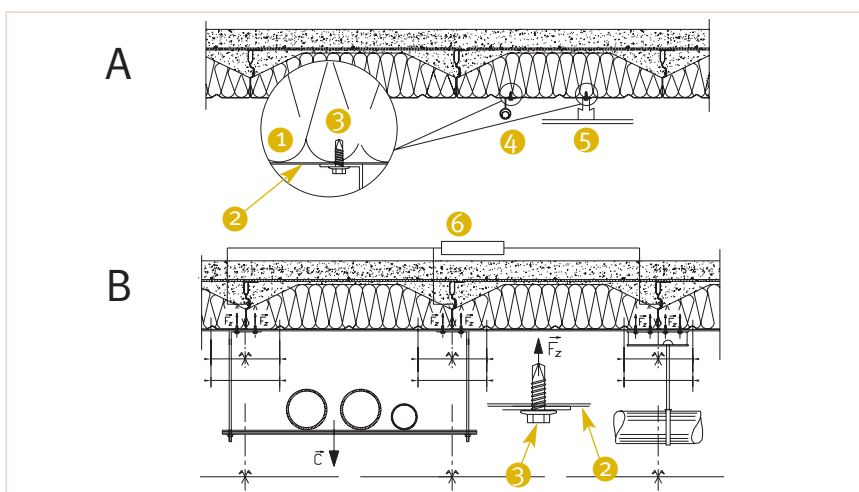
Pletinas empotradas integradas

- 1 Enchavetado a nivel de las pletinas empotradas
- 2 Huecos salientes 40x30x8 ht
- 3 Pletinas empotradas



Medidas antisísmicas

- 1 Unión con el apoyo que soporta la carga
- 2 Viga o refuerzo
- 3 Barra de refuerzo f6 en cada entalla
- 4 Cofradal 200
- 5 Apoyo soporte de la carga
- 6 Borde
- 7 Unión con el borde



Fijación a la cara inferior de elementos de forjado Cofradal 200

A/ Techos suspendidos, conducciones eléctricas, elementos de iluminación

- 1 Lana de roca
- 2 Bandeja 10/10^e
- 3 Tornillo SF5 SD2-T16-6,3x19 (o similar)
- 4 Cable eléctrico
- 5 Techo suspendido tipo BA13

B/ Redes suspendidas, conductos hidráulicos, climatización

- 6 Huecos de paso de bandejas

Arval Arval Arval Arval Arval Arval

Austria

ARVAL HAIRONVILLE AUSTRIA GmbH
Lothringerstraße 2
A-4501 Neuhofen an der Krems
Tel. +43 72 27 52 25

Bélgica

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
BELGIUM
Voogdijstraat 31
B-3500 Hasselt
Tel +32 11 28 67 70

República Checa

ARVAL HAIRONVILLE VIKAM s.r.o.
Prátelstvi 681
CZ 104 00 Praha 10
Tel. +420 272 072 020

Dinamarca

ARVAL HAIRONVILLE DANMARK
Taebyvej 17
DK -2610 Rodovre
Tel. +45 36 41 30 22

Francia

ARVAL
16 route de la Forge
F-55000 Haironville
Tel. +33 3 29 79 85 85

Alemania

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
DEUTSCHLAND
Münchener Straße 2
D-06796 Brehna
Tel. +49 3 49 54 455 20

Grecia

ARVAL KONTI HELLAS
2nd Industrial Area
P.O. Box 1137
GR-38001 Volos
Tel. +30 24250 61 000

Hungría

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
HUNGARY Kft
Váci út 184
HU-1138 Budapest
Magyarország
Tel. +36 1 350 2876

Italia

ARVAL Agenzia Generale per l'Italia
Via Vincenzo Bellini ,13
20124 MILANO
Tel. +39 02 79 95 68

Letonia

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
LATVIA SIA
Cierkurkalna 1 linija 84-208
RIGA LV 1026
LATVIA
Tel.+371 674 36331

Lituania

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
BALTIC
Kirtimu g. 11
LT-02244 Vilnius
Tel. +370 5 2644 220

Holanda

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
NEDERLAND
Biezenwei 2
NL-4004 KD Tiel
Tel. +31 3 44 63 17 46

Noruega

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
NORGE AS
Dyrskueveien 16
N-2040 KLOFTA
Tel. +47 63 94 72 72

Polonia

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
POLSKA
Sp. z o.o.
Konopnica 120
PL- 96 200 Rawa Mazowiecka
Tel. +48 22 213 38 00

Portugal

ARVAL HAIRONVILLE PORTUGAL
Estrada Nacional 3 (Km 17,5)
PT-Apartado 14 2071 -909 Cartaxo
Tel. +351 263 400 070

Rumania

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
ROMANIA
B-dul Biruintei , nr.136
077145 Pantelimon, judetul Ilfov
Tel. +40 21 312 45 17

Eslovaquia

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
SLOVAKIA s.r.o
Roznavska 24
SK-83104 Bratislava
Tel. +421 2 44 63 40 44

España

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCCIÓN
ESPAÑA S.L.
Carretera Guipuzcoa no 3 Km 7,5
SP-31195 Berrioplano (Navarra)
Tel. +34 948 138 651

Suecia

ARVAL HAIRONVILLE SVERIGE AB
Västanvindsgatan 13
SE-652 21 Karlstad
Tel. +46 54 68 83 00

Suiza

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
SUISSE SA
Postfach -Studacherstrasse 7b
CH-5416 Kirchdorf
Tel. +41 56 296 10 10
Internacional :
info@arcelormittal-construction.ch

Emiratos árabes unidos

Studacherstrasse 7b
CH-5416 Kirchdorf
Tel. +41 56 296 10 10

Reino Unido

ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
UK LTD
Abbotsfield Road
Abbotsfield Industrial Park
UK St Helens, Merseyside WA9 4HU
Tel. +44 17 44 81 81 81

Rusia

ARVAL COLORPROFIL ARCELORMITTAL
CONSTRUCTION MOSCOW
Business Center "Ordynka"
Bld. 4 2nd floor, of1
RU-119017 Moscow
Tel. +7 495 514 08 96

Guadalupe

ARVAL PROFILAGE DE LA GUADELOUPE
51 rue Henri Becquerel
ZI de Jarry
F-97122 Baie Mahault
Tel. +590 26 82 03

Martinica

ARVAL PROFILAGE DE LA MARTINIQUE
ZIP de la Pointe des Grives
F-97200 Fort de France
Tel. +596 60 60 00

Saint-Martin

ARVAL PROFILAGE SAINT MARTIN
ZAC Lot 3 et 4 La Savane Activité
F-97150 Saint Martin
Tel. +590 52 98 04

República Dominicana

ARVAL PROFILAGE DOMINICANA S.A.
Prolongacion Av. Charles de Gaulle, 131
Dominican Republic-Santo Domingo
Tel. +1 (809) 483 2790

Guayana

ARVAL HAIRONVILLE GUYANE
ZI de Degrad des Cannes
BP 418
F-97300-REMI-REMONT-JOLY
Tel. +594 25 52 21

Reunión

ARVAL PROFILAGE DE LA REUNION
ZI N°2 -44 rue Paul Verlaine
BP 802
F-97825-Le Port CEDEX
Tel. +262 42 42 42

Mauricio

ARVAL PROFILAGE DE L'OCEAN INDIEN
Route de la Filature
Mauritius-Riche Terre
Tel. +230 248 17 05

Brazil

ARVAL PERFILOR S.A. CONSTRUÇOES
IND E COM
Rua dos Pinheiros, 498 cj 91
Brazil 05422 000-Sao Paulo SP
Tel. +55 11 3065 3400

China

ARVAL BEIJING ARCELORMITTAL SHOUGANG
STEEL CONSTRUCTION Co. LTD.
Fortune Plaza
Office Tower A
Room 3801
7 Dongsanhuan Zhong Lu
Chaoyang District
P.R. China -100020-Beijing
Tel. +86 10 653 09 551

Otros países

Contacto :
ARVAL ARCELORMITTAL CONSTRUCTION
FRANCE
Export Department
16 route de la Forge
F-55000 Haironville
Tel. +33 3 29 79 85 85

Diseño: Arval

Realización: Cedam

Diseño gráfico: graficdesign@free.fr

Impresión: julio de 2008

Créditos fotográficos:

Arcelor Construction **excepto pág. 5:** MIDMAC-Sixco; **pág. 20:** M. Denancé; **pág. 21:** K. Khalfi (arriba); **pág. 27:** DR; **pág. 31:** E. Cervo (derecha, abajo); **pág. 34:** DR (abajo); **pág. 44:** DR; **pág. 71:** MIDMAC-Sixco

Arval

Sitios web

www.arval-construccion.es
www.arcelorconstruction.com

Este folleto no es un documento contractual. La información técnica que contiene está destinada a servir solamente de guía y no puede dar lugar a ninguna responsabilidad de nuestra parte. Si el documento entrase en contradicción con documentos oficiales más recientes, prevalecerán estos últimos.

Julio de 2008