



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ARQUITECTURA AVANZADA,
PAISAJE, URBANISMO Y DISEÑO

LÍNEA DE TECNOLOGÍA EN LA ARQUITECTURA

TRABAJO FIN DE MÁSTER 2015/2016

**CATALOGACIÓN DE FORJADOS AUTÁRQUICOS EN EL
ÁREA MEDITERRANEA**

AUTORA: MÓNICA LUCAS GARCÍA

TUTORA: BEGOÑA SERRANO LANZAROTE

VALENCIA, MAYO DE 2016



Resumen

El objetivo de este trabajo es proporcionar un catalogo de sistemas de forjados autárquicos, característicos de los años de posguerra en España.

Para ello, previamente se expone la situación histórica y demográfica tanto del país como del territorio objeto de estudio, el área mediterránea, para entender las razones de cómo evolucionaron la construcción y las ciudades y cómo surgieron estos sistemas de forjado. A continuación se explica el marco normativo que engloba las décadas de los 40 a 60 respecto del hormigón y concretamente de forjados, y se establece una evolución temporal de ellos en función de los materiales empleados en cada periodo.

Estudiada en profundidad la norma específica de forjados “Sistemas especiales de forjados para la edificación. Tipos aprobados y revisados por la Sección de Investigación y Normas” y realizada la búsqueda de casos de rehabilitación de forjados cerámicos procedemos a elaborar el catálogo incluyendo características técnicas y constructivas, definiciones graficas y fotografías de ejemplo en los casos que se han podido conseguir.

Como conclusión debemos resaltar la gran variedad de sistemas patentados, siendo en la práctica los más extendidos una pequeña parte ellos, por ello la complejidad de acceso a diferentes muestras de forjados. Respecto a la catalogación se puede afirmar la utilidad de la recopilación de estos sistemas para hacer frente a las diagnosis de edificios en edad de rehabilitación.

Palabras clave

Forjados autárquicos, forjados cerámicos, restricciones de hierro y cemento, rehabilitación, Valencia, Barcelona.



Abstract

The aim of this dissertation is to provide a systems catalogue of forged autarchic, typical of the years of post-war period in Spain.

For it, previously is described the historical and demographic situation of our country and of the territory object of study, the Mediterranean area, to understand the reasons of how evolved the construction and the cities and how were these systems of forged. Later is explained the legal framework that includes the decades of the 40 to 60 respect to the concrete and specifically of forged, and the temporary evolution of them depending on the materials used in every period.

Studied in depth the specific standard for floor slabs "Special systems for building. Types approved and checked by the research and standards section" and realized the search for cases of renovation of ceramic slabs we proceed to prepare the catalogue including technical and constructive characteristics, graphics definitions and photographs of example.

In conclusion, we must highlight the variety of patented systems, being the most widespread in practice a small part of them that is the complexity of access to different samples of floor slabs. Regarding the cataloguing we can say the usefulness of the collection of these systems to cope with the diagnosis of buildings in age of renovation.

Keywords

Autarchic floors, ceramic floors, building renovation, Valencia, Barcelona.



Índice

Resumen

1 Introducción

Justificación y objetivo

Metodología

2. Estado de la cuestión

Marco histórico

Demografía y construcción de viviendas en el área mediterránea.

Marco normativo

3. Características de los forjados autárquicos

Definición. Características técnicas y constructivas

Daños más frecuentes

4. Fichas de catalogación

5. Resultados y conclusiones

Referencias bibliográficas

Anejo I

Anejo II



1. Introducción





1. Justificación

Durante los años posteriores a la guerra civil española, la construcción de viviendas sufrió una expansión urbanística importante, creció de forma acelerada y en gran cantidad por la necesidad de vivienda en esos momentos. Principalmente, se construyó con forjados cerámicos como consecuencia de la escasez de acero y cemento. Este tipo de forjados consisten en “ladrillos cerámicos, mortero de cemento portland y redondos de acero, en los cuales la cerámica colabora activamente en la absorción de tensiones” (ITEC, 1995).

En la actualidad la rehabilitación tiene un papel primordial y conocer las particularidades de los elementos constructivos y estructurales de los edificios objeto de rehabilitación es fundamental para proceder a ella correctamente.

“Las necesarias limitaciones en el uso de elementos metálicos durante la posguerra llevan al forjado a su momento más bajo de calidad. La cantidad de acero utilizado se convierte en una obsesión y agudiza el ingenio buscando soluciones cada vez más apuradas para arañar algunos gramos de material en cada metro cuadrado. En ese momento se difunden los forjados cerámicos que optimizan el uso del acero utilizado exclusivamente allí donde es insustituible: para soportar las tracciones” (Azpiliqueta Astarloa, 2004, pág. 156)

Será necesario conocer las normativas de la época, se estudiará su origen, su contenido y el procedimiento de ejecución que marcaban.

De la recopilación de información, se clasificarán los tipos de forjados en función la clase de material y la absorción de tensiones, se indicarán las principales características y los procesos constructivos y se acompañarán de fotografías con el objetivo de que resulte de fuente de consulta e identificación en futuras rehabilitaciones.

Se decide recopilar y analizar información de trabajos específicos sobre casos de rehabilitación de edificios, ya que proceder a una extracción de datos desde bases oficiales es una tarea costosa e

inabordable, más en el ámbito de un TFM y se desvía del objetivo real.

Nos centraremos en estudiar los casos específicos de Valencia y Barcelona ya que dentro del área mediterránea fueron unas de las zonas de mayor uso de los forjados cerámicos, y son las ciudades que más crecimiento demográfico y constructivo tuvieron y por tanto, mayores casos de rehabilitaciones se darán en el futuro.

En conclusión, este trabajo resultará interesante por la actual demanda en rehabilitación del sector inmobiliario y podrá servir de ayuda a los técnicos en la caracterización de los forjados, tener más conocimiento del elemento y sus componentes y proceder a una intervención apropiada.

Objetivos

El objetivo general del presente trabajo se limita a proponer un catálogo de sistemas de forjados cerámicos característicos de los años de la posguerra, como resultado del análisis de experiencias de rehabilitación.

Para llegar a este propósito, la investigación se divide en varios objetivos específicos:

- En primer lugar, se efectúa un estado del arte sobre la situación de España después de la Guerra Civil y se analiza por qué se desarrollaron unos tipos de forjado y unos procesos constructivos específicos en esta época.
- A continuación, se estudian las primeras normativas que se elaboraron en España, relativas al hormigón y en especial, a los forjados.
- Se recopilan experiencias registradas sobre casos de rehabilitación de forjados.
- Y, por último, se caracterizan en función del material que absorbe las tensiones, se detallan los procedimientos

constructivos de cada tipo y se apoyan mediante fotografías en los casos posibles.

El período objeto de estudio es el comprendido entre los años de la posguerra, desde 1940 hasta 1962. Por ser más exactos desde el punto de vista normativo, el período es el comprendido entre el Decreto de 11 de marzo de 1941, que limitaba el uso de acero en la construcción, hasta la aprobación de la Norma M.V. 101/1962 sobre “Acciones en la edificación.”, que derogaba en especial todas aquellas disposiciones que limitaban el uso del hierro y regulaba las acciones a tener en cuenta en el cálculo de las estructuras. Además en el 1962 con la liberalización del mercado del cemento, se permitió la expansión de la industria y un mayor acceso a él.

2. Metodología

Para formar el catalogo de sistemas de forjados autárquicos es primordial entender las razones de la evolución y de la forma de construir junto con el sector económico y político en el que se desarrollaron. Para ello se estudian los apartados indicados a continuación.

- **Fase 1: Estado de la cuestión**

Investigar sobre el contexto histórico en España que produce que se desarrollen los sistemas a estudiar. También se analizarán los datos de crecimiento demográfico y de viviendas en las ciudades de Valencia y Barcelona para entender las necesidades de vivienda del momento. Para ello se consultarán libros, artículos, revistas, páginas web...

- **Fase 2: Análisis de las normativas de hormigón y forjados en España.**

Se consultarán normativas, publicaciones, tesis y artículos, y se realizará un breve resumen de las primeras normas que aparecen en España.

- **Fase 3: Evolución de los tipos de forjados.**

Consulta de proyectos de investigación, tesis, bibliografía específica... sobre experiencias de casos de rehabilitación de edificios para conocer y desarrollar la evolución de los distintos tipos de forjado en España desde los años 40 hasta los 60 y el caso particular de los encontrados en la Comunidad Valenciana y Cataluña.

- **Fase 4: Fichas de catalogación.**

En esta fase se propone el desarrollo de un catálogo de sistemas de forjado a base de fichas ordenadas por el tipo de material que absorbe las tensiones, en las cuales se indiquen las principales características y el proceso constructivo de cada uno de ellos.

- **Fase 8: Elaboración de conclusiones.**

Se establecen las conclusiones obtenidas a lo largo del desarrollo del trabajo como una recopilación de las aportaciones realizadas, definiendo la utilidad y el ámbito de aplicación del trabajo, así como determinando las futuras líneas de investigación.

2. Estado de la cuestión





2.1 Marco histórico

Durante los años treinta, en España se produjeron una sucesión de acontecimientos políticos trascendentales, iniciados en el 1931 con la declaración de la República, seguidos de un período fatídico con la Guerra Civil entre 1936-1939, y la instauración de la dictadura del General Franco en el 1939.

La ciudad de Valencia, como capital de la República en el 1936-1937, sufrió un aumento poblacional importante; la ciudad creció desde los 321.205 habitantes hasta los más de 450.000 del censo de 1940, lo que se tradujo en aumentos considerables de ocupación de suelo. Aun así, durante los años de la dictadura se llevaron a cabo pocos proyectos en la ciudad, únicamente la apertura de la Avenida del Oeste y la construcción de viviendas para obreros.



Figura 1. Portada de 1936 del periódico "el mercantil valenciano". Recuperado de <http://125aniversario.aguasdevalencia.es/portfolio/noticias/decada-1930/>

El caso de Valencia no fue aislado, ya que en general en el país, el sector de la construcción tuvo una relación muy estrecha con las diferentes políticas económicas.

Por lo que respecta a Barcelona, fue una de las ciudades que sufrió más bombardeos durante la guerra. En forma de proyectos urbanísticos para la ciudad destacan las anexiones de municipios cercanos con la realización parcial del proyecto de enlace con la Zona del Ensanche y a nivel edificatorio, la desenfundada

construcción de viviendas baratas, como por ejemplo los grupos de viviendas de casas baratas del Bon Pastor.



Figura 2. Dibujo del proyecto de la av. Del oeste. (SORRIBES MONRABAL, 2015, PÁG. 154).



Figura 3. Imagen de las casas baratas del bon pastor, Barcelona. Recuperado de <http://periferiasurbanas.org/?cat=163>

Respecto a las políticas que se llevaron a cabo, fueron primero, una política autárquica y a partir de los años 50, otra liberalizadora.

Esta política denominada “autárquica” se define en la RAE como aquella “política de un Estado que intenta bastarse con sus propios recursos”. El modelo autárquico, desde finales de la Guerra Civil

hasta los años cincuenta, se caracterizó por una “gran depresión de la producción, escasez de todo tipo de bienes e interrupción del proceso de modernización y crecimiento iniciado durante la Segunda República.” (Delgado, 1995), es decir el sector constructivo e industrial vivió más bien una época de retrocesos tecnológicos.

“España seguía siendo un país cercano al subdesarrollo, mientras que la Europa más próxima experimentaba entre 1945 y 1968 lo que se ha venido a llamar el gran auge”. (Sorribes Monrabal, 2015)

La Guerra Civil tuvo grandes consecuencias, entre ellas las dificultades para el suministro y fabricación de materiales de obra, que hicieron que las tareas de reconstrucción resultaran aún más complicadas. Principalmente, los materiales más afectados fueron el hierro y el cemento, lo que obligó a restringir su uso en todos los casos que pudieran ser sustituidos por otros materiales, mediante la aplicación de decretos.

La crisis económica en la que se sumergió a España, empezó a atenuarse a partir de los años cincuenta cuando se inicia un período de mayor liberalización (1950-1975), caracterizado por una apertura comercial y una lenta recuperación, en la que cabe destacar por fin la derogación de las restricciones de hierro (Decreto de 19 de enero de 1956 por el que se derogan los de 11 de marzo de 1941 sobre restricción en el uso del hierro y de 22 de julio siguiente).

Para este trabajo nos centraremos más en el contexto de la autarquía, la escasez de materiales y las dificultades de distribución de éstos a obra con el fin de entender el tipo de construcción y en concreto, los tipos de forjados ejecutados entre 1940-1962.

En los años autárquicos la edificación residencial fue escasa, como puede verse en el tabla 1 el bajo número obras autorizadas.

Tabla 1:

Número de obras autorizadas

Años	España		Total
	Obra nueva	Reforma	
1940	14.135		14.135
1941	15.533		15.533
1942	12.624	1.790	14.414
1943	11.781	1.903	13.684
1944	10.871	2.186	13.057
1945	21.212	3.265	24.477
1946	30.098	3.587	33.685
1947	30.402	3.846	34.248
1948	22.431	3.412	25.843
1949	30.024	3.885	33.909
1950	42.235	3.702	45.937
1951	21.068	3.472	24.540
1952	22.746	3.659	26.405
1953	25.314	4.352	29.666
1954	47.268	5.026	52.294
1955	69.585	5.239	74.824
1956	45.382	4.066	49.448
1957	46.512	4.335	50.847
1958	78.795		78.795
1959	107.219	9.218	116.437

Fuente: (Díaz Hernández & Parreño Castellano, 2006). Recuperado de: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-48.html>.

Uno de los motivos de la poca cantidad de obras fue la disponibilidad limitada de suelo, como consecuencia de las ideas franquistas de ciudad tradicional que impedía el crecimiento masivo. El alto valor del suelo agrario obligaba a aglutinar las ciudades en el espacio ya construido e impedía la expansión a la periferia, lo cual obligó a “crecimientos espontáneos, a modo de barrios de infraviviendas o mediante parcelaciones y edificaciones excepcionales, muchas veces vinculadas a la autoconstrucción” (Busquets Grau, 1999).

Cabe señalar la escasa profesionalidad de los agentes, la gran mayoría de las construcciones eran para uso propio y cuando no, eran los mismos propietarios del suelo los que hacían de promotores. El sector se encontraba en un momento de muy poca especialización de mano de obra y de técnicas artesanales en las que la prefabricación era extremadamente mínima. (Díaz Hernández & Parreño Castellano, 2006)

Ya entrados los años 1960 hasta 1975 la construcción incrementó de forma acelerada en más de 200.000 viviendas terminadas en toda España (tabla 2). Este aumento se debió a una serie de factores que se produjeron simultáneamente: por un lado, una mayor profesionalización y, por otro lado, las nuevas políticas económicas y urbanísticas, como explica Azpiliqueta Astarloa, E. (2004) en las cuales unas de las principales modificaciones fueron el aumento de la disponibilidad de suelo y el intento de proporcionar a la industria de la construcción de una mayor cantidad de materiales.

Tabla 2:

Número de obras terminadas

Años	España		
	Libres	Protegidas	Total
1960	16.762	127.518	144.280
1961	13.544	134.476	148.020
1962	14.612	147.833	162.445
1963	18.812	187.885	206.697
1964	25.689	231.205	256.894
1965	42.492	240.793	283.285
1966	57.000	211.366	268.366
1967	72.375	132.096	204.471
1968	114.719	133.370	248.089
1969	112.285	157.969	270.254
1970	122.755	185.294	308.049
1971	128.220	190.694	318.914
1972	145.890	190.414	336.304
1973	171.225	177.323	348.548
1974	182.677	175.785	358.462
1975	177.925	196.466	374.391
1976	157.531	162.294	319.825
1977	160224	164160	324384
1978	162051	157015	319066
1979	123504	137270	260774
1980	136838	126093	262931

Fuente: (Díaz Hernández & Parreño Castellano, 2006). Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-48.html>

En este segundo aspecto, el caso más destacable fue el de la industria cementera, que con la liberalización del mercado en el 1962 se permitió la instalación y ampliación de cementeras dentro del territorio español, así como la supresión de la Delegación del Gobierno en la Industria del Cemento, dependiente del Ministerio de Fomento, que se encargaba de fijar los precios y los cupos de entrega obligatoria de acuerdo con un sistema de preferencias según la naturaleza de la obra a suministrar. Pese a esto, el reducido número de proveedores, siguió controlando los precios inflados.

En estos 15 años aproximadamente el parque edificatorio aumentó en casi toda su totalidad en viviendas de promoción pública, pero este crecimiento masivo se tradujo en un conjunto arquitectónico marcado por la baja calidad y el reducido tamaño de las viviendas para conseguir el máximo aprovechamiento así como, de un descuidado planeamiento urbanístico y ejecución deficiente.

2.1.2. Demografía y construcción de viviendas en Valencia y Barcelona.

Respecto a Valencia, en los 50 últimos años del siglo XIX, se experimentó un primer gran crecimiento, y se duplicó su población aún pese a las altas tasas de mortalidad propias de la época.

En el primer censo de 1857, Valencia tenía 122.064 habitantes. Veinte años después, se anexionó con los núcleos de Patraix, Beniferri, Benicalap, Ruzafa, Pinedo, El Palmar, El Oliveral, Castellar y la Fuente de San Luís, llegando a los 143.861 habitantes y en el 1887 se sumaron los núcleos de Benimámet, Orriols y Benimaclet, alcanzando los 170.000 habitantes. Finalmente, se anexionaron siete núcleos más: Borbotó, Carpesa, Campanar, Pueblo Nuevo del Mar, Villanueva del Grao, Masarrochos y Benifarach, con los que ya se había sobrepasado los 200.000 habitantes.



Figura 4. Valencia en el siglo xix. Recuperado de <http://125aniversario.aguasdevalencia.es/portfolio/noticias/decada-1930/>

Con la entrada del nuevo siglo, la ciudad tuvo un crecimiento aún más rápido y los datos de 1930 y 1940 eran abrumadores, lo cual tuvo como consecuencias obvias, la necesidad de una reordenación urbanística a causa de la consolidación aleatoria de viviendas y barrios, sobretodo, de la clase baja de la población.

Según el Instituto Nacional de Estadística (Tabla 3), se muestra el censo entre 1900 y 2011 que demuestra el crecimiento mencionado, empezado en los años 20 hasta los 50 donde se estabiliza temporalmente. Más tarde, en la mitad de la década de los 60 hasta los 80, se experimenta el incremento más destacado y rápido.

Tabla 3:

Estadística del censo de Valencia entre los años 1900 y 2011

Año	Población
1900	215.687
1910	233.018
1920	247.281
1930	315.816
1940	454.654
1945	505.181
1950	503.886
1955	502.489
1960	501.777
1965	584.631
1970	648.003
1975	707.915
1981	744.748
1986	729.419
1991	752.909
1996	746.683
2001	738.441
2011	792.054

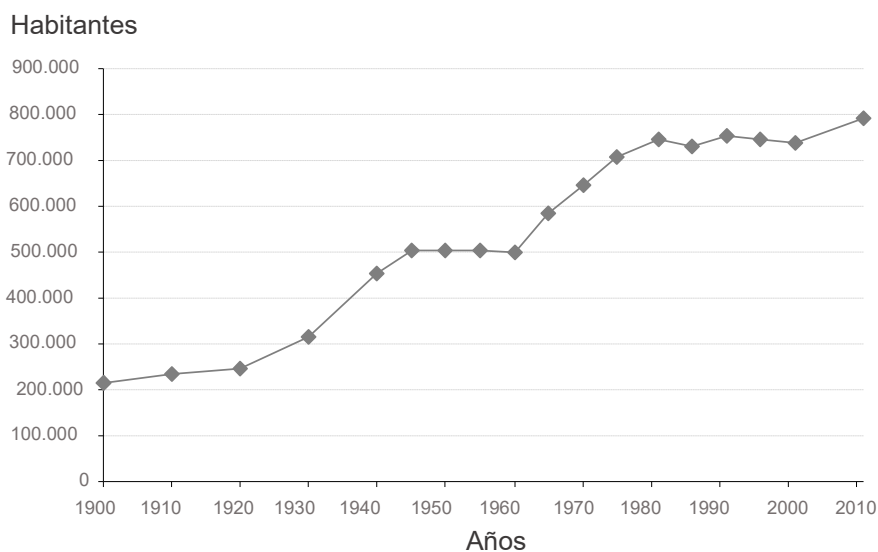


Gráfico 1. Censo de población Valencia. Fuente: elaboración propia.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Anuario 2011.

Paralelamente a la expansión de la ciudad en datos de habitantes se observa el aumento en cuanto a datos de viviendas, y a partir de 1960 se produce el llamado “primer boom inmobiliario”. Se puede comprobar en la Tabla 4 la antigüedad de las viviendas y cómo en el período 1930-1960 y 1960-80 se corresponde con el crecimiento demográfico de los datos anteriores y se construye más de un cuarto del total del parque edificatorio actual.

Tabla 4:

Antigüedad de las Viviendas en Valencia en el año 2012

ANTIGÜEDAD	CANTIDAD
	409.057
<= 1800	339
1801-1900	6.552
1901-20	7.553
1921-40	22.418
1941-60	50.544
1961-70	94.614
1971-80	99.381
1981-90	41.102
1991-00	44.101
2001-05	26.106
2006-10	13.959
2011-12	2.388
<i>Edad Media</i>	40,6

Fuente: Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia. Anuario Estadístico de la Ciudad de Valencia 2014.

Barcelona

Por lo que respecta a Barcelona siempre ha sido una ciudad de grandes y constantes crecimientos a causa de tener una doble inmigración: una, por los habitantes del campo a la ciudad, y otra, por los habitantes del resto de España.

Hacia 1800 era una de las veinte ciudades europeas que contaban con más de 100.000 habitantes.

A raíz del derribo y el inicio del proyecto del Ensanche, el Ayuntamiento pensó en agregar a los municipios de su entorno, para poder controlar en mayor medida la planificación urbanística.

En 1897 Barcelona se anexionó con seis de las poblaciones: Sants, Les Corts, San Gervasio de Cassolas, Gracia, San Andrés de Palomar y San Martín de Provensals. En 1903 fue anexionado Horta, y posteriormente, en 1921 agregó a Sarriá. Las últimas adhesiones fueron parciales: en 1920, la Marina de Hospitalet, en 1922 el enclave de Santa Cruz de Olorde, en 1933 se separó de Hospitalet de Llobregat el barrio de Collblanc; y, en 1945, los barrios de Barón de Viver y El Buen Pastor, segregados de Santa Coloma de Gramanet.

Así, a principios del siglo XX ya se superaba el millón de habitantes, por lo que se inició una serie de infraestructuras para la ciudad. En las Tablas 5 y 6 se puede observar el crecimiento de la ciudad desde el siglo XX hasta la actualidad y la cantidad de viviendas construidas en consecuencia de este crecimiento.

“Entre 1920 y 1930 se alzaron 13 mil edificios, se realizaron importantes obras de pavimentación, cloacas y electrificación, además de la inauguración del metro. Barcelona se expansionó en la metalurgia y la química. Muchas empresas extranjeras comenzaron a instalar delegaciones y fábricas”.
(Ripoll, s.f.)

A finales de los años 40, miles de personas, inmigrantes de toda España, vivían en 15.0000 barracas. Respecto a este punto hay que destacar los ya comentados grupos de viviendas de casas baratas del Bon Pastor, donde desde los años 30 se reubicaban a los inmigrantes.

En la década de los 50, alrededor de 400.000 personas llegaron a la ciudad y sus alrededores. Finalmente, en las últimas décadas de los años 50, Barcelona va creciendo, mejorando las comunicaciones urbanísticas y se urbaniza casi todo el término de la ciudad, encaminándose hacia el progreso de los años 60, pese a que en estos aparecen grandes sectores de pobreza entre los inmigrantes y vuelta a las barracas por los altos precios de los pisos.

Tabla 5:

Estadística del censo de Barcelona entre los años 1900 y 2015

Años	Población
1900	537.354
1910	587.411
1920	710.335
1930	1.005.565
1940	1.081.175
1950	1.280.179
1960	1.557.863
1970	1.745.142
1980	1.752.627
1990	1.707.286
1998	1.505.581
2000	1.496.266
2005	1.593.075
2010	1.619.337
2013	1.611.822
2014	1.602.386
2015	1.604.555

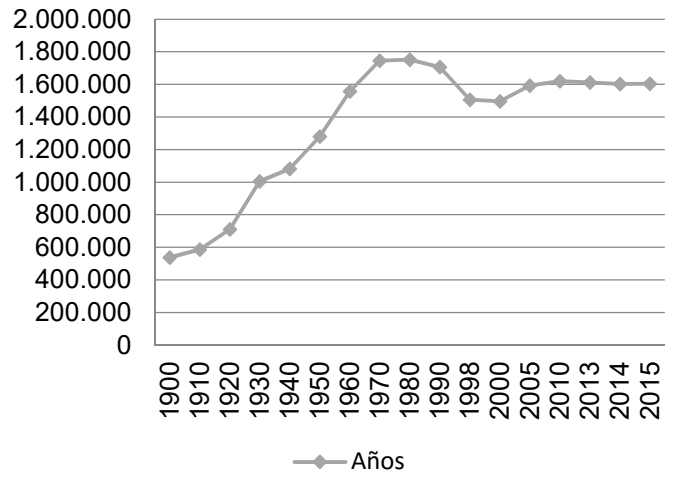


Gráfico 2. Censo sobre población Barcelona. Fuente: elaboración propia.

Fuente: Departamento de Estadística de Barcelona. Estadísticas demográficas 2014.

Tabla 6:

Antigüedad de las Viviendas en Barcelona del año 2014

Total viviendas	Hasta 1901	1901-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2005	A partir 2006
822.118	84.013	123.445	24.956	79.218	209.164	171.630	39.395	43.008	20.202	27.087

Fuente: Departamento de Estadística de Barcelona. Estadísticas urbanísticas 2014.

Por lo que respecta a rehabilitación, en las tablas siguientes, 7 y 8, mostramos los datos de viviendas rehabilitadas tanto en Valencia como en Barcelona.

Tabla 7:

Viviendas y edificios rehabilitados en los últimos años

Año	Cantidad	
	Viviendas	Edificios
2013	5.125	359
2012	3.427	248
2011	10.031	871
2010	7.642	771

Fuente: Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia. Anuario Estadístico de la Ciudad de Valencia 2014.

Tabla 8:

Viviendas y edificios rehabilitados en los últimos años en Barcelona

Año	Cantidad	
	Iniciadas	Terminadas
2013	3.316	3.316
2012	12.083	12.306
2011	19.484	19.961
2010	10.551	11.848

Fuente: Departamento de Estadística de Barcelona. Estadísticas urbanísticas 2014.

Con ello se pretende demostrar que ésta tiene un papel clave en la actualidad, ya que por un lado, la mayoría del parque edificatorio se encuentra en un momento de necesidad de reforma y por otro, la construcción de obra nueva en un medio-largo plazo será escasa.

Como conclusión, es primordial, y es el objetivo del presente estudio, conocer la tipología constructiva empleada en esos años de construcción en los que podemos englobar la etapa de los 1940 hasta los 1960.

2.1.3 Planes de vivienda

En este punto estudiamos los distintos planes de vivienda creados para el país con la idea de homogeneizar los criterios arquitectónicos a nivel nacional.

En los primeros años de la posguerra se necesitaba cubrir rápidamente la demanda de vivienda causada tanto por la destrucción de ellas en la guerra, más de 250.000 viviendas, como por la emigración de los habitantes de campo hacia las ciudades. El principal objetivo era proporcionar hogares a personas con pocos recursos, por lo que se priorizaron las construcciones de viviendas protegidas con leyes como la “Ley de Viviendas Protegidas” de 1939,

la “Ley de casas de renta para clase media” de 1944, y posteriormente, la ley de viviendas de renta limitada de 1954.



Figura 5. Placa edificio acogido por el plan de vivienda de 1954. Recuperado de:<http://125aniversario.aguasdevalencia.es/portfolio/noticias/decada-1930/>

A efectos reales estas leyes no tuvieron el resultado esperado y en los años 50 el principal problema seguían siendo, sobre todo, los movimientos migratorios. Se pretendían apaciguar por parte del Gobierno, aunque sin éxito, y el problema de la vivienda era cada vez más alarmante.

“En los años 40 son cerca de 800.000 campesinos y jornaleros los que abandonan el campo, población agraria sin cualificación que aumentó la masa obrera de las ciudades.” (López Díaz J. , 2002).

El Gobierno, por tanto, buscaba soluciones para aumentar el ritmo de construcción:

“Por una parte, la política de contención de precios llevada a cabo por el Gobierno durante este período tenía, como fue habitual en la postguerra, uno de sus más firmes pilares en la contención de los salarios, y el sector de la construcción seguía siendo considerado políticamente como un instrumento para absorber el paro. Por lo anterior, tanto política como económicamente se incentivaba la construcción con métodos tradicionales, puesto que entre 1947 y 1954 el

Gobierno congeló los precios de los materiales cerámicos. Por otra parte, la construcción encontraría en los inmigrantes un flujo constante de mano de obra descualificada que hallaba en el sector un modo de integrarse en la ciudad.” (Azpiliqueta Astarloa, 2004, pág. 211).

Con la finalización del franquismo, el país dio un cambio de rumbo y empezó un nuevo periodo político y económico tímidamente más liberalizador. En un intento de proporcionar una solución a la problemática, se desarrollaron por parte del Gobierno los primeros planes de vivienda, que formaban parte de los Planes de Desarrollo Económico y Social, un conjunto de tres planes con los que se superó la etapa de la autarquía, y que se llevaron a cabo durante la última época del franquismo.

A nivel estatal, el primer plan de vivienda desarrollado por el Instituto Nacional de Vivienda (INV) fue el “Primer Plan Nacional de Vivienda de 1944-1954”.

“La función principal del INV consistía en diseñar un plan de vivienda protegida para todo el Estado: el Plan Nacional de Vivienda 1944-1954. Se estimaban necesarias para este decenio cerca de 1.400.000 viviendas (incluidas las viviendas a reparar y las de nueva planta), de las que el INV podría proteger el 25%. Los resultados finales no llegaron a la mitad de lo planificado.” (López Díaz J. , 2002, pág. 314)

Posteriormente se realiza el “II Plan Nacional de la Vivienda de 1955”, que preveía la construcción de 550.000 viviendas en cinco años. Como afirma López Díaz, J. (2002) “al igual que ocurrió con el anterior, este plan tampoco consiguió cumplir sus objetivos, sólo se construyeron la mitad de las viviendas programadas.” (pág.327).

Finalmente el “III Plan Nacional de Vivienda de 1961-1976” como cita el mismo, “fue previsto para construir en un plazo de 16 años, de 1961 a 1975, 3.713.900 viviendas”. Su intención era la construcción de viviendas en fases de cuatro años en las que el “Ministerio de Vivienda determinaría su distribución geográfica, de acuerdo con las necesidades de cada provincia” así como “las características de las

viviendas que se debían de construir y medios de protección aplicables”.

El caso de Valencia

El primer proyecto a destacar para la ciudad y su ordenación fue el del Ensanche de Valencia aprobado en 1887, necesario por la formación de barrios espontáneos y aglutinados alrededor de la muralla. Este proyecto resultó insuficiente ya en el momento de su ejecución, por lo que fueron surgiendo a lo largo de los primeros años del siglo XX ampliaciones del Ensanche, como el Proyecto de 1912 hacia el antiguo poblado de Ruzafa.

En el siglo XX, el primer gran plan que se lleva a cabo en la ciudad es el “Plan General de Valencia y su cintura” aprobado el 27 de julio de 1946, varios años antes que el nacional y redactado por la Dirección General de Arquitectura, con la intención de integrar en la misma planificación a otros 29 municipios circundantes.

Previo al Plan General, se construía de forma aleatoria y sin un orden, mediante planes parciales o de reforma interior, llevándose a la periferia todas las viviendas para la clase obrera y la industria.

El siguiente plan que se elaboró fue el “Plan General adaptado a la solución sur” del 1966, iniciado por la necesidad de desviar el cauce del río, tras las inundaciones del 1957, que pese al desastre ocurrido y la urgencia de medidas a adoptar, tardó años en llevarse a cabo su ejecución.

Estos planes son lo que diseñan el desarrollo de la ciudad ente los años comprendidos por el período de estudio.



Figura 6. Plan General de Valencia y su cintura 1946. Fuente: Ayuntamiento de Valencia.



Figura 7. Plan General de Valencia y su Comarca 1966. Fuente: Ayuntamiento de Valencia.

El caso de Barcelona

Con la Revolución Industrial y la aparición de las nuevas fábricas muchas ciudades ubicaban los centros de trabajo alrededor de las murallas medievales, pero Barcelona tuvo que trasladarlas a los municipios adyacentes. En el 1859 por la necesidad de derribo de la muralla, la expansión de la ciudad y la comunicación de esta con las industrias, se plasmó el proyecto del Ensanche de Ildelfonso Cerdá.

Este plan proyectaba una red de manzanas octogonales “siguiendo una geometría paralela y perpendicular. En su interior, espacios verdes permiten la vida cómoda y el disfrute de los ciudadanos.

Este diseño unificado en todo el proceso de urbanización de la ciudad solo se veía alterado por grandes y amplias avenidas cruzadas que cortaban en diagonal las cuadrículas. También incluyó chaflanes, una solución que facilita la circulación de vehículos y aumenta la visibilidad en los cruces, al unir los lados de las manzanas de forma que se eliminen las esquinas”. (Galdón, 2016)

“La renovación urbanística de la posguerra [...] propició en 1945 la creación de la Comisión de Ordenación Provincial de Barcelona, encargada de confeccionar un proyecto de ordenación de la ciudad y su entorno”. (La Gran Enciclopedia Catalana, 2006)

“Surgió así el Plan Comarcal de 1953, desarrollado por Josep Soteras, un intento de integrar la ciudad con los municipios colindantes en vías de satisfacer la fuerte demanda de vivienda en los años de llegada masiva de inmigración, al tiempo que intentaba frenar la especulación inmobiliaria y mejorar el entorno urbano”. (Gausa, Cervelló, & Pla, 2002)

En este proyecto se diferenciaron 3 zonas: una, de ensanche; otra, suburbana y otra, de ciudad-jardín acompañadas de zonas destinadas a infraestructuras, equipamientos y espacios verdes. Y aunque este proyecto no se ejecutó en su totalidad, fue el inicio de diversos planes parciales.

En la otra cara de la ciudad, entre las décadas de 1950 a 1970, se empezaron a desarrollar de forma masiva barrios marginales en la periferia sin una ordenación previa y con materiales de baja calidad que provocarían con los años problemas.

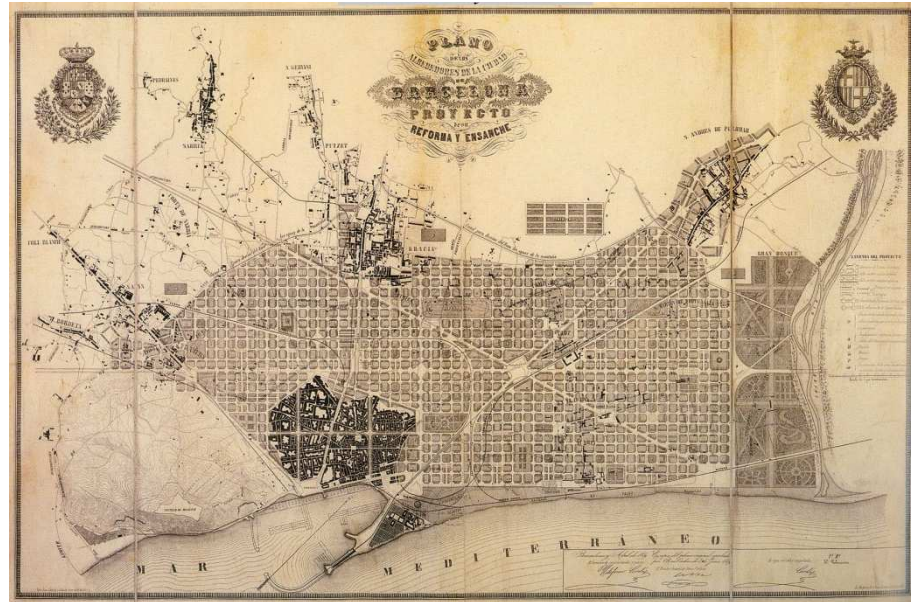


Figura 8. Plan de ensanche de Ildefonso Cerdá. Fuente: <http://sites.cardenalcisneros.es/ciudadarte/2012/05/12/barcelona-ildefons-cerda-1859/>

2.2 Marco normativo

2.2.1. El uso de los materiales

A finales del siglo XIX, las técnicas constructivas en zonas rurales se basaban en muros portantes con “forjados formados por un armazón de viguetas de madera apoyadas directamente en los muros o en otras vigas y encima, una capa de argamasa para recibir el pavimento” (Burgos Nuñez, 2009). Como explica el autor en su tesis sobre los orígenes del hormigón armado, de la prefabricación puede decirse que empezó con las viguetas. Sobre todo en las zonas rurales permitió una construcción más segura. Cabe destacar, en esta época la gran diferencia de las técnicas constructivas según la zona y el empleo de materiales propios de cada territorio.

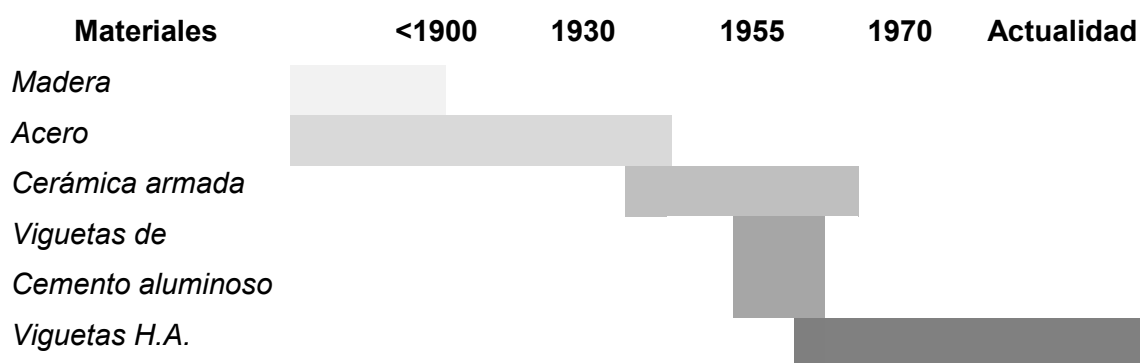
En ciudades, los forjados se resolvían con viguetas planas y bovedillas mientras el uso y la fabricación de perfiles metálicos iba desplazando a la madera.

Las tipologías de forjados de edificación han sido muy cambiantes en períodos de tiempo cortos.

Por lo que respecta al siglo XX, en la Tabla 9 se explica la evolución temporal de forma aproximada de los forjados según el tipo de material. Se ha ido cambiando progresivamente el uso de varios materiales para cada elemento constructivo, a una homogeneidad de todo el edificio con el hormigón armado.

Tabla 9:

Evolución temporal de los forjados en el siglo XX



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la tabla anterior como durante varios años conviven diferentes materiales simultáneamente, pero progresivamente unos van reemplazando a otros.

A partir de los años 40, la cerámica armada pasa a sustituir al acero, mediante la formación de forjados en los que la cerámica colabora en la absorción de tensiones de compresión. A medida que avanzó la década, se hizo cada vez más frecuente el uso de viguetas de hormigón prefabricado y en la segunda década del siglo se produce la gran expansión de la industria del cemento a nivel nacional y se convierte en el material principal para la construcción junto con la disponibilidad de acero de alta resistencia.

En los años de la posguerra, no únicamente preocupaba la escasez de materiales, sino la pérdida de calidad de los mismos, sobre todo del cemento y del acero. Lo cual incentivaba aún más el uso de las soluciones constructivas cerámicas por ofrecer mayor fiabilidad (Azpiliqueta Astarloa, 2004).

En el caso de Valencia los forjados más utilizados para edificios residenciales eran los que se conocían como “forjados de viguetas violín”, formados por piezas cerámicas con una separación entre ellas en la que se disponía la armadura y se rellenaba con mortero el espacio existente. Estos forjados se correspondían con los descritos en la DGA 41 como “Pisos ladrihierro, forjados autárquicos y pisos cerámicos perfectos”.

Tal era la necesidad del uso de elementos cerámicos para la formación de forjados, que la DGA a través del Boletín del estado realizó “un llamamiento a los arquitectos en el 1947 para que incrementaran el empleo de las técnicas tradicionales” (Azpiliqueta Astarloa, 2004):

“Empleo de materiales y procedimientos constructivos tradicionales.—En este aspecto del ahorro hasta el límite posible de los materiales básicos, los Arquitectos, principalmente, podemos prestar un gran alivio a la anormal marcha actual de la Edificación, mediante la puesta en

práctica, sobre todo en la edificación baja rural, de procedimientos constructivos y con materiales típicos tradicionales, abundantes en España, hoy en parte caídos en desuso a pesar de su bajo costo y de las buenas condiciones que como aislantes del calor reúnen; la edificación a base del tapial, modernizándola un tanto mediante el empleo mínimo y adecuado del ladrillo, en forma de pilares, de verdugadas y de chapados, que corrigiesen los principales defectos de aquel material, debía ser el único sistema constructivo que se obligara a adoptar en las edificaciones bajas de aquellos pueblos y lugares en que abundan las tierras arcillosas; ello supondría un considerable ahorro de combustible y cemento. El empleo más extenso del yeso; la construcción de pisos y cubiertas a base de bóvedas tabicadas de ladrillo; el empleo de la cal hidráulica o de los morteros mixtos de cal y cemento, en aquellas fábricas cuyas cargas pueden ser absorbidas por dichos morteros de agarre, facilitarían también el que se dispusiera de más hierro y cemento para aquellas construcciones o unidades de obra en que dichos materiales son insustituibles por ahora.” (DGA, 1947).

Más tarde, con la prefabricación de las viguetas, llegó el cemento aluminoso, que se utilizó sobre todo en las décadas 1950 y 1960. Se trata de un cemento compuesto de aluminados mono cálcicos, que le confieren unas características concretas y unas prestaciones particulares como la alta resistencia mecánica al cabo de pocas horas, uno de los motivos por el cual se popularizó el uso de este tipo de cemento ya que permitía un rápido ritmo de construcción.

Se pueden diferenciar, por tanto, tres grandes etapas constructivas: una, desde el siglo XIX hasta principios del XX; otra, desde principios del siglo XX hasta los años 50 y una tercera, que abarca a partir de los 50 hasta la actualidad.

2.2.2 Primeras normas españolas.

La introducción del hormigón armado en España vino a través de Cataluña, Cantabria y el País Vasco y fue evidentemente anterior a su regulación normativa. Tuvo lugar a finales del siglo XIX pero se limitó su empleo durante años por desconfianzas hacia él a causa de varios accidentes y no fue hasta principios del siglo XX que se empezó a considerar su uso como una alternativa fiable a los materiales tradicionales.

Desde entonces, aparecieron innumerables patentes para su explotación comercial, las más importantes en España fueron las de Monier, Hennebique, Blanc, Métal Déployé y Ribera. Pero estaba destinado únicamente a obras de carácter militar hasta que de forma progresiva, su uso se fue difundiendo a todo tipo de obras, por lo que fue creándose una necesidad de definir normas españolas de carácter oficial.

En cuanto a su regulación, hasta 1939 no existía una norma como tal sobre hormigón armado. Desde principios de la década ya existían corrientes de investigación desde el ámbito privado, que se esforzaban en divulgar las propiedades del hormigón armado en revistas y publicaciones. Pero no fue hasta el 1938, en mitad de la guerra, que se constituyó una Comisión para redactar la primera Instrucción, tomando como referencia las normativas francesas y alemanas principalmente. Un año después se aprobó la Instrucción para proyectos y obras de hormigón armado en referencia a obras públicas.

Esta comisión es la llamada Dirección General de Arquitectura, originada por la necesidad de reconstrucción nacional. La primera norma que desarrolló fue el "Decreto sobre las restricciones del hierro en la edificación del 11 de marzo del 1941" que más tarde, el 22 de julio del mismo año desarrolló una normativa más concreta con el nombre de "Normas sobre las restricciones del hierro en la edificación" para definir más específicamente los puntos del Decreto.

Durante los siguientes años no se aprobó una Instrucción sobre hormigón de forma oficial, y los técnicos se acogieron a la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja “*HA 61 Especial para Estructuras de Hormigón Armado*” en la cual se describían los documentos que tenían que incluir los proyectos así como los cálculos y los procedimientos constructivos para las obras de hormigón armado.

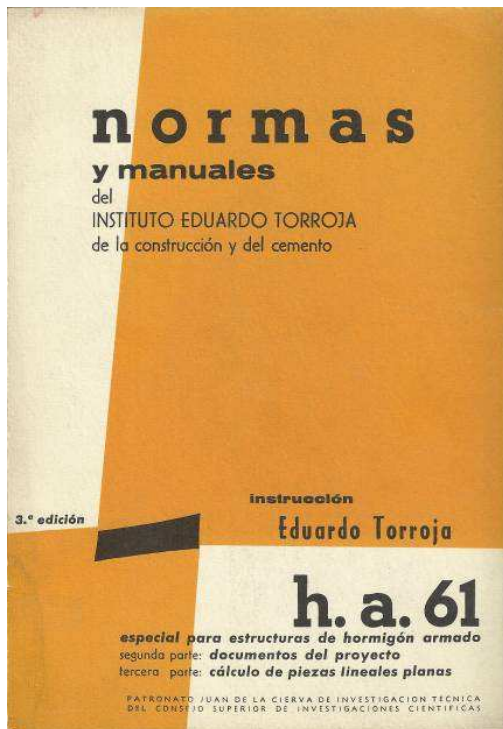


Figura 9. Instrucción 61 del Instituto Eduardo Torroja.

Finalmente, en el 1968 se aprobó la Instrucción de obligado cumplimiento, “*HA-68 Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado*”. Desde este momento las Instrucciones se actualizaron regularmente y fueron incluyendo modificaciones y ampliaciones respecto a las anteriores hasta la actual, “*EHE-98. Instrucción de hormigón estructural*”.

En el Anejo I se expone la Tabla 14 resumen de todas las normas mencionadas en relación a legislación general y planes de vivienda.

El caso de los forjados

Centrándonos en la normativa específica para los forjados, la primera que se llevó a cabo fue la “Norma DGA 41 para el proyecto y ejecución de las estructuras de acero laminado, de hormigón armado y de los forjados de ladrillo armado”, para la aplicación de Decreto anteriormente mencionado, y redactada por Dirección General de Arquitectura del Ministerio de la Gobernación en 1941. Esta tenía el propósito principal de controlar las situaciones de las obras y restringir el uso del hierro y el cemento.

Con el mismo fin, en el 1945 la Dirección General de Arquitectura elaboró la norma “Sistemas especiales de forjados para la edificación. Tipos aprobados y revisados por la Sección de Investigación y Normas”, en la cual presenta diferentes sistemas de forjado estándar a los que se podían acoger los proyectos.

Respecto a los proyectos se plantearon de forma que estaban compuestos por “una memoria justificativa del empleo del hierro donde constaba la cantidad de acero que se iba a necesitar para construir el edificio, es decir, se justificaba que no se superaba el cupo de hierro permitido. En la hoja del cupo del hierro se recogía los kilos de hierro que eran necesarios para construir los pilares, vigas y forjados de la obra.” (Marco Serrano, 2013)

MEMORIA JUSTIFICATIVA DEL EMPLEO DE HIERRO
D. FRANCISCO BLANCO GARCIA Y OTROS
Propietario: **Calle Prolongación Paseo Valencia al Mar.**
Emplazamiento: **Viviendas económicas.-**
Clase de edificio: _____

CALCULO DE FORJADO DE PISOS
350 Kgs. m².

PESO MAXIMO AUTORIZADO: PESO PROPIO y sobrecarga: _____
menor de 3'00 m. 10 kgs. m.² _____
» » 3'50 » 12 » » _____
» » 4'00 » 15 » » _____
» » 4'50 » 18 » » _____
mayor » 4'50 » 21 » » _____

OBSERVACIONES: _____

r. 1165 Mod. n.º 5-5.

CRUJIAS	LUZ	MOMENTO	PERFIL ELEGIDO	TENSION	PESO por m. ²	PESO TOTAL
I-III	3'5	187	2p10	40-1.200	3'98	3.395,30
II	3'2	138	2p10	" "	3'87	2.028,71
IV	3'2	143	2p10	" "	3'74	2.735,10
V	4'8	269	1p10-1p12	" "	4,71	7.886,30
					<u>Suma</u>	<u>10.845,43 Kgs</u>
Porcentaje por metro cuadrado de forjado:					<u>10.845,43 Kgs.</u>	<u>3,95 Kgs.</u>
					<u>2.745,68 m².</u>	<u>m².</u>

Figura 10. Hoja del cupo de hierro: Kilos de hierro para forjado. (MARCO SERRANO, 2013).

En el Anejo I se expone la Tabla 15 resumen de todas las normas mencionadas en relación a los forjados y las restricciones del acero y el cemento.

A continuación, se analizan los puntos más característicos de estas dos normas.

- **Norma DGA 41 para la aplicación del Decreto sobre las restricciones del hierro en la edificación del 11 marzo del 1941.**

La finalidad de esta norma era “regular el empleo del hierro en las construcciones”, cumpliendo y definiendo en mayor medida las especificaciones del Decreto del 11 marzo del 1941. Se compone de dos partes: una sobre normas técnicas y otra sobre la aplicación de ellas.

En esta segunda parte, como se puede comprobar en las Figuras 6-9, se realizan una serie de recomendaciones constructivas para

sustituir, e incluso prohibir, el uso del hierro y, en el caso de no poder evitarlo, hacer el mínimo uso posible.

Hay que destacar la prohibición de elementos metálicos en cargaderos, cubiertas de menos de 6 metros, cimentaciones, soportes, fachadas y elementos decorativos, así como obligación en la sustitución de los roblonados por soldaduras eléctricas en todos los casos que se presenten. Cuando se permite su uso como en viguetas, cubiertas de luces mayores a 6 metros y armaduras para hormigón, siempre es bajo el criterio de mayor economía posible y menor peso.

NORMAS CONSTRUCTIVAS

1. Generalidades

a) **Enlaces.**—Se procurará sustituir los enlaces roblonados con los de soldadura eléctrica.

Sólo se dispensará de esta condición en obras de pequeña importancia, donde no sea posible, justificadamente, emplear este sistema por carecer de elementos para ello.

b) **Peso del hierro.**—Para el empleo de hierro en forjados de piso (viguetas), el peso máximo total permitido será el siguiente:

Luces menores de 3 mts.	10 kgs./m. ² y planta.
" " de 3,5 "	12 " "
" " de 4,0 "	15 " "
" " de 4,5 "	18 " "
" mayores de 4,5 "	21 " "

Para obtener la superficie anterior se emplearán las luces libres de las crujeas.

Cuando además de los entramados horizontales se hiciera uso de otros elementos permitidos, no se podrá, sin previa autorización de la Dirección general de Arquitectura, rebasar en ningún caso la cantidad de 10 kgs. por metro cúbico de edificación, descontando para esta determinación el volumen de patios.

Para los efectos de este artículo se considerarán los pesos teóricos dados por los catálogos de hierros y perfiles laminados.

c) **Tolerancias.**—Si una vez autorizado el Proyecto y durante la ejecución de la obra hubiera que hacer modificaciones, sin necesidad de nueva autorización, se permitirá un aumento de peso del 2 por 100.

d) **Presentación del Proyecto.**—Con el Proyecto se presentarán los planos de estructura, en los que se consignarán las longitudes y pesos de los distintos elementos y además el peso total de hierro empleado.

e) **Pruebas.**—Una vez acabado el montaje en obra de la estructura soldada, se someterá ésta a pruebas de resistencia con sobrecargas aproximadamente iguales a las que hayan servido de base para el cálculo. Se dejarán actuar las cargas durante veinticuatro horas, se medirán las flechas y se revisarán los enlaces.

2. Viguetas del piso

a) **Disposición.**—Se estudiará la disposición de viguetas más conveniente para la economía de hierro, recomendando, cuando sea posible y conveniente, colocar alternativamente de una planta a otra el sentido de las viguetas en direcciones cruzadas, para conseguir un mejor atado de la construcción, siempre que ésto no suponga un aumento de peso en los elementos metálicos.

b) **Separación de viguetas de piso.**—La separación se determinará de modo que la tensión admisible no sea inferior a 1.200 kgs./cm². Normal-

Figura 11. Imagen de la Norma DGA 41.

mente, el perfil se elegirá de modo que la separación quede comprendida entre 0,70 y 1 m., tomándose entre las distintas soluciones posibles la de mayor separación.

c) **Entrega.**—La entrega será la estrictamente precisa para garantizar la estabilidad del conjunto.

d) **Sustentación.**—Siempre que sea posible constructivamente, se utilizarán disposiciones de empotramiento, continuidad de tramos, etc., con el fin de reducir los valores de los momentos flectores.

e) **Materiales.**—Los componentes del forjado se elegirán del menor peso posible, para reducir al mínimo el peso propio.

3. Carreras

a) **Disposición.**—El autor del proyecto ha de hacer un minucioso estudio de las soluciones posibles para el entramado horizontal y elegirá aquella de menor peso de hierro.

b) **Sustentación.**—Siempre que sea posible, se asegurará un empotramiento o semiempotramiento en los extremos. De igual modo, si no existen inconvenientes, se utilizarán carreras continuas, empalmado, si fuese necesario, con soldadura u otro enlace resistente en la zona de momento nulo.

c) **Entrega.**—Se calculará la entrega precisa por los métodos ordinarios. Para repartir la presión sobre los apoyos se emplearán dados de piedra u hormigón, evitándose el empleo de elementos metálicos.

4. Cargaderos

a) En obras de nueva planta se prohíbe el empleo de cargaderos metálicos, debiendo sustituirse por los de hormigón, arcos de correa, etc.

b) En obras de reforma podrá autorizarse la utilización de cargaderos metálicos, cuando el empleo de otro material presente serios inconvenientes. En este caso, se justificarán los perfiles y secciones empleados, estableciendo con la mayor exactitud las cargas actuantes, sin perder de vista las alteraciones que la traba de muros o la existencia de huecos sobre el cargadero ocasione, y se acompañará a la Memoria un gráfico representativo de la disposición de cargas en toda la altura del edificio.

5. Soportes

a) Se prohíbe el empleo de soportes metálicos, salvo casos justificados y que se autoricen debidamente.

b) **Disposición.**—Caso de permitirse su empleo, se estudiarán las distintas distribuciones posibles para reducir a un mínimo el peso total de la estructura.

c) Los soportes formados por perfiles se realizarán obligatoriamente con soldadura eléctrica, prohibiéndose el empleo de roblones.

d) **Cimentación.**—Se prohíbe en absoluto el empleo de emparrillado de viguetas laminadas o similares en las cimentaciones.

Figura 12. Imagen de la Norma DGA 41

6. Entramados verticales

- a) Se prohíbe el empleo de entramados de fachada, medianerías o colindantes, traviesas y patios, debiendo sustituirse por muros resistentes de fábrica o entramados de hormigón armado.
- b) En casos excepcionales y debidamente justificados, podrá autorizarse el empleo de entramados verticales metálicos, recomendando, siempre que sea posible, la utilización de la soldadura eléctrica en los enlaces sustituyendo al roblonado. En este último caso, la estructura se calculará como pórtico.

7. Cubiertas

- a) Se prohíbe el empleo de hierro en las cubiertas inclinadas con luces de crujía menores de 6 mts.
- b) Siempre que necesidades de la planta no lo impidan, se elevarán los muros de traviesa para constituir el apoyo de la cubierta, de acuerdo con la restricción del apartado anterior.
- c) Cuando las luces sean mayores, si no pueden utilizarse otros sistemas, se podrán emplear formas metálicas soldadas eléctricamente, eligiendo tipos en que haya el menor número de barras trabajando a compresión.
- d) Cuando se hayan de emplear correas metálicas se utilizará, si es posible, la disposición "Gerber", cuya separación entre articulaciones sea de 0,70 de la luz. En este caso es conveniente que la separación de cuchillos sea constante, excepto para los tramos extremos, que será 0,85 de la correspondiente a los tramos intermedios.
- e) Se reducirá la flexión lateral de las correas, por atirantados en sus tercios, enlazándolos al vértice superior de la forma o a la cumbrera y teniendo presente en el cálculo de éstos el suplemento de carga vertical originado por este atirantado.
- f) El arriostrado de cuchillos en el plano de cubierta, cuando sea preciso, se realizará, preferentemente, en aquellos vanos en que no exista articulación en las correas.

8. Armaduras para hormigón

- a) **Cuantía de armadura.**—Se recomienda realizar los cálculos de modo que la cuantía de armadura sea la menor posible.
- b) **Tensión admisible.**—La tensión admisible para las armaduras de tracción será de 1,200 kgs./cm.² como mínimo.
Se recomienda el empleo de formas y aceros especiales que permitan elevar este coeficiente.
- c) **Soportes zunchados.**—Temporalmente, mientras el decreto de restricciones esté en vigencia, se prohíbe el empleo de soportes con armadura helicoidal (zunchado).

Figura 13. Imagen de la Norma DGA 41

d) **Armadura de soportes.**—Su cuantía no será nunca superior al 3 por 100. Se recomienda tomar los mínimos admitidos siempre que sea posible.

e) **Armaduras de elementos sometidos a flexión simple.**—Cuando no haya razones que se opongan a ello (limitación de altura, etc.), las vigas de hormigón se proyectarán sin armaduras de compresión.

f) **Elementos sometidos a flexión compuesta.**—Se proyectarán los elementos sometidos a flexión compuesta de modo que la solución adoptada (con armadura sencilla o doble) sea la de mínimo peso.

9. Otros elementos

a) Se reducirá al mínimo el empleo de hierro en balcones, barandillas de escalera, rejas, cancelas, carpintería metálica, tuberías, depósitos y registros, para lo cual se utilizarán en vez de elementos metálicos los de otros materiales, excepto en los casos que constituyan elementos de seguridad o sea difícil su sustitución.

b) Se prohíbe el empleo del hierro para fines decorativos, salvo en casos en que el valor artístico de la construcción lo exija y previa autorización de la Dirección General de Arquitectura.

Figura 14. Artículo cuarto de la Norma N.V. 1962 "Acciones en la edificación"

La derogación de la restricción de hierro fue llevada a cabo en 1956 en el “Decreto de 19 de enero de 1956” cuando el Gobierno consideró desaparecidas las circunstancias que habían llevado a cabo la necesidad de dictar la economía del hierro.

DECRETO de 19 de enero de 1956 por el que se derogan los de 11 de marzo de 1941 sobre restricción en el uso del hierro y de 22 de julio siguiente por el que se dispuso su reglamentación circunstancial.

Figura 15. Imagen del Decreto de 19 de enero de 1956

- **“Sistemas especiales de forjados para la edificación. Tipos aprobados y revisados por la Sección de Investigación y Normas”.**

El objetivo de esta publicación era presentar una serie de sistemas de forjado que ahorraran en armado mediante teorías y procedimientos diferentes de los utilizados en la época. Para ello se llevó a cabo una evaluación de las sobrecargas, disminuyéndolas mediante el uso de materiales más ligeros.

La Dirección General de Arquitectura invitó pública y oficialmente a todas las entidades productoras o afectadas de sistemas de construcción de forjados de pisos, a someterlos debidamente a examen, estudio y aprobación o reparos de la Sección de Investigación y Normas creada en ella, con objeto de constituir una colección sistemática que sirva de comparación y cotejo a la técnica interesada en su aplicación; facilitando así una base científica, informativa, totalmente exenta del más leve atisbo de sentido comercial.

Figura 16. Introducción "sistemas especiales de forjados para la edificación".

Como ventajas comunes a todos los tipos de forjados tenían evidentemente, el ahorro de hierro y cemento así como de madera para encofrado y la ventaja de la parte inferior del forjado plana lista para su terminación. Por la parte de los inconvenientes se encuentra la construcción “in situ” en obra de las viguetas armadas, lo cual daba unos resultados mecánicos y de durabilidad muy dispersos entre unas y otras.

➤ Otras publicaciones relacionadas

Sobre la publicación anterior y por la importancia y el interés que tuvo en su momento la sustitución de los tipos de forjado, algunas revistas publicaron artículos relacionados con el tema. Destacamos el ejemplo del artículo “Forjados para pisos” de Jose Luis Muzquiz de Miguel, ingeniero de caminos, para la Revista de Obras Públicas en 1945, en el cual el autor realiza una detallada explicación de las soluciones que surgieron para dar respuesta a las necesidades de ahorro de material.

Como indica Muzquiz, J.L. “primeramente se comenzó sustituyendo el sistema de viguetas metálicas por losas de hormigón armado, pero, [...] resultaron pesadas [...] con demasiada cantidad de acero y se hizo preciso el empleo de soluciones cada vez más ligeras”.

Se hablaba, por tanto, de las dos soluciones más empleadas en la época:

- La losa maciza de hormigón armado.
- Los forjados con elementos cerámicos.

La losa maciza de hormigón armado

Este tipo de forjado tenía la principal ventaja que faltaba en los forjados cerámicos y es, la traba con el resto de los elementos estructurales, característica que aumenta la seguridad de la construcción.

La altura de la losa era muy pequeña, alrededor de 6 o 7 cm, pero el peso propio era muy elevado en comparación y especialmente, para luces mayores a 3 o 4 m, lo cual implicaba también un aumento en la cantidad de hierro.

Las condiciones acústicas del elemento no eran buenas, ya que transmitían las vibraciones y el sonido así como necesitaba de un encofrado total en la parte inferior, por lo que el ahorro de madera era nulo.

Los forjados aligerados con elementos cerámicos

Estos se caracterizaban por que la resistencia de la sección recaía sobre las piezas cerámicas entre las cuales se colocaban los redondos de la armadura de tracción. Existían dos tipos, en función de si llevaban placa de hormigón o no.

El primer caso a describir eran los forjados sin capa de hormigón, los cuales se subdividían a su vez en otras dos clases según si se montaban “in situ” o en taller.

- Montaje “in situ”: en este caso los elementos cerámicos se montaban sobre un encofrado parcial formado por tablas separadas la distancia entre nervios.
- Montaje en taller: consistía en unir las piezas cerámicas longitudinalmente y armarlas para elevarse después hasta la posición en obra, con la ventaja de no precisar ningún tipo de encofrado.

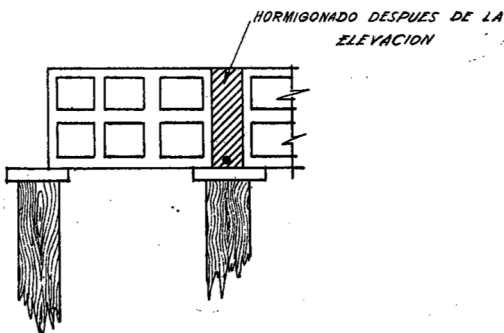


Figura 18. Forjado aligerado por elementos cerámicos. Solución con encofrado. (Muzquiz de Miguel, forjado para pisos parte I, 1945).

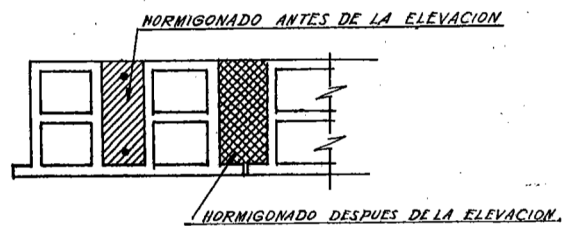


Figura 17. Forjado aligerado cerámico sin encofrado. (Muzquiz de Miguel, forjado para pisos parte I, 1945)

Este sistema tenía como ventaja el reducido peso propio al eliminar toda la losa de hormigón, así como la reducción de la cantidad de hierro para armar, aunque en menor medida ya que al eliminar la capa de compresión se incrementaban los momentos flectores.

Otras ventajas son las condiciones térmicas y acústicas, que eran excelentes y permitían la posibilidad de instalarse en su interior los conductos de instalaciones. Por último, el ahorro en madera ya que era un producto que empezó también a encarecerse.

Por otro lado, se presentaban varios inconvenientes como el empleo de piezas especiales que resultaban caras, por lo que no existían grandes diferencias de ahorro económico respecto a forjados de hormigón armado, además requería de espesor de forjados mayores, al menos entre 12 y 15 cm. Y el aspecto más importante era la menor rigidez al conjunto con los demás elementos de la obra como vigas y forjados adyacentes.

Hay que tener en cuenta que al eliminar la mayoría de hormigón y acero, las piezas cerámicas eran las que trabajaban en exceso a compresión e incluso a tracción, y como no podían conocerse con exactitud el modo de trabajo ni las tensiones, ya que las pruebas a las que se sometían no eran completamente fiables, debían de considerarse márgenes de seguridad mayores.



Figura 19. Ensayo de carga sobre forjado cerámico. Recuperado de <http://www.todocoleccion.net/documentos-antiguos/expediente-planos-fotos-forjados-ceramicos-bovedillas-1946-arquitectura~x36081537>

El segundo caso empleado, eran los forjados aligerados con capa de hormigón, que combinaban los aligeramientos de las zonas de tracción en las que el hormigón no intervenía con la trabazón que proporciona la capa de hormigón con los restantes elementos de la estructura.

La diferencia era que en este caso la resistencia de la sección era absorbida por el hormigón.

Se reducían el peso propio y la superficie de encofrado en comparación con la losa de hormigón pero siendo superiores a los forjados sin capa de compresión.

Existían tres variantes:

- Las losas nervadas, formadas por placa de hormigón y nervios de alturas variables. Podía constituirse con encofrados en toda la superficie o colocando moldes para formar aligeramientos.
- Las losas aligeradas con encofrado en toda la superficie, en los cuales las piezas de entrevigado se colocaban sobre el encofrado y entre ellas, las armaduras. Permitía mayor adaptabilidad a distintos espesores pero empleaban mucha madera de encofrado. Cuando era difícil encontrar piezas especiales huecas de formas alargadas y poca altura, podían colocarse ladrillos huecos.
- Los forjados aligerados con bloques. Este tipo reducía al 24-40% el encofrado, colocando únicamente tablonés debajo de los nervios. Se empleaban bloques ligeros como corcho, virutas o yeso aunque generalmente, los más usados eran los de hormigón o cerámica. Tenían unas dimensiones tipo de 25x50x15 cm con un peso aproximado de 12 a 15 kg.

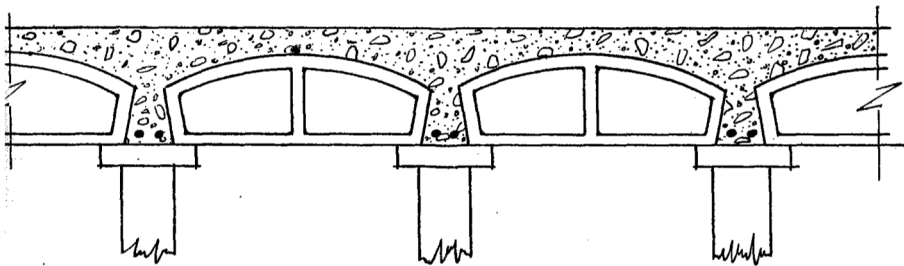


Figura 20. Forjado aligerado con bloques. (Muzquiz de Miguel, forjado para pisos parte I. 1945).

En la tabla siguiente, Tabla 10, se realiza un resumen de las características de los forjados.

Tabla 10:

Comparativa características de los tipos de forjado

	Losa maciza H.A.	F. aligerado sin capa	F. aligerado con capa
Rigidez resto estructura	✓	x	✓
Altura canto menor	✓	x	x
Peso ligero	x	✓	≈
Mayor ahorro hierro	x	≈	≈
Mayor ahorro hormigón	x	✓	✓
Encofrado	x	✓	✓
Condiciones acústicas y térmicas	x	✓	✓


Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

✓ Cumple, ≈ intermedio, x no cumple



3 ■ Características de los forjados autárquicos.





3.1 Definición. Características técnicas y constructivas

Como el presente trabajo gira en torno a soluciones propuestas por el Gobierno de los años 40 para la ejecución de forjados cerámicos, debemos realizar una definición sobre qué es un forjado cerámico y cuáles son sus características constructivas.

Para ello, es básico el apoyo de la publicación “Recomanacions per al reconeixement, diagnosi i la teràpia de sostres ceràmics” (ITEC, 1995) ya que es el primer texto actual que recopila el conjunto de forjados cerámicos construidos en la posguerra, con su proceso constructivo y comportamiento estructural, basándose en las normas de la época, para diagnosticar e intervenir en los casos de rehabilitación de Cataluña.

La Dirección General de Arquitectura define:

“Un forjado cerámico es aquél que está construido por ladrillos cerámicos, mortero de cemento portland y redondos de acero, en el cual la cerámica actúa activamente en la absorción de tensiones y en el caso de tener una chapa de compresión esta tiene un grosor menor o igual a 5cm”. (DGA, 1941).

1. Campo de aplicación de estas Normas

Han de someterse a lo aquí dispuesto todos aquellos forjados constituidos por ladrillos (cerámicos o de cemento), hormigón de portland y varillas de hierro, en los que el ladrillo colabora activamente en la absorción de tensiones y con tal de que el espesor de la capa superior de hormigón que eventualmente exista no pase de 5 cm.

Figura 21. Imagen de la definición de la norma. Fuente: Normas para el Proyecto y Ejecución de forjados de ladrillo armado.

En la publicación citada, se realiza un análisis de las normativas aprobadas en la década de los 40 y reúne información acerca de las características de los materiales así como de los tipos de forjados mencionados en dichas normativas.

En el apartado de forjados del capítulo 2.2.2. Primeras normas españolas se desarrollan las ventajas e inconvenientes de estos

sistemas. Resumidamente, el gran inconveniente de la ejecución era que la mayoría se elaboraban en la misma obra, sin control de calidad de materiales, acabados y procesos constructivos, lo que se traducía en una heterogeneidad de las características obtenidas mecánicas y de durabilidad.

En la Tabla 11 se resumen unos aspectos generales de los materiales utilizados:

Tabla 11:

Características de los materiales de los forjados cerámicos

Materiales	
Cerámica	El grosor de las paredes debe ser $\geq 8\text{mm} \pm 1\text{mm}$. El espacio para alojar la armadura tendrá un ancho $\geq 2\text{cm}$ y la distancia entre armaduras será de 25cm. Las caras exteriores de las piezas serán estriadas para asegurar a adherencia con el mortero.
Morteros y hormigones	El m ³ de mortero tendrá mínimo 400kg de cemento.
Acero	Prohibido el uso de redondos $< 5\text{mm}$ de diámetro.
Recubrimientos	Lo más uniforme posible. Recubrimientos alrededor de la armadura será lateralmente $> 0.5\text{ cm}$ y superior e informante $> 1\text{ cm}$.

Fuente: Instituto Tecnológico de Cataluña. Recomanacions per a reconeixement, la diagnosi i la terapia de sostres ceràmics. 1995

3.2 Daños más frecuentes

A continuación analizamos los daños más frecuentes que son posibles de encontrar en los forjados cerámicos.

Como consideraciones previas, hay que tener en cuenta que el material empleado era cerámico en la mayoría de los casos, por lo que se parte de la base que era un material poroso. En ocasiones se utilizaba incluso yeso, teniendo aún un mayor grado de porosidad.

Además, el cemento utilizado era de baja calidad así como la puesta en obra del mismo, por lo que en este tipo de forjados no se disponía de una garantía de recubrimiento de las armaduras, y las lesiones ocasionadas en la gran mayoría de los casos tienen su origen en la oxidación de las armaduras (Bosco Hurtado, 2016).

Por tanto, los daños más característicos de los forjados autárquicos pueden clasificarse del modo que se indica en la Tabla 12, siendo los ambientes más usuales de aparición de lesiones las zonas húmedas de las viviendas.

Tabla 12:

Daños más frecuentes en los forjados cerámicos

Ambientes	Daños
Ambientes húmedos: cocinas, baños, cubiertas, terrazas y puntos próximos de bajantes.	Humedades Desprendimientos de revestimientos Deformaciones de flecha Fisuras y grietas en los cerramientos

Fuente: Elaboración propia.

Para proceder a la rehabilitación, en función de la gravedad del daño a reparar podrá realizarse una sustitución física o funcional del elemento, un refuerzo o una reparación.

Tanto para proceder al diagnóstico como para la intervención se recomienda consultar el procedimiento desarrollado en “Recomanacions per al reconeixement, la diagnosi i la teràpia de sostres ceràmics” y “Norma reglamentària d'edificació sobre accions en l'edificació en les obres de rehabilitació estructural dels sostres d'habitatges NRE-AENOR 93”.

4. Fichas de catalogación





Realizada la explicación de las soluciones que se desarrollaron y sus características procedemos a describir en la Tabla 13, la nomenclatura que emplearemos en las fichas de catalogación siguientes.

La primera columna indica el tipo de armadura:

- A: Armada

La segunda columna indica si los esfuerzos son absorbidos por

- C: la cerámica
- H: el hormigón

La tercera columna corresponde al proceso constructivo, si es

- AUTO: Autoportante
- EP: Encofrado parcial
- ET: Encofrado total

Tabla 13:

Nomenclatura de la catalogación de forjados

Tipo de armadura Absorción de esfuerzos Proceso constructivo

Tipo de armadura	Absorción de esfuerzos	Proceso constructivo
C		AUTO
		EP
		ET
A	H	AUTO
		EP
		EF

Fuente: Instituto Tecnológico de Cataluña. Recomanacions per a reconeixement, la diagnosi i la terapia de sostres ceràmics. 1995

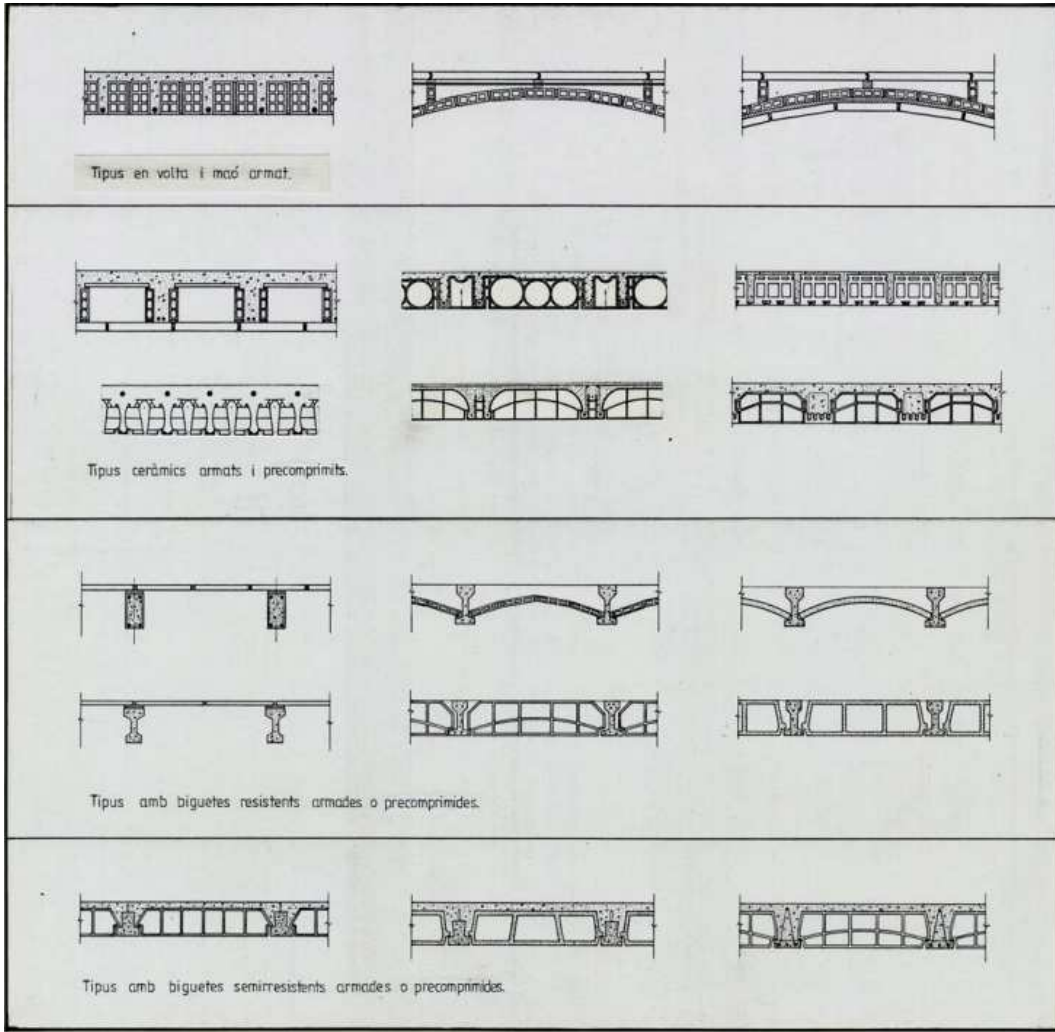


Figura 22. Tabla resumen tipos de forjados. Fuente: (DÍAZ GÓMEZ, 1986, PÁG. 120)

Catálogo de fichas



ESFUERZO DE COMPRESIÓN ABSORBIDO POR LA CERÁMICA

Forjado de viguetas armadas autoportantes “in situ”

Forjado de viguetas armadas autoportantes "in situ"

Designación del forjado

AC-AUTO

Información previa

La construcción de forjados sin encofrados era un objetivo a conseguir por la función auxiliar y sin utilidad de estos una vez terminada la construcción, y que suponían un encarecimiento del forjado.

Para conseguir la reducción de los encofrados se utilizaron las armaduras rígidas, formándose la estructura resistente "in situ".

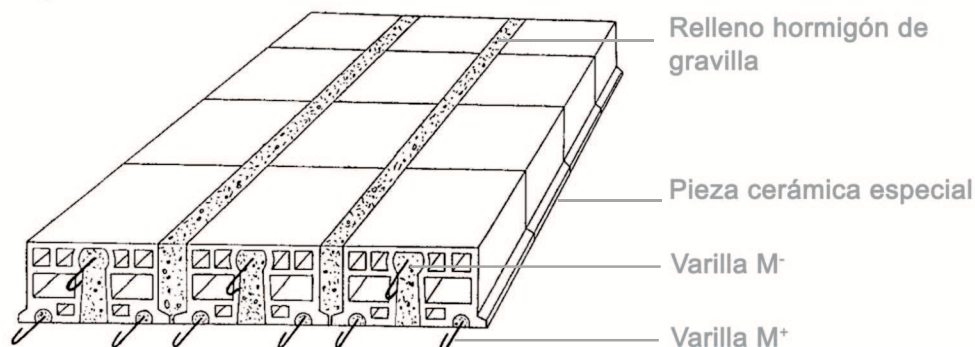
Este forjado consiste en la unión de viguetas de piezas cerámicas especiales con varillas de acero en el interior y relleno de mortero de cemento portland. Se enlazan unas con otras mediante hormigón de gravilla, armado o sin armar, y generalmente sin capa de compresión superior.

Subtipos

1. Modalidad forjado único (p.a.u.s.a.)

Designación: AC-AUTO_1

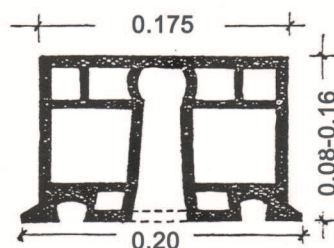
Representación gráfica



Características

- Geométricas

Las piezas de cerámica tienen la forma y dimensiones indicadas en la figura (en cm) y su longitud varía entre 15, 20 y 25 cm para cubrir todas las luces.



- Técnicas y mecánicas

Tabla de pesos propios según la altura que puede formarse el forjado.

Peso propio (kg/m ²)	Altura útil (cm)
73	8
110	12
140	16

- Constructivas

En la ejecución de este forjado había que distinguir dos fases: una, de ejecución de las viguetas y otra, de ejecución del forjado.

EJECUCIÓN DE LAS VIGUETAS

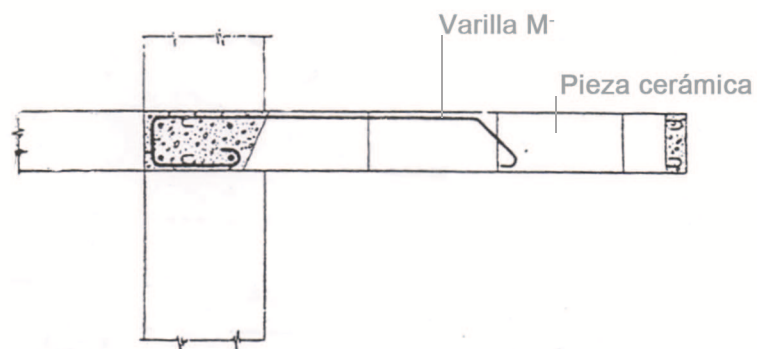
- Sobre una capa de arena cóncava, se sitúan las piezas con la cara inferior hacia arriba.
- Los ladrillos se mojan en agua.
- En el canal central se aloja la varilla de compresión envuelta en mortero de 400 a 500 kg/m³. Se sigue con capas de mortero hasta introducir a 1 cm de la parte superior de la canal la armadura de tracción.
- De un modo análogo se colocan las armaduras de los canales laterales.
- Sobre ella se extiende una capa de arena de 1cm y se ejecuta la siguiente.
- Tiempo de fraguado de mínimo tres semanas.

EJECUCIÓN DEL FORJADO

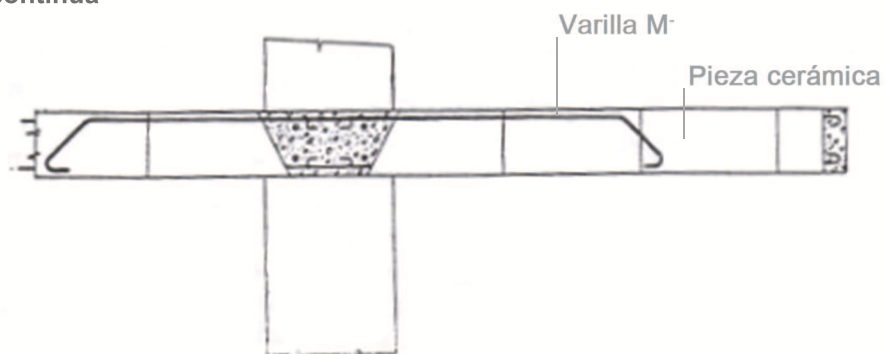
- Se colocan una al lado de otra las viguetas en posición invertida a la fabricación, apeándose ligeramente en el centro.
- Se rellena con hormigón de gravilla y se colocan las armaduras precisas en los canales resultantes entre viguetas.
- En los extremos se termina con piezas achaflanadas para apoyar sobre muro o jácena y se hormigona.

Puntos singulares

Detalle extremo viga



Detalle viga continua



Información adicional

Los forjados cerámicos tienen como ventaja un mayor aislamiento térmico respecto a los de viguetas y bovedillas, así como su ligereza.

La economía del hierro y hormigón puede llegar a ser más de la mitad.

Como inconveniente, la gran cantidad de viguetas a elevar y el cuidado en el transporte.

Fotografías

Ejemplo 1



Seguí Pié, M. (s.f.) [Ejemplo 1 de forjado cerámico (p.a.u.s.a.)]. Recuperado de "Diagnosis en techos cerámicos y aluminosis".

Ejemplo 2



Seguí Pié, M. (s.f.) [Ejemplo 2 de forjado cerámico (p.a.u.s.a.)]. Recuperado de "Diagnosis en techos cerámicos y aluminosis".

Forjado de viguetas armadas autoportantes "in situ"

Designación del forjado

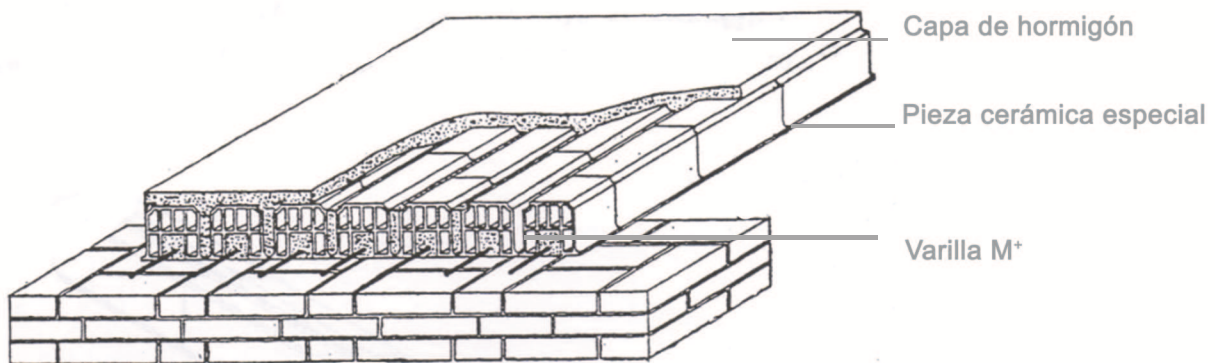
AC-AUTO

2. Modalidad forjado ladrhierro

Designación: AC-AUTO_2

El forjado se forma con un conjunto de viguetas adosadas, sobre las que se extiende una capa de hormigón.

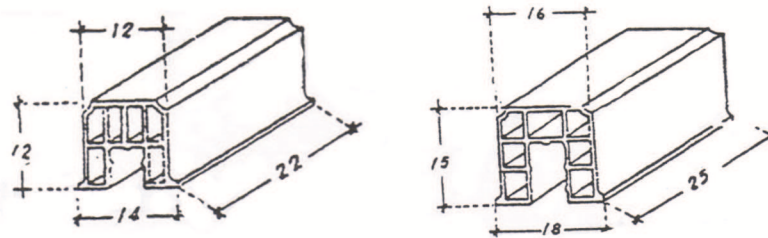
Representación gráfica



Características

- Geométricas

Las viguetas se forman con las piezas cerámicas de las dimensiones indicadas, unidas unas con otras, dejando un canal en su parte interior.



- Técnicas y mecánicas

Este tipo de forjado tiene un peso propio de 120 kg/m².

La tabla siguiente muestra el peso propio del forjado en función de las alturas que pueden formarse.

Peso propio (kg/m ²)	Altura útil (cm)
73	8
110	12
140	16

- Constructivas

En la ejecución de este forjado hay que distinguir dos fases: una, de ejecución de las viguetas y otra, de ejecución del forjado.

EJECUCIÓN DE LAS VIGUETAS

- Sobre una capa de arena, se sitúan las piezas con la cara inferior hacia arriba unidas una seguida de la otra hasta conseguir la luz necesaria y rejuntadas con mortero.
- Los ladrillos se mojan en agua.
- En el canal central se aloja la varilla de compresión envuelta con hormigón de cemento Portland y arena gruesa.
- Tiempo de fraguado mínimo de 5 días.

EJECUCIÓN DEL FORJADO

- Se colocan una al lado de otra las viguetas en posición invertida a la fabricación, apéandose ligeramente en el centro.
- Se extiende una capa de tres o cuatro centímetros de hormigón. En caso de voladizos o tramos continuos, se dispone de la armadura precisa de momentos negativos previo a la capa de compresión.

Puntos singulares

Puntos singulares ejecutados de la misma forma que el subtipo anterior.

Información adicional

Los forjados cerámicos tienen como ventaja un mayor aislamiento térmico respecto a los de viguetas y bovedillas, así como su ligereza.

La economía del hierro y hormigón puede llegar a ser más de la mitad.

Después de ejecutado ya se queda terminado el cielo raso a falta de guarnecido y enlucido.

Forjado recomendable para luces y sobrecargas usuales de edificios de viviendas.

Como inconveniente, la gran cantidad de viguetas a elevar y el cuidado en el transporte.

Fotografías



Seguí Pié.M. (s.f.) [Ejemplo de forjado cerámico (p.a.u.s.a.)] Recuperado de "Diagnosis en techos cerámicos y aluminosos".

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ABSORBIDO POR LA CERÁMICA

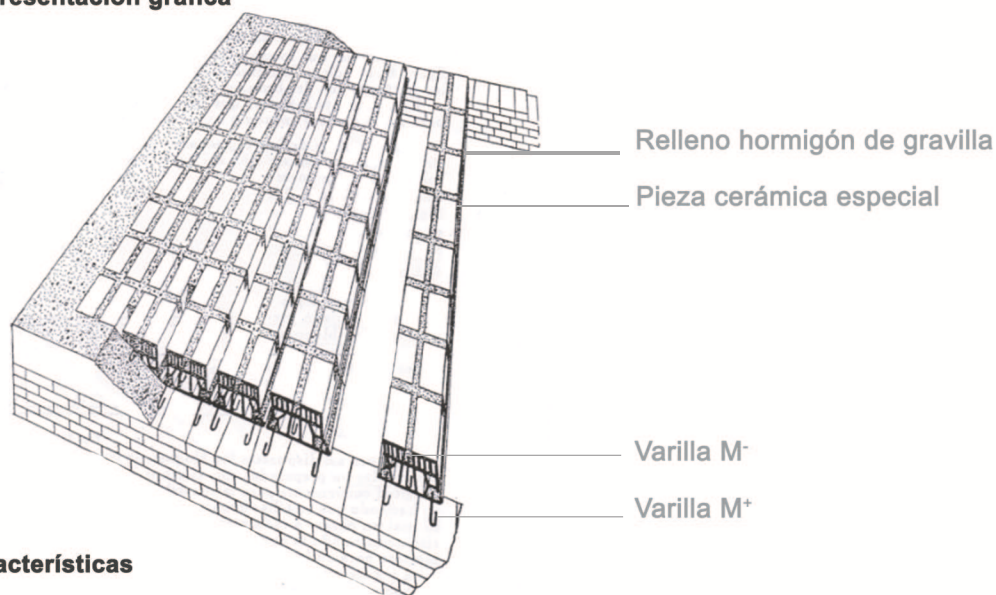
Forjado de viguetas armadas autoportantes "in situ"**Designación del forjado**

AC-AUTO

3. Modalidad forjado cerámico perfecto

Designación: AC-AUTO_3

Este forjado está formado por la yuxtaposición de viguetas fabricadas a piede obra con bloques cerámicos especiales, varillas de acero y pasta de cemento portland enlazadas entre sí con hormigón de gravilla en las canales y sin precisar de capa de compresión.

Representación gráfica**Características****- Geométricas**

Las piezas de cerámica tienen la forma y dimensiones indicadas en la figura siguiente (cm) y su longitud varía entre los 20 y 25cm en función de su altura.

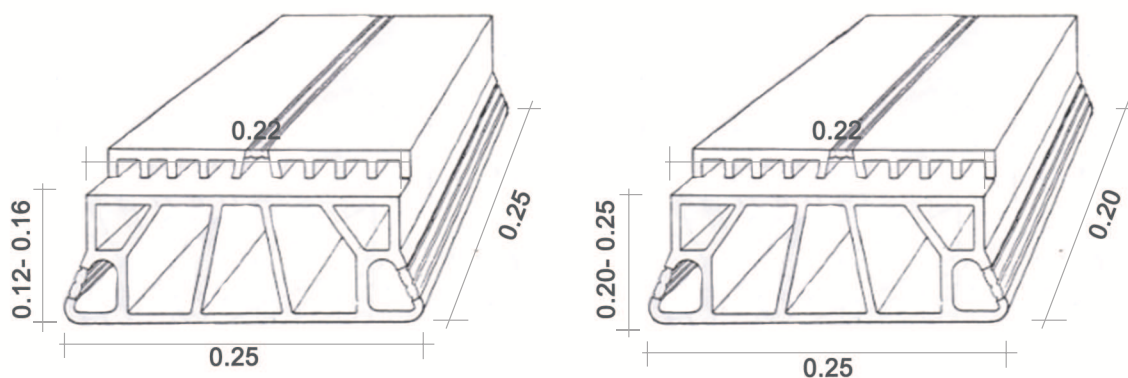
**- Técnicas y mecánicas**

Tabla de pesos propios, alturas y luces que pueden formarse con esta tipología de forjado.

Peso propio (kg/m ²)	Altura útil (cm)	Luces (m)
120	12-16	1.50-2.00-2.50-3.00-3.50-4.00
150	20-25	1.50-2.00-2.50-3.00-3.50-4.00

- Constructivas

En la ejecución de este forjado hay que distinguir dos fases: una, de ejecución de las viguetas y otra, de ejecución del forjado.

EJECUCIÓN DE LAS VIGUETAS

- Sobre una superficie convexa, se sitúan las piezas en la misma posición que ocupan en obra una seguida de la otra hasta conseguir la luz necesaria.
- Los ladrillos se mojan en agua, después de retirar los tres canales donde van alojadas las varillas.
- En los canales se alojan las varillas y se envuelven con mortero.
- Se extiende una capa de arena sobre la vigueta y se ejecuta la siguiente.
- Tiempo de fraguado mínimo de 3 semanas.

EJECUCIÓN DEL FORJADO

- Se colocan una al lado de otra las viguetas en la misma posición a la fabricación, apéandose ligeramente en el centro.
- Se extiende una capa de hormigón en los canales entre viguetas y en las transversales superiores. En caso de voladizos o tramos continuos, se dispone de la armadura precisa de momentos negativos.

Puntos singulares

Puntos singulares ejecutados de la misma forma que el subtipo anterior.

Información adicional

Los forjados cerámicos tienen como ventaja un mayor aislamiento térmico respecto a los de viguetas y bovedillas, así como su ligereza.

Solo requieren de un ligero apeo cuando la luz es grande, economizándose el coste de encofrados.

Después de ejecutado ya se queda terminado el cielo raso a falta de guarnecido y enlucido. Forjado recomendable para luces y sobrecargas usuales de edificios de viviendas.

Como inconveniente, la gran cantidad de viguetas a elevar y el cuidado en el transporte. Requiere de mano de obra especializada y materiales de calidad.

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ABSORBIDO POR LA CERÁMICA

Forjado de viguetas armadas encofrado parcial

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ABSORBIDO POR LA CERÁMICA

Forjado de viguetas armadas encofrado parcial**Designación del forjado**

AC-EP

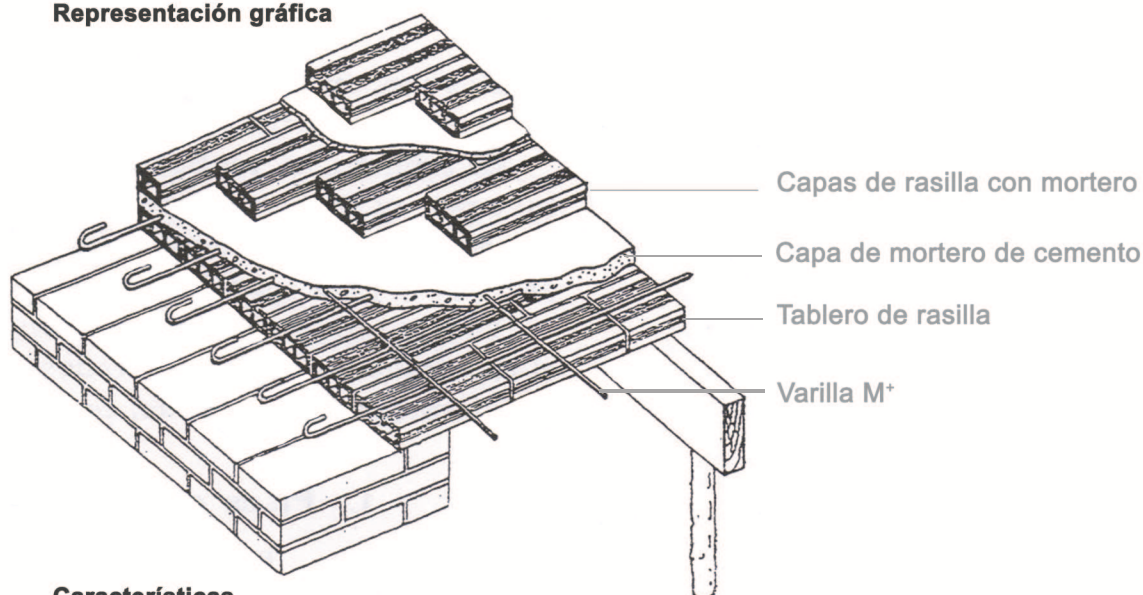
Información previa

La construcción de forjados con encofrados parciales surge como idea para evitar el encofrado continuo, que necesitaba de mayor presupuesto.

Este forjado consiste en la unión de viguetas de piezas cerámicas especiales con varillas de acero en el interior y relleno de mortero de cemento portland. Se enlazan unas con otras mediante hormigón de gravilla, armado o sin armar, y generalmente sin capa de compresión superior.

Subtipos**1. Modalidad forjado de tablero de rasilla armada**

Designación: AC-EP_1

Representación gráfica**Características****- Geométricas**

Zona de Momentos positivos



Zona de Momentos negativos



En la zona de M^+ , las varillas de tracción se disponen entre la hoja de rasilla inferior y los restantes tableros.

En la zona de M^- , la disposición es inversa, alojando la armadura entre la hoja superior y los restantes, o se puede prescindir de la hoja superior recurriendo a la armadura suficiente.

- Técnicas y mecánicas

Tabla de pesos propios según la altura que puede formarse el forjado.

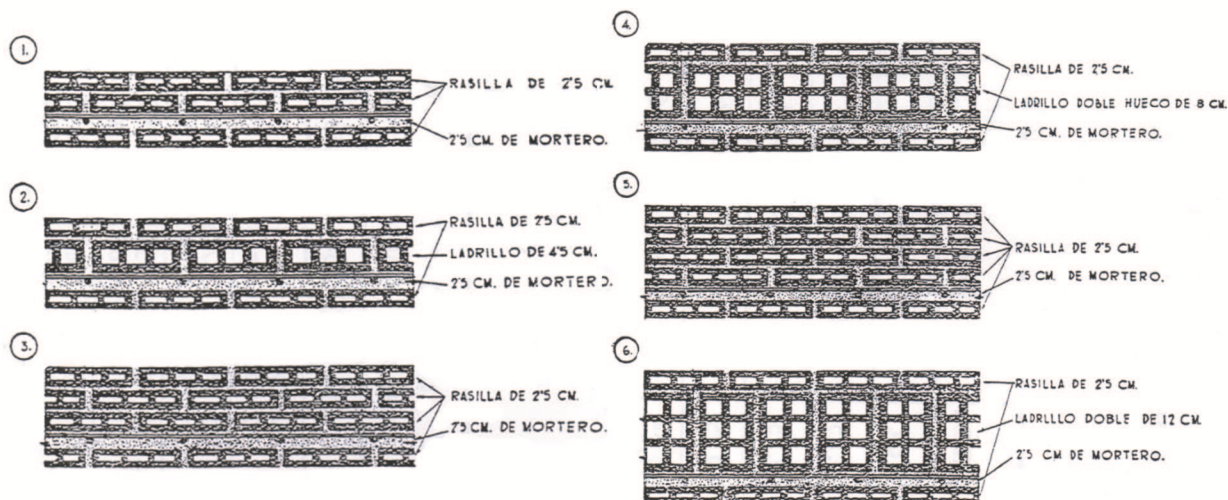
Peso propio (kg/m ²)	Altura útil (cm)
150	7,25
180	9,25
200	10,25
215	12,25
250	14,25
280	16,75

- Constructivas**EJECUCIÓN DEL FORJADO**

- Sobre unos tablonos de madera dispuestos horizontalmente y con una separación má. 60-70cm, se ejecuta un tablero de una hoja de rasilla con yeso o cemento.
 - A continuación, se coloca la armadura de tracción y las varillas de reparto recubiertas por una capa de mortero de mín. 400 kg/m³.
 - Se forman todas las capas que se necesiten de hoja de rasilla o ladrillo hueco y capa de mortero de 0.5 a 1cm de espesor.
 - En el caso de armadura superior, se coloca previo al tablero de rasilla final.
 - Tiempo de desapuntalamiento entre 1 y 2 semanas.
- *Todas las rasillas deben estar embebidas en agua antes de su colocación.

Puntos singulares

Diferentes variantes de formación del forjado

**Información adicional**

Los forjados cerámicos tienen como ventaja el aislamiento térmico y acústico superiora los de hormigón, debido a los huecos de cerámica en varias capas.

Es más ligero en relación al forjado de hormigón.

Después de ejecutado ya se queda terminado el cielo raso a falta de guarnecido y enlucido. Recomendable en lugares de buen material cerámico y arena, de fácil acceso al cemento y difícil a la madera. Casos de pequeñas sobrecargas y luces.

Como inconveniente, necesita personal especializado en tabicados de rasilla y material de

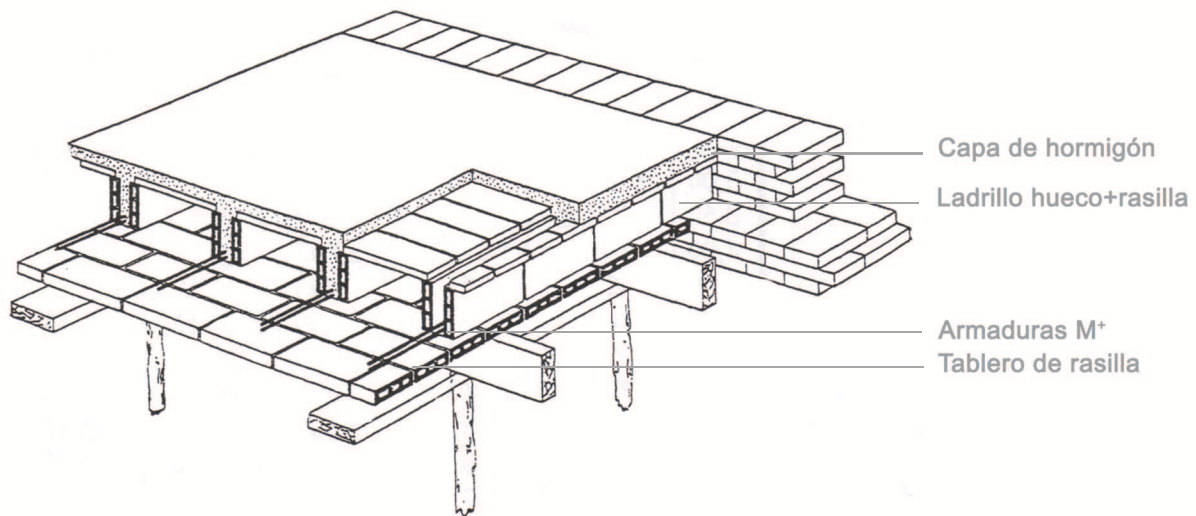
Forjado de viguetas armadas encofrado parcial

2. Modalidad forjado techo continuo Bosch

Designación: AC-EP_2

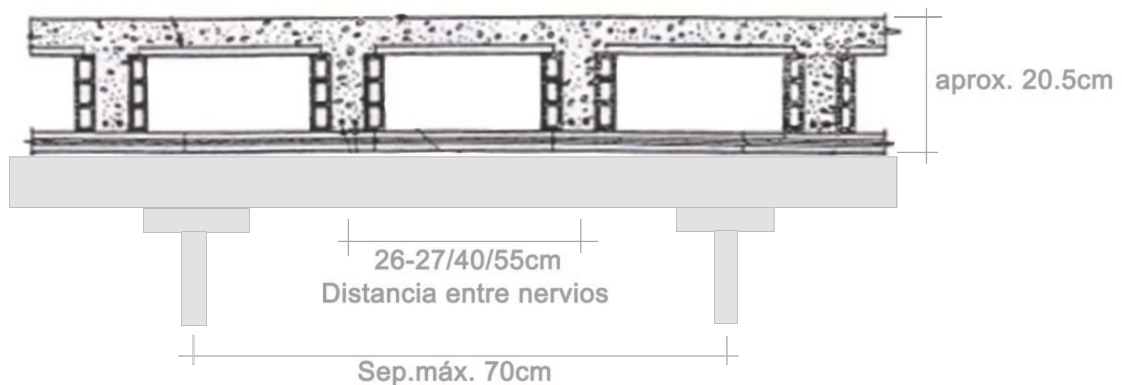
La idea de este forjado es la utilización de rasilla, hueca o maciza, para sustituir el encofrado de madera. Sobre el cual se establecen moldes de rasilla para formar los nervios, donde se sitúa la armadura y se rellena con hormigón.

Representación gráfica



Características

- Geométricas



- Técnicas y mecánicas

El peso propio de este forjado por m² depende de la separación de los nervios, de su anchura y del espesor de la capa superior, así como de las armaduras, la clase de cerámica empleada. Puede tomarse 200kg/m² aproximadamente.

- Constructivas**EJECUCIÓN DEL FORJADO**

- Sobre unos tablonos de madera dispuestos horizontalmente y con una separación má. 60-70cm, se ejecuta un tablero de una hoja de rasilla con yeso o cemento.
- Encima del cual se colocan los tabiquillos de separación y a continuación los techillos con rasilla hueca o maciza que formarán los nervios del forjado.
- Se disponen las armaduras dentro de los canales y se vierte el hormigón de 400 kg/m².
- Se procede al guarnecido y enlucido del cielo raso.

*Todas las rasillas deben estar embebidas en agua antes de su colocación.

Puntos singulares

No se han encontrado de este tipo puntos singulares a destacar.

Información adicional

Reune todas las ventajas de los forjados nervados, pudiendo cubrir todas las luces más utilizadas en la construcción de viviendas.

Es más ligero, aislante térmico y acústico que el nervado de hormigón.

Después de ejecutado ya se queda terminado el cielo raso a falta de guarnecido y enlucido.

Recomendable su empleo en casos de difícil empleo de encofrados de madera, con luces o cargas no muy grandes.

Necesita personal especializado en tabicados de rasilla .

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ABSORBIDO POR EL HORMIGÓN

Forjado de viguetas armadas autoportantes “in situ”

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ABSORBIDO POR EL HORMIGÓN

Forjado de viguetas armadas autoportantes "in situ"

Designación del forjado

AH-AUTO

Información previa

La construcción de forjados sin encofrados era un objetivo a conseguir por la función auxiliar y sin utilidad de estos una vez terminada la construcción, y que suponían un encarecimiento del forjado.

Para conseguir la reducción de los encofrados se utilizaron las armaduras rígidas, formándose la estructura resistente "in situ". Existen dos subtipos diferenciándose según el método de

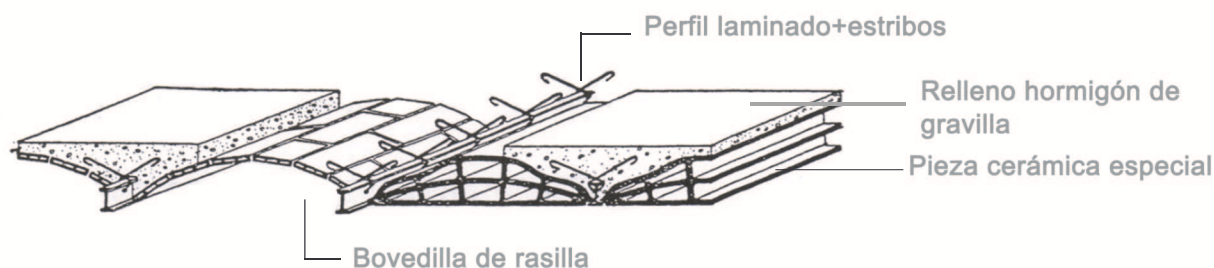
Subtipos

1. Modalidad forjado de hormigón armado con viguetas (Torras)

Designación: AH-AUTO_A1

Este forjado puede considerarse como una estructura de hormigón armado con armadura rígida para soportar el encofrado. Está constituido por una losa de hormigón armada con viguetas doble T.

Representación gráfica

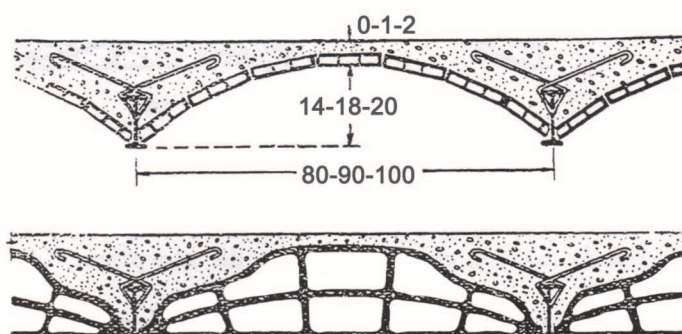


Características

- Geométricas

La geometría de este forjado se indica en la figura siguiente. Las viguetas doble T suelen ser de 8 ó 10 cm y los estribos se colocan cada 20-25 cm en el alma de la vigueta.

Entre las viguetas se pueden colocar bovedillas de rasilla o piezas especiales de cerámica.



- Técnicas y mecánicas

Tabla de pesos propios según el perfil y la altura que puede formarse el forjado.

Perfil	Altura útil (cm)	Peso propio (kg/m ²)
I80	15-23	135-148-155-170-175-180-190-195
I100	15-23	202-205-209

- Constructivas

- Se comenzará por colocar las viguetas con la separación precisa (de 80cm a 1 m) y los correspondientes estribos.
- Es conveniente realizar un ligero apuntalamiento en el centro de las viguetas.
- Entre las viguetas se construyen bovedillas de rasilla o se colocan piezas especiales cerámicas.
- Se hormigona con cemento portland de dosificación 300kg hasta enrasar con las bovedillas ó 1-2cm por encima.

Puntos singulares

Hay que tener en cuenta que no pueden absorberse momentos negativos superiores a los que sea capaz de absorber el perfil laminado. Normalmente suele ser suficiente como en pequeños voladizos de balcones.

En el caso de que los esfuerzos sean mayores, es preciso armarse la losa en su zona superior y disponer estribos de enlace entre esta armadura y la inferior.

Información adicional

Este tipo de forjado es más pesado que el de vigueta y forjado de rasilla.

Sus condiciones aislantes son inferiores.

Con el empleo de las piezas cerámicas tiene la ventaja de simplificar la construcción del cielo raso.

Es utilizable en todos los casos de construcción de vivienda.

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ABSORBIDO POR EL HORMIGÓN

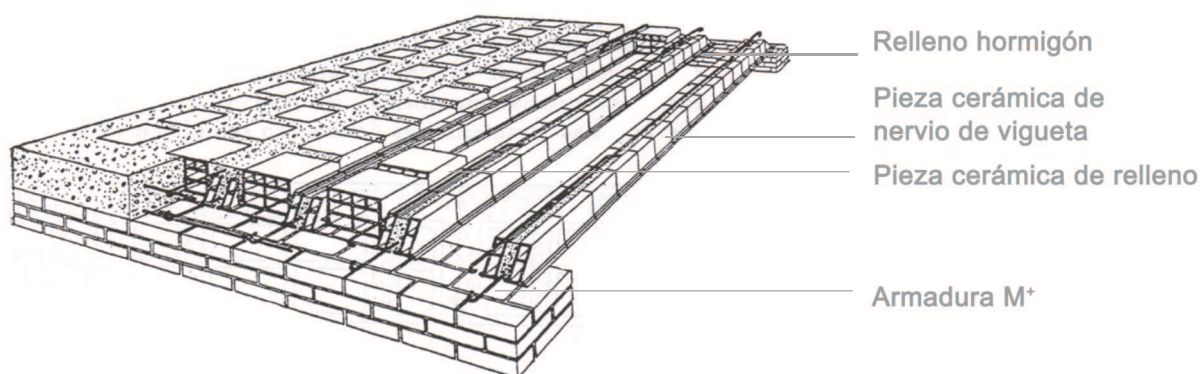
Forjado de viguetas armadas autoportantes "in situ"**Designación del forjado**

AH-AUTO

2. Modalidad forjado celular ligero (PI.CE.LI)

Designación: AH-AUTO_A2

Este forjado queda formado por viguetas de hormigón armado con piezas de relleno entre cada dos de ellas, mediante el empleo de piezas especiales de cerámica.

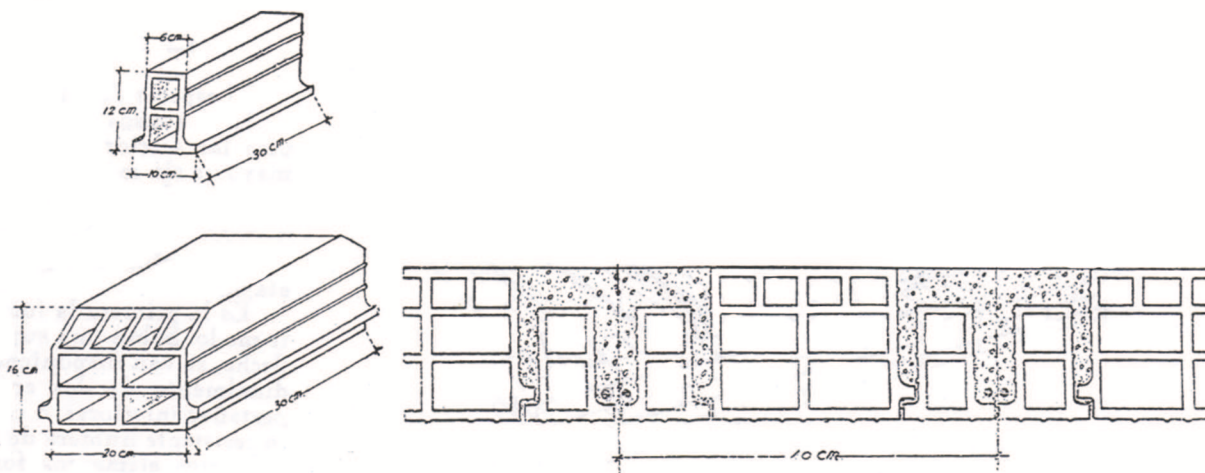
Representación gráfica**Características****- Geométricas**

Las piezas de cerámica para la formación del forjado pueden ser de dos tipos:

- Unas de reducidas dimensiones para formar la vigueta.
- Otras mayores, de relleno que se apoyan sobre las primeras. Son achaflanadas para permitir una armadura de reparto transversal y poderse rejuntar con el hormigón en su zona de compresión, colaborando la cerámica con la resistencia del forjado.

La vigueta que se forma tiene un nervio central, donde se aloja la armadura. El espesor del ala de la T que se forma es, en todos los casos, de 4 cm.

Las dimensiones de las piezas que se indican a continuación son para un forjado de altura 16, que es el más común.



- Técnicas y mecánicas

Tabla de pesos propios, alturas y distancia entre nervios de esta tipología de forjado.

Peso propio (kg/m ²)	Altura útil (cm)	Distancia entre nervios (cm)
175	16	40
200	20	40
240	24	40

- Constructivas

En la ejecución de este forjado hay que distinguir dos fases: una, de ejecución de las viguetas y otra, de ejecución del forjado.

EJECUCIÓN DE LAS VIGUETAS

- Sobre una superficie horizontal o convexa, se sitúan las piezas de menor dimensión, de dos en dos, juntas o con la separación precisa dependiendo del momento resistente.
- Se coloca en el canal central la correspondiente armadura
- Se rellena esta canal con hormigón hasta casi la altura de las piezas cerámicas.

EJECUCIÓN DEL FORJADO

- Se colocan los nervios de modo que entre sus ejes haya una separación de 40 cm o más.
- A continuación se colocan las piezas de relleno, apoyándolas en las correspondientes pestañas de los nervios.
- En los canales transversales, se coloca la armadura de reparto si es precisa.
- Se hormigonan los canales transversales hasta enrasar con la altura de las piezas de relleno.

Se recomienda disponer un ligero apeo que corte la luz.

Puntos singulares

En los casos de voladizos, no excesivos, la sección utilizada es apta para absorber los momentos negativos que se producen colocando la armadura en la parte superior de la vigueta.

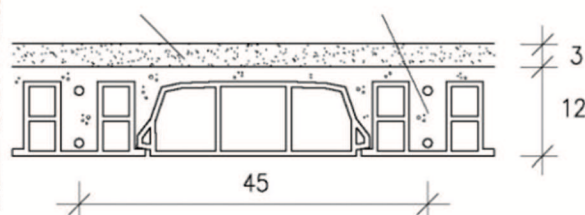
Información adicional

Tiene como ventaja un buen aislamiento térmico y acústico.

Es ligero y solo requieren de un ligero .

Después de ejecutado ya se queda terminado el ciérlo raso a falta de guarnecido y enlucido. Forjado recomendable para luces y sobrecargas usuales de edificios de viviendas.

Fotografías ejemplo



Caballol, D. (2013) [Ejemplo de forjado celular ligero]. Recuperado de "Aislamiento acústico entre recintos superpuestos de gran volumen con forjados autárquicos".

Forjado de viguetas armadas autoportantes "in situ"

Designación del forjado

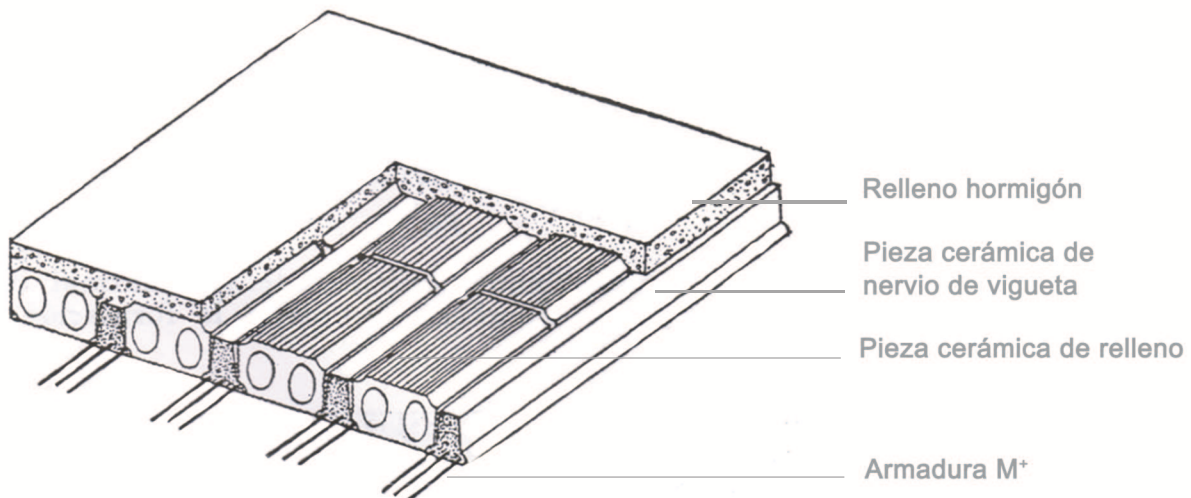
AH-AUTO

3. Modalidad forjado universal

Designación: AH-AUTO_A3

Los forjados de este sistema consisten en una losa nervada, cuyos nervios se forman a pie de obra, utilizando para ello piezas huecas como núcleo de dos medios nervios de hormigón o de dos nervios completos, colocadas en horizontal o vertical.

Representación gráfica



Características

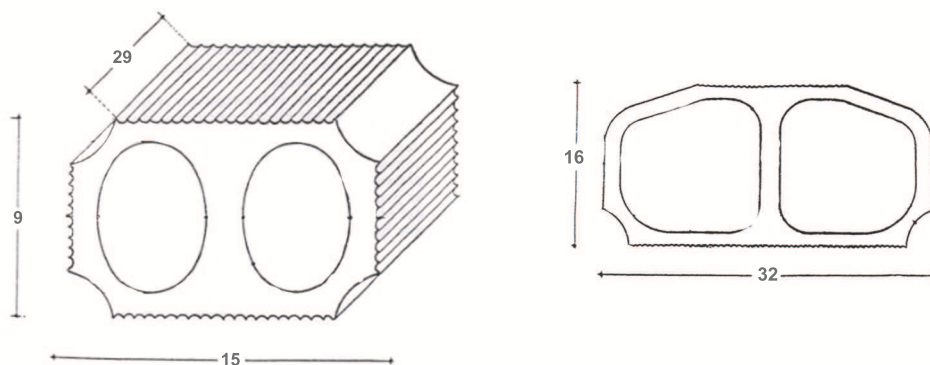
- Geométricas

Las piezas de cerámica para la formación del forjado pueden ser de dos tipos:

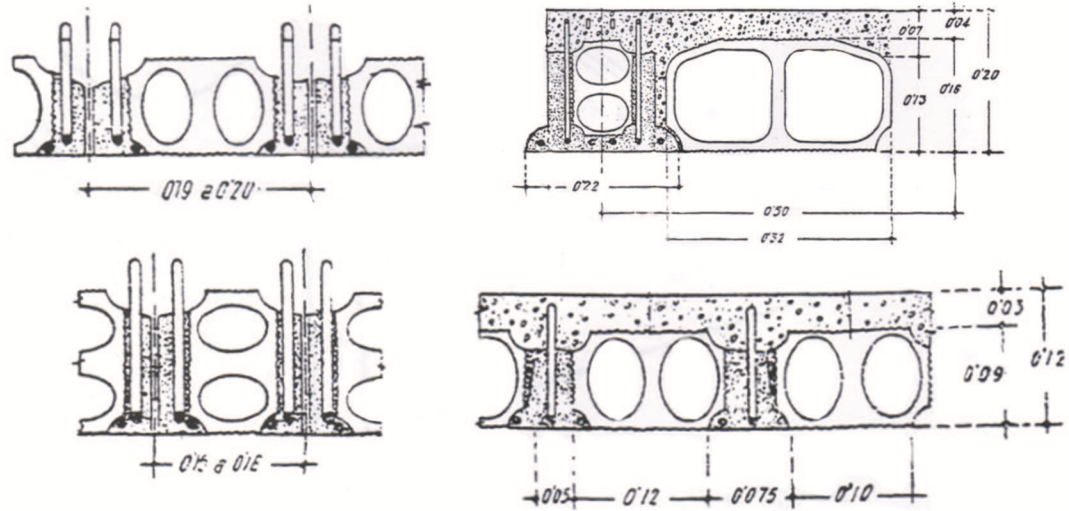
- Unas de reducidas dimensiones para formar la vigueta.
- Otras mayores, de relleno que se apoyan sobre las primeras. Son achaflanadas para permitir una armadura de reparto transversal y poderse rejuntar con el hormigón en su zona de compresión, colaborando la cerámica con la resistencia del forjado.

La vigueta que se forma tiene un nervio central, donde se aloja la armadura. El espesor del ala de la T que se forma es, en todos los casos, de 4 cm.

Las dimensiones de las piezas que se indican a continuación son para un forjado de altura 16, que es el más común.



Distintos tipos de formación del forjado



- Técnicas y mecánicas

Tabla de pesos propios, alturas y distancia entre nervios de esta tipología de forjado.

Peso propio (kg/m ²)	Tipo Forjado Universal	Luces(m)
220	12	2.00-2.25
240	13	2.50-2.75
260	14	3.00-3.25
280	17	3.50-3.75
300	18	4.00-4.25
325	19	4.50-4.75
300	21	5.00-5.25
325	22	5.50-5.75
350	23	6.00-6.25

- Constructivas

En la ejecución de este forjado hay que distinguir dos fases: una, de ejecución de las viguetas y otra, de ejecución del forjado.

EJECUCIÓN DE LAS VIGUETAS

- Se pueden realizar a pie de obra o en taller.
- Se disponen los bloques normales Universales en fila, canto o tabla, sobre una superficie horizontal o convexa.
- Se colocan lateralmente los encofrados precisos y la separación necesaria y después se dispone la armadura.
- Se procede a hormigonar hasta llegar al chaflán del bloque.

EJECUCIÓN DEL FORJADO

- Se colocan las viguetas y se vierte encima el hormigón que debe formar la losa de compresión hasta el espesor preciso.
- Se apea como mínimo en la parte central de la vigueta.
- Entre las viguetas también pueden colocarse bovedillas de rasilla relleno con hormigón de la misma forma.

Puntos singulares

Detalle dde forjado universal con entrevigado de bovedilla de rasilla:



Información adicional

El forjado descrito tiene unas propiedades muy analogas a los forjados nervados de hormigón armado.

Las condiciones de aislamiento mejoran al emplear piezas especiales.

El peso propio también es grande, entre 250 y 350 kg/m²

Deberán evitarse en todo lo posible los momentos negativos, prescindiendo de la continuidad

Forjado de viguetas armadas autoportantes "in situ"

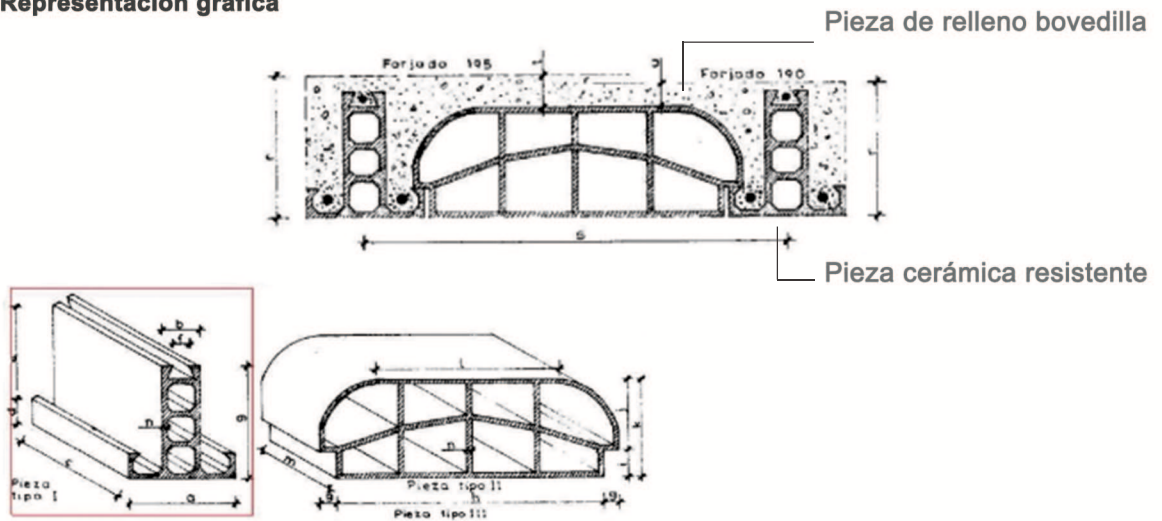
Designación del forjado

AH-AUTO

4. Otras modalidades

Designación: AH-AUTO_A4

Representación gráfica



Fotografías



Miró Bretos, L. (s.f.) [Ejemplo de forjado cerámico (Tain)] Recuperado de "Forjados cerámicos: estudio de un colapso. Quaderns d'estructures vol.42, 28-35."

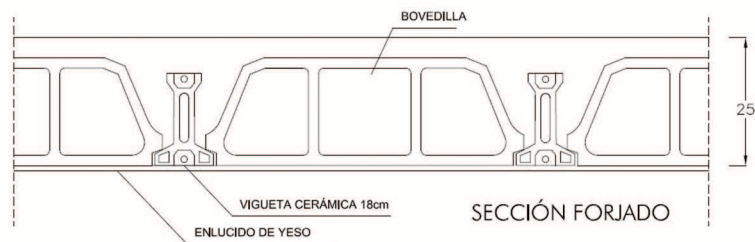
Forjado de viguetas armadas autoportantes "in situ"

Designación del forjado

AH-AUTO

5. Otras modalidades: sin nombre específico 1

Designación: AH-AUTO_A5



Fotografías



Bosco Hurtado (2012) [Ejemplo de forjado cerámico (s.n.1)] Recuperado de "<http://boscohurtado.blogspot.com.es/2012/11/refuerzo-viguetas-ceramicas-ii.html>".

Forjado de viguetas armadas autoportantes “in situ”

Designación del forjado

AH-AUTO

6. Otras modalidades: sin nombre específico 2

Designación: AH-AUTO_A6

Representación gráfica



Fotografía



Bosco Hurtado (2012) [Ejemplo de forjado cerámico (s.n.2)] Recuperado de ["http://boscohurtado.blogspot.com.es/2012/11/refuerzo-viguetas-ceramicas-ii.html"](http://boscohurtado.blogspot.com.es/2012/11/refuerzo-viguetas-ceramicas-ii.html).

Forjado de viguetas armadas autoportantes en taller

Designación del forjado

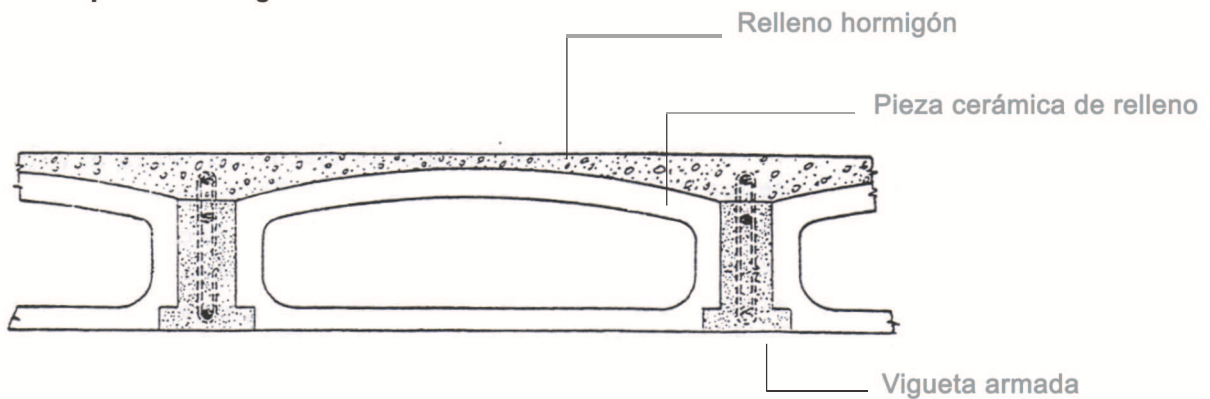
AH-AUTO

1. Modalidad forjado mixto de cemento armado (Adroer)

Designación: AH-AUTO_B1

Es un forjado de placa nervada constituido por dos elementos que pueden fabricarse en taller o a pie de obra. Uno, las bovedillas de forma especial hueca, y otro, los nervios de sección rectangular.

Representación gráfica

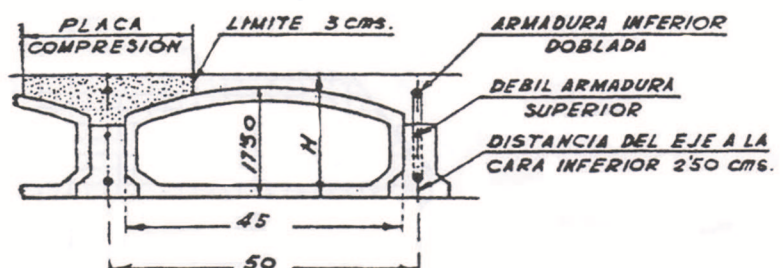
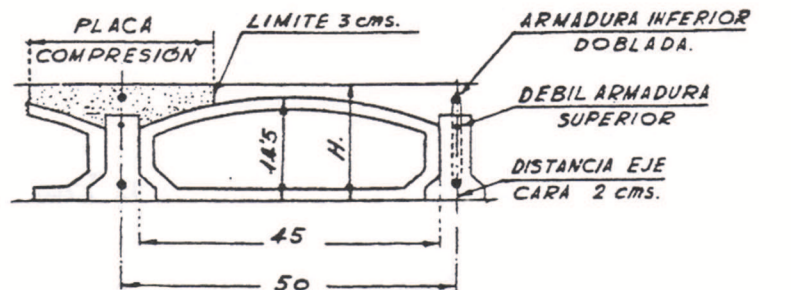
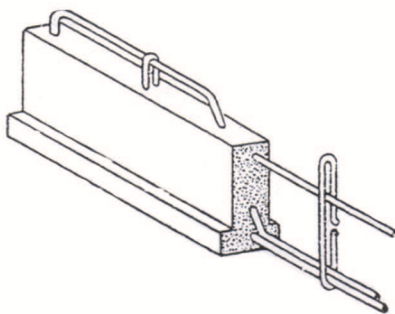


Características

- Geométricas

El forjado esta constituido por dos elementos que pueden fabricarse en taller o en obra-

- Uno son las bovedillas de forma especial hueca y con la cara superior curvada.
- Otro son los nervios de sección rectangular, con dos aletas en la pare inferior para soportar el peso de las bovedillas.



- Técnicas y mecánicas

Tabla de pesos propios según la altura del entrevigado con el que puede formarse el forjado.

Forjados con entrevigado de 14.50 cm		Forjados con entrevigado de 17.50 cm	
Altura útil (cm)	Peso propio (kg/m ²)	Altura útil (cm)	Peso propio (kg/m ²)
15	225	19	265
16	250	20	290
17	275	21	315
18	300	22	340
19	325	23	365
20	350		

- Constructivas

- Se colocan los nervios sobre los muros a la separación conveniente para recibir las bovedillas.
- Será necesario apear en el centro de las viguetas.
- Se colocan las bovedillas, se rejuntan y se riega la superficie.
- Vertido del hormigón para formar la placa de compresión.
- Tiempo de fraguado mínimo 3 semanas antes de retirar el apeo.

Puntos singulares

No se dispone de información sobre puntos singulares a destacar.

Información adicional

Este tipo de forjado tiene la ventaja de no necesitar encofrado para su ejecución, siendo suficiente un ligero apeo.

Es económico en cuanto a hierro y cemento.

Es rápido de montar y es recomendable su uso en casos corrientes de luces y cargas.

Como inconveniente se puede decir que no reúne tan buenas condiciones acústicas y térmicas en comparación a los forjados cerámicos, pero son superiores a los de hormigón armado.

Forjado de viguetas armadas autoportantes en taller

Designación del forjado

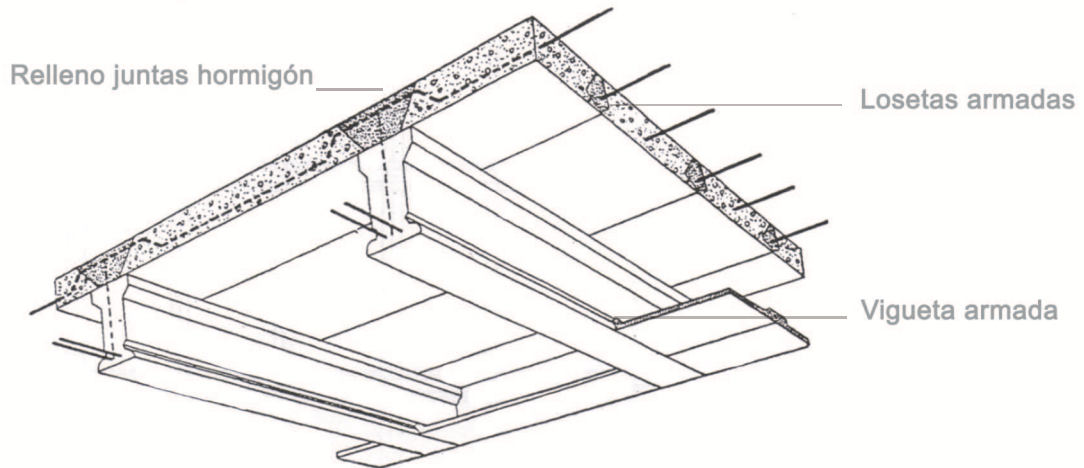
AH-AUTO

2. Modalidad forjado Arnau

Designación: AH-AUTO_B2

Se trata de una losa nervada despiezada en elementos de dimensiones reducidas para su fabricación en taller y montaje en obra.

Representación gráfica



Características

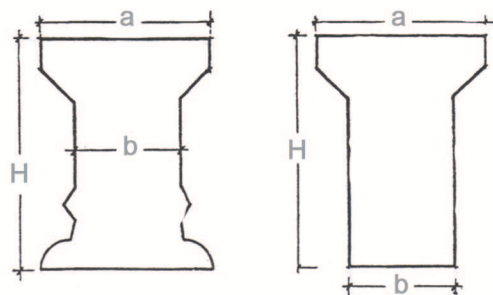
- Geométricas

El forjado está constituido por dos elementos que pueden fabricarse en taller o en obra.

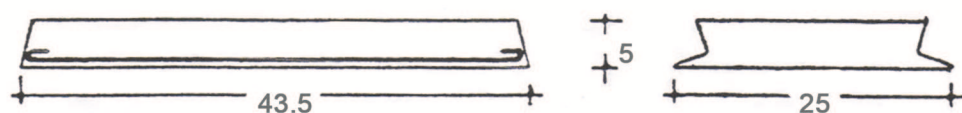
- Uno son las losetas de forma especial hueca y con la cara superior curvada. Tienen un peso aproximado de 12 kgr y llevan una sola armadura.
- Otro son los nervios de sección rectangular, con dos aletas en la parte inferior para soportar el peso de las losetas.

Dimensiones nervio (cm)

Altura total (H)	Ancho (a)	Ancho base (b)
7.5	7	5
9	7	5
11	8	5
13	9	5
15	10	6



Dimensiones loseta (cm)



- Técnicas y mecánicas

Tabla de pesos propios y alturas de forjado según las luces libres:

Luces libres (m)	Altura útil (cm)	Peso propio (kg/m ²)
3	12.5	128
3-4	14	134
4-5	16	138
5-6	18	146
6	20	154-171

- Constructivas

La ejecución del forjado se reduce al montaje en obra de los elementos.

- Se comienza por colocar los nervios paralelamente y con la separación prevista entre sus ejes.
- Se apea ligeramente en el centro para evitar las flecas.
- Sobre los nervios se van apoyando las losetas. En las juntas se colocan las armaduras complementarias.
- Por último se rellenan todas las juntas con hormigón.
- El cielo raso puede formarse con un tabicado de rasilla, placas de yeso, hormigón ligero,

Puntos singulares

No se dispone de información sobre puntos singulares a destacar.

Información adicional

Las propiedades de este tipo de forjado son exactamente las mismas que los forjados de hormigón armado.

Como son secciones en T, no son aptas para la absorción de momentos negativos y deben evitarse los tramos continuos y voladizos de luces o cargas relativamente fuertes. Tampoco es apto para casos de edificaciones sometidas a vibraciones.

Forjado de viguetas armadas autoportantes en taller

Designación del forjado

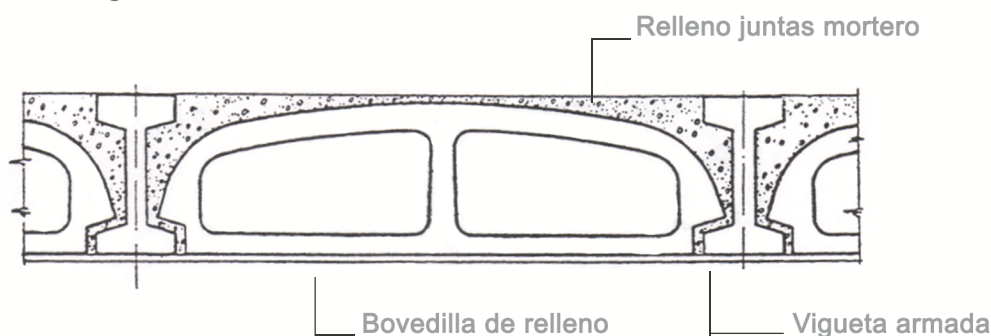
AH-AUTO

3. Modalidad forjado viguetas Castilla

Designación: AH-AUTO_B3

Es un forjado que se forma sobre viguetas hormigón armado llamadas Castilla, y entrevigado de bovedillas o revoltón de rasilla.

Representación gráfica



Características

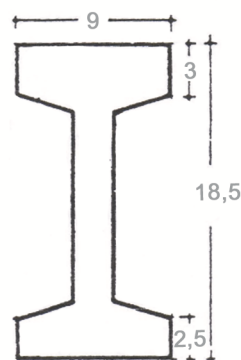
- Geométricas

El forjado esta constituido por dos elementos que se fabrican en taller.

- Las viguetas son de hormigón armado doble T, armada con cuatro redondos, dos en cada cabeza y los correspondientes estribos.

Se fabrican tres tipos: T-200, T-400 y T-600.

Tipo	Longitudes (m)
T-200	2,40-2,60-2,80-3,00-3,20-3,40-3,60
T-400	3,60-3,80-4,00-4,40-4,60-4,80-5,00
T-600	5,20-5,40-5,60-5,80-6,00-6,20-6,60



- Técnicas y mecánicas

Tabla de pesos propios de las viguetas según su longitud.

Tipo T-200		Tipo T-400	
Luces libres (m)	Peso propio viguetas (kg)	Luces libres (m)	Peso propio viguetas (kg)
2.60	49	3.60	76
2.80	53	3.80	80
3.00	57	4.00	84
3.20	61	4.40	92
3.40	65	4.60	97
3.60	68	4.80	101
		5.00	105

Tipo T-600

Luces libres (m)	Peso propio viguetas (kg)
5.20	127
5.40	132
5.60	137
5.80	142
6.00	147

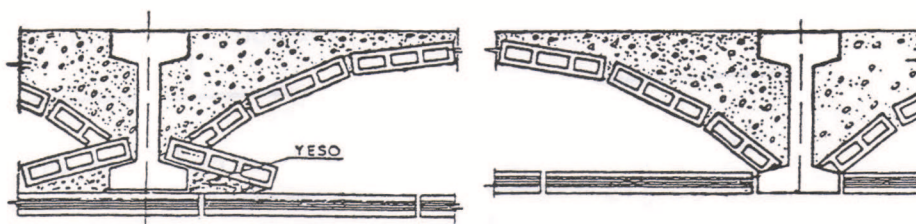
- Constructivas

La ejecución del forjado se reduce al montaje en obra de los elementos.

- Se disponen las viguetas dejando entre sus ejes el espacio preciso. La entrega en los muros no debe ser inferior de 15-20 cm.
- Sobre ellas se colocan las piezas de relleno encajándolas sobre las alas inferiores de las viguetas.
- Se rellenan los espacios vacíos con mortero de cemento.

Puntos singulares

El entrevigado del forjado puede formarse también mediante revoltón de rasilla como se indica en la figura que se adjunta:



Información adicional

Las propiedades de este tipo de forjado son análogas a los de viguetas metálicas, siendo algo mayor y peso propio y más aún si se emplean piezas de relleno de hormigón.

Es aconsejable en todos los casos en los que se pueden emplear los forjados metálicos.

Forjado de viguetas armadas autoportantes en taller

Designación del forjado

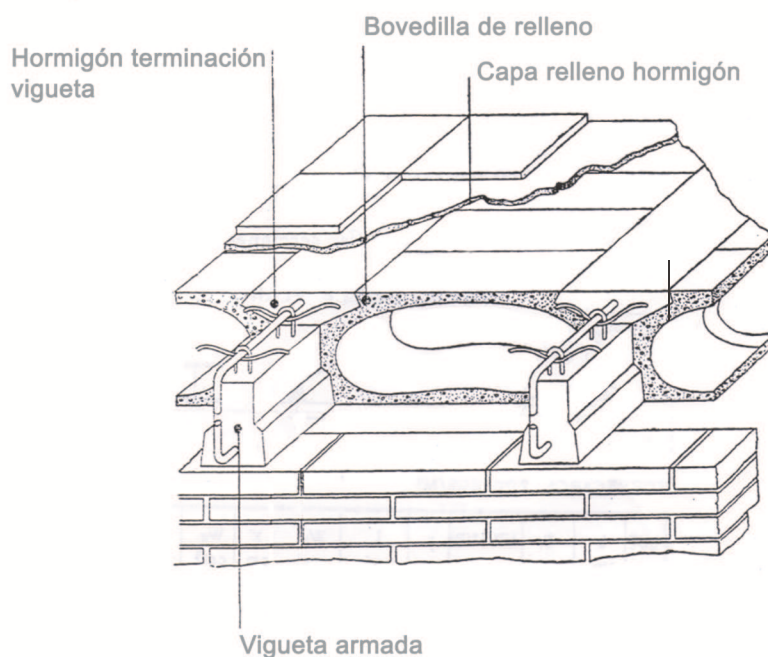
AH-AUTO

4. Modalidad forjado doble plano

Designación: AH-AUTO_B4

Se forma a base de nervios resistentes colocados entre bovedillas huecas especiales y de varios materiales. El nervio es una vigueta de hormigón armado sección T.

Representación gráfica

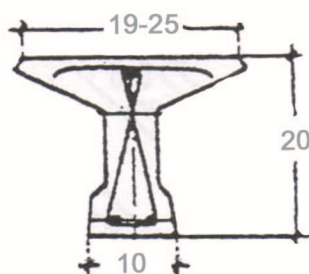


Características

- Geométricas

El forjado está constituido por dos elementos que se fabrican en taller.

- Las viguetas son de hormigón armado doble T, fabricada en dos etapas; una, en taller y otra, en obra, como terminación de la cabeza de la sección.
- Las bovedillas son huecas en su interior como cámara de aire, fabricadas en diferentes materiales (hormigón, arcilla cocida u hormigón fibroso).



Luces libres (m)	Ancho cabeza vigueta (cm)	Distancia entre viguetas (cm)
3.00	19	55
4.00	19	55
5.00	25	60
6.00t	25	60

- Técnicas y mecánicas

No se dispone de información de pesos propios de este tipo.

- Constructivas

La ejecución del forjado se reduce la mayor parte a trabajo de taller.

- El nervio se fabrica en taller disponiendo las armaduras convenientes y hormigonando en moldes, dejando sin hormigonar la armadura superior y la cabeza de la vigueta.
- Las viguetas se montan en obra a la separación conveniente y ligerámente apeadas en su parte central.
- Se colocan las bovedillas encajándolas entre los nervios.
- Por último, se rellena con hormigón la parte superior de los nervios con lo que quedan unidas las armaduras con las bovedillas.

Puntos singulares

No se disponen de puntos singulares a destacar.

Información adicional

Las propiedades de este tipo de forjado son mejores térmica y acústicamente que los forjados de hormigón armado, aunque inferiores a los cerámicos.

Los espacios vacíos de las piezas de relleno permiten alojar las conducciones necesarias.

Es recomendable su uso para los casos comunes de edificaciones de viviendas.

Es de rápido montaje y no es necesario el empleo de encofrados, únicamente un ligero apeo en su construcción.

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ABSORBIDO POR EL HORMIGÓN

Forjado de viguetas armadas encofrado parcial

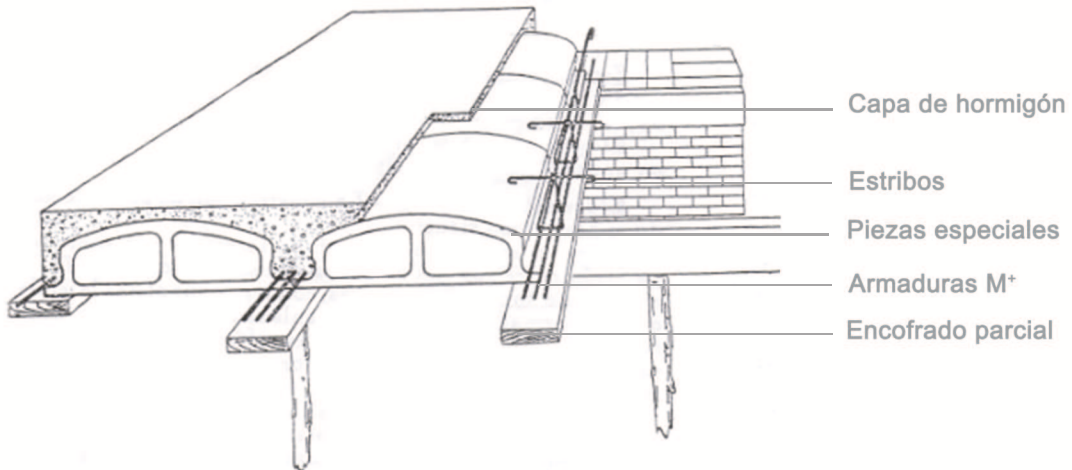
Forjado de viguetas armadas encofrado parcial

1. Modalidad forjado camón tres en uno: Sistema Roher

Designación: AH-EP1

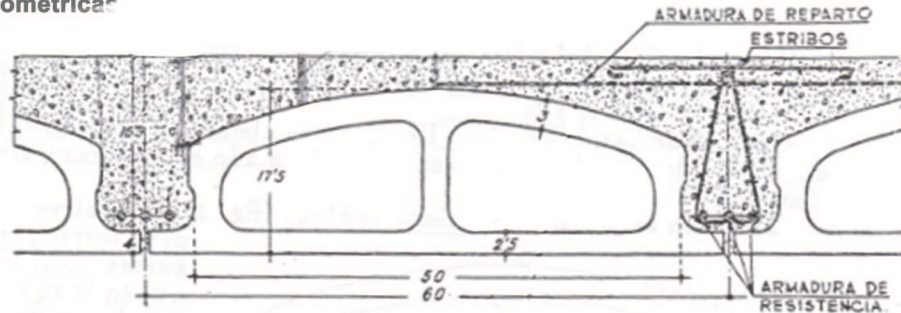
Este forjado consiste en utilizar unas piezas especiales, de modo que sirvan de relleno y encofrado a la vez de un forjado de hormigón armado en losa nervada. Los moldes llevan unas aletas que forman el fondo del nervio y a la vez queda formado el falso techo.

Representación gráfica



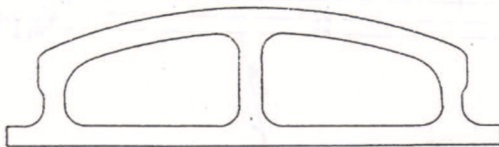
Características

- Geométricas

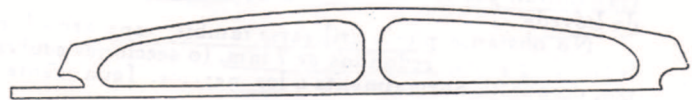


Los moldes se construyen en escayola o yeso y se arman con arpillera o tela metálica para su consistencia. También se fabrica una pieza análoga como relleno de forjados de viguetas metálicas. Ambos tipos sirven como falso techo terminado.

El peso por m² del forjado puede estimarse en 60 kg.



Pieza relleno



Pieza especial viguetas metálicas.

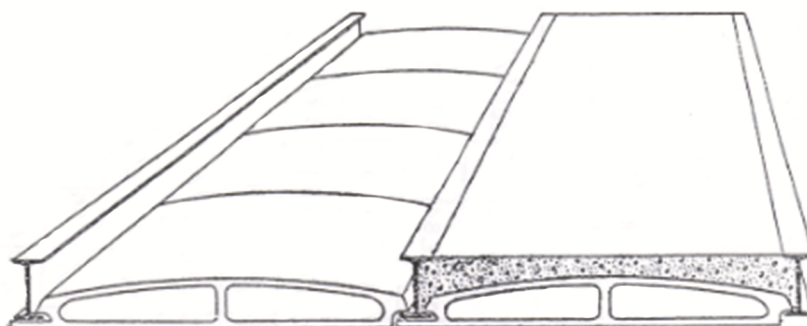
- Constructivas

EJECUCIÓN DEL FORJADO

- Sobre un encofrado discontinuo de tablonces, con una separación de 60 cm, se disponen los moldes a tope.
 - Se quedan formados entre los moldes unas canales en su parte superior.
 - A continuación, se disponen las armaduras necesarias en las canales y se colocan estribos, al menos en las zonas extremas, separadas 20 ó 25 cm.
 - Y se hormigona dejando un espesor mínimo de 3 cm.
- En el caso de forjado de viguetas metálicas, se encajan las piezas especiales para este tipo de forjado en las alas inferiores de las viguetas y se rellena con hormigón pobre.

Puntos singulares

Detalle de forjado tipo de viguetas metálicas. Fases de construcción.



Información adicional

Este tipo de forjados tiene unas condiciones de aislamiento térmico y acústico mejores respecto a la losa nervada de hormigón armado, por el resultado de los espacios huecos que dejan las piezas de relleno y por el material que están constituídas.

Su peso es ligeramente superior al de la losa nervada con nervios vistos.

Tiene como ventaja la superficie inferior plana como cielo raso.

Su empleo es aconsejable en todos los casos en que se podría utilizar una losa nervada de hormigón armado, que son en casi todos los casos corriente en la construcción urbana y con la ventaja de precisar una cantidad pequeña de madera, que no se estropea por no entrar en contacto con el hormigón.

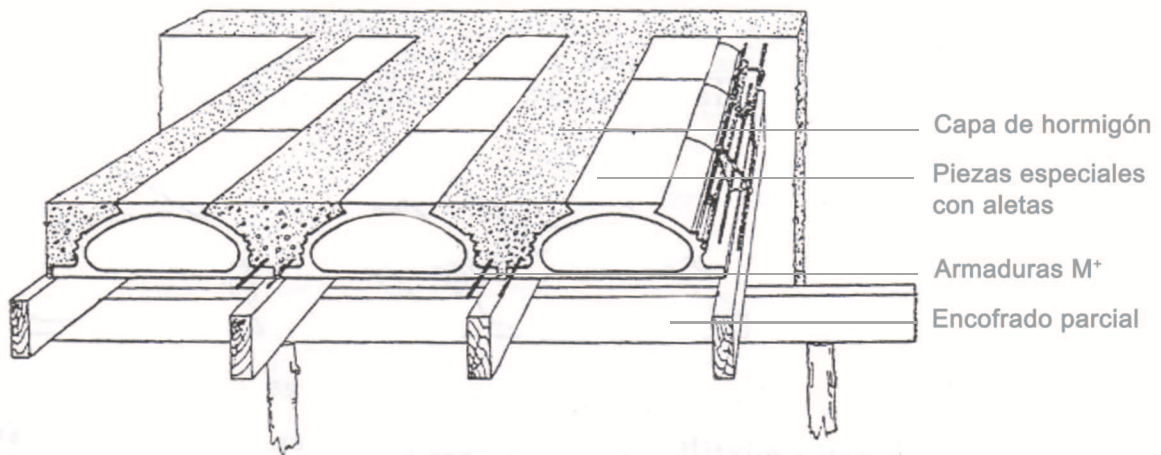
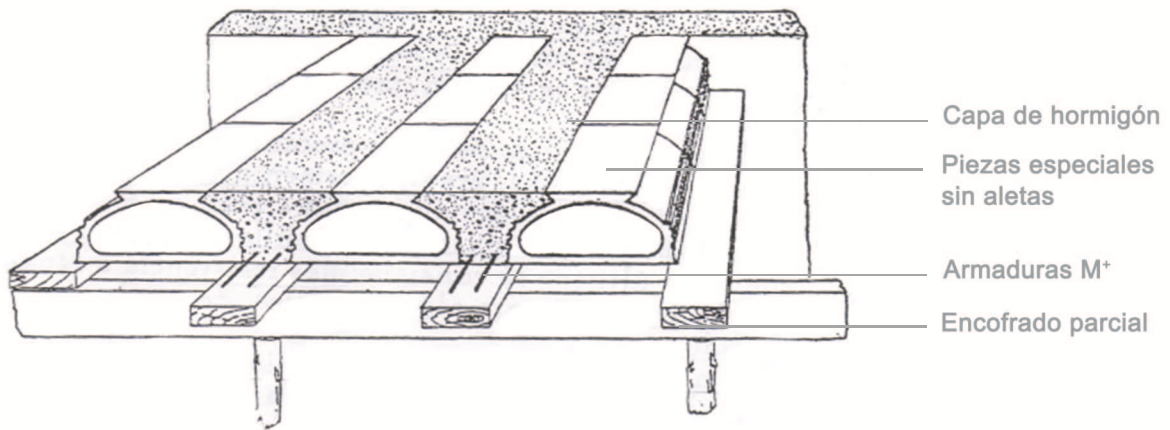
Forjado de viguetas armadas encofrado parcial

2. Modalidad forjado continuo de hormigón armado sistema Guilam

Designación: AH-EP2

El elemento fundamental de este sistema es una bovedilla de hormigón de forma hueca especial, que dispuestas a tope dan lugar a espacios o canales trapezoidales para formar los nervios del forjado.

Representación gráfica

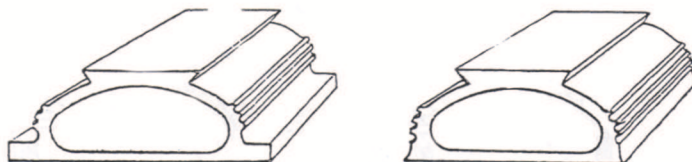


Características

- Geométricas

Las bovedillas se fabrican mecánicamente con arena, gravilla, cemento y agua en moldes metálicos.

Existen dos clases: con aletas inferiores y sin aletas, las cuales tienen mayor resistencia pero necesitan de mayor empleo de madera para la ejecución del forjado.



- Constructivas

EJECUCIÓN DEL FORJADO

- Se coloca un encofrado discontinuo de tablonces, separados en función del tamaño de las bovedillas, que se apoyan sobre otros tablonces transversales y apuntalados.
- Sobre el encofrado se sitúan las bovedillas alineadas unas a continuación de las otras.
- Se disponen las armaduras necesarias en las canales que quedan entre las bovedillas.
- Se riega todo el conjunto y se procede a hormigonar hasta que quede la superficie superior enrasada con la altura de las bovedillas.
- El tiempo de fraguado es mínimo de 8 días y el apeo no debe retirarse hasta transcurridas al menos 3 semanas.

Puntos singulares

No se dispone de puntos singulares para este tipo de forjado.

Información adicional

El forjado tiene la ventaja de la rapidez de ejecución y de no procesar de personal especializado. En comparación con el forjado clásico de viguetas doble T tiene un mayor ahorro de hierro, aproximadamente la tercera parte; así como de madera en comparación con el de hormigón armado. Las superficies inferiores y superiores son planas y horizontales, lo que permiten recibir el guarnecido y enlucido para el cielo rasoy el pavimento. Como inconveniente destacar su peso propio y sus condiciones acústicas, que son superiores a los forjados cerámicos.

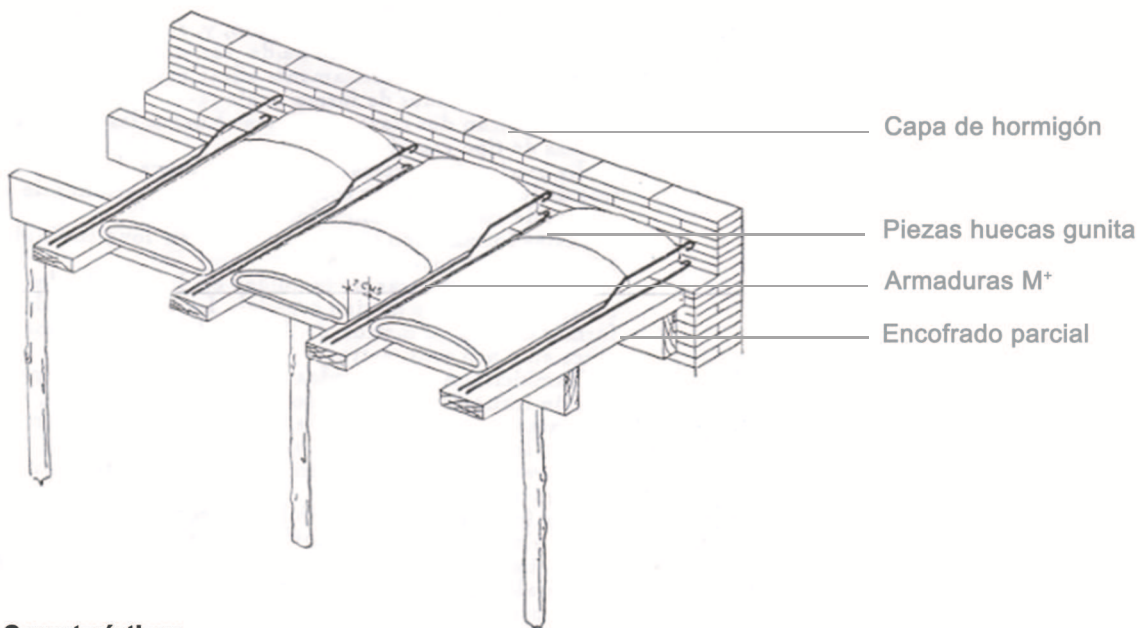
Forjado de viguetas armadas encofrado parcial

3. Modalidad forjado de gunita armada

Designación: AH-EP3

Este forjado está formado por piezas huecas de hormigón lazado con aire comprimido (gunita) sobre una armadura de tejido metálico envolviendo unos moldes metálicos de gran rigidez.

Representación gráfica



Características

- Geométricas

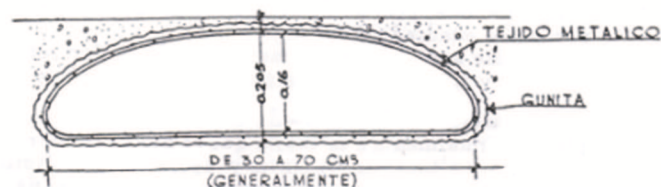
Piezas huecas de gunita:

Son piezas de 15-20 mm de espesor que sirven de encofrado para el hormigón que se vierte sobre ellas.

Existen dos clases de formas:

- Formas tipo serie de 0.70 m para una separación entre viguetas de 0.78m, como mínimo, y longitudes de 1.25-1.50-1.60 y 1.70m.
- Formas tipo especial desde 0.30 a 0.50m variando de 5 en 5 cm, para separaciones de

Espesor pieza hueca	Altura total
3 cm	20.5 cm
4 cm	21.5 cm
5 cm	22.5 cm



- Técnicas y mecánicas

Las piezas de gunita se fabrican con supercemento de fraguado normal y alta resistencia, gravilla y arena de río. El tejido metálico está fabricado con alambre con coeficiente de rotura de 90-100 kg/mm², suficiente para absorber los esfuerzos cortantes.

El peso por m² de las piezas oscila entre 60 y 65 kg y su resistencia a rotura varía entre 600 y 1200 kg/m². El piso construido pesa alrededor de 200 kg/m².

El volumen de hormigón de relleno es de 0.047 m³/m².

- Constructivas

EJECUCIÓN DEL FORJADO

- Se coloca un encofrado discontinuo de tablonces, separados en función del tamaño de las piezas huecas, que se apoyan sobre otros tablonces transversales y apuntalados.
- Sobre el encofrado se sitúan a tope y alineadas las piezas huecas de gunita, quedando entre cada dos hileras unos canales de 7 cm de ancho.
- Las juntas se rellenan con mortero de cemento y los extremos se tapan con piezas especiales.
- Se disponen las armaduras necesarias en las canales que quedan entre las piezas huecas. Generalmente, dos hierros redondos, uno recto en toda su longitud, doblando el otro a 45° para absorber los posibles M-.
- Se procede a hormigonar hasta que quede la superficie superior unos centímetros por encima de

Puntos singulares

No se dispone de puntos singulares para este tipo de forjado.

Información adicional

El forjado es un piso doble de hormigón armado, pero mucho más ligero que los dobles corrientes y aproximadamente de igual ligereza que uno sencillo.

Además de su ligereza, tiene la ventaja del mayor aislamiento térmico y acústico. En los espacios huecos de las piezas de gunita es fácil se pueden alojar conducciones.

Es recomendable su utilización para toda clase de construcciones, evitándose la constinuidad de tramos, ya que no es bueno en la absorción de momentos negativos.

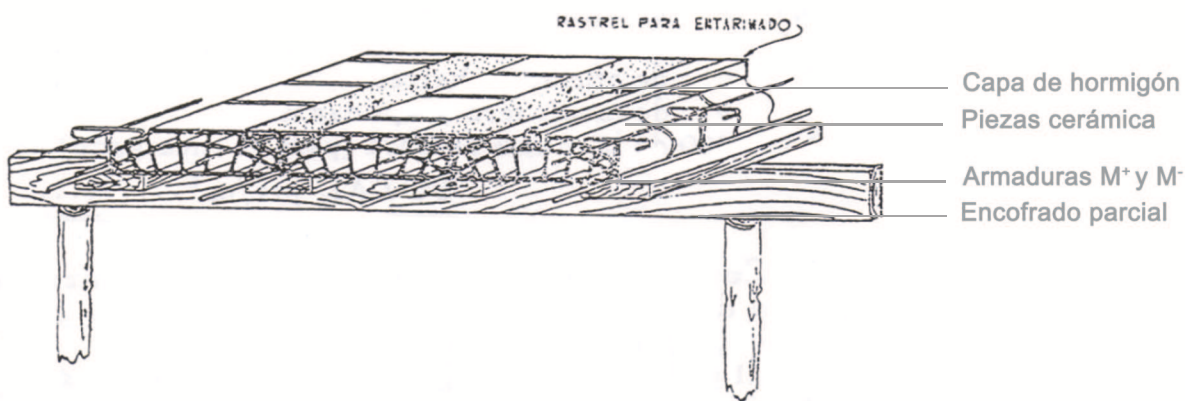
Forjado de viguetas armadas encofrado parcial

4. Modalidad forjado rio-cerámico

Designación: AH-EP4

Este forjado está formado por viguetas de sección similar a T y elementos de relleno de piezas cerámicas especialmente diseñadas.

Representación gráfica



Características

- Geométricas

Las dimensiones, peso y luces que pueden emplearse de piezas de cerámica se indican a continuación:

Longitud (cm)	Altura (cm)	Peso kg/m ²	Luces (tm)
50	22	112	8
50	18	96	7
50	14	78	6
50	11	60	4.50

Las piezas cerámicas forman el encofrado lateral de las viguetas, dejando entre cada dos un espacio para alojar las armaduras.

Las viguetas quedan constituidas por un cordón de tracción formado por un redondo envuelto de lechada de cemento y unido con la zona superior de compresión de hormigón por los estribos.

- Constructivas

EJECUCIÓN DEL FORJADO

- Se coloca un encofrado discontinuo de tablones, separados una distancia aproximada de 50 cm, que se apoyan sobre otros tablones transversales y apuntalados.
- Sobre el encofrado se sitúan las piezas cerámicas especiales unas a continuación de las otras.
- Se colocan en la parte inferior de las canales las armaduras de tracción y se procede a verter una lechada de lechada de mortero de cemento.
- Cuando sobrepase a la zona superior de las viguetas, se sitúan las armaduras precisas de momentos negativos y se rellena con hormigón para constituir la cabeza de compresión de las viguetas.
- El tiempo de desencofrado es de 15 días.

Puntos singulares

No se dispone de puntos singulares para este tipo de forjado.

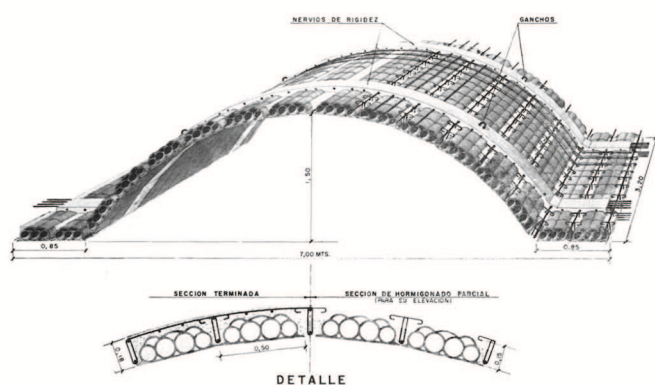
Información adicional

El forjado tiene la ventaja de presentar una superficie inferior lisa, dejando formado el cielo raso. El aislamiento térmico y acústico, debido al gran número de celdas que quedan en las piezas, es grande.

La cantidad de hierro y hormigón a utilizar es pequeña, así como de madera que no se estropea por no entrar en contacto apenas con el hormigón.

Recomendado para toda clase de usos con las luces indicadas en la tabla y en cubiertas o terrazas por la ventaja del aislamiento.

Fotografías



Informes de la Construcción Vol.29 nº287 (1977) [Ejemplo de forjado río cerámico en el Palacio de Deportes de Oviedo de Ignacio Sanchez del Rio] Recuperado de ["http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/27"](http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/27)

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ABSORBIDO POR EL HORMIGÓN

Forjado de viguetas armadas encofrado total

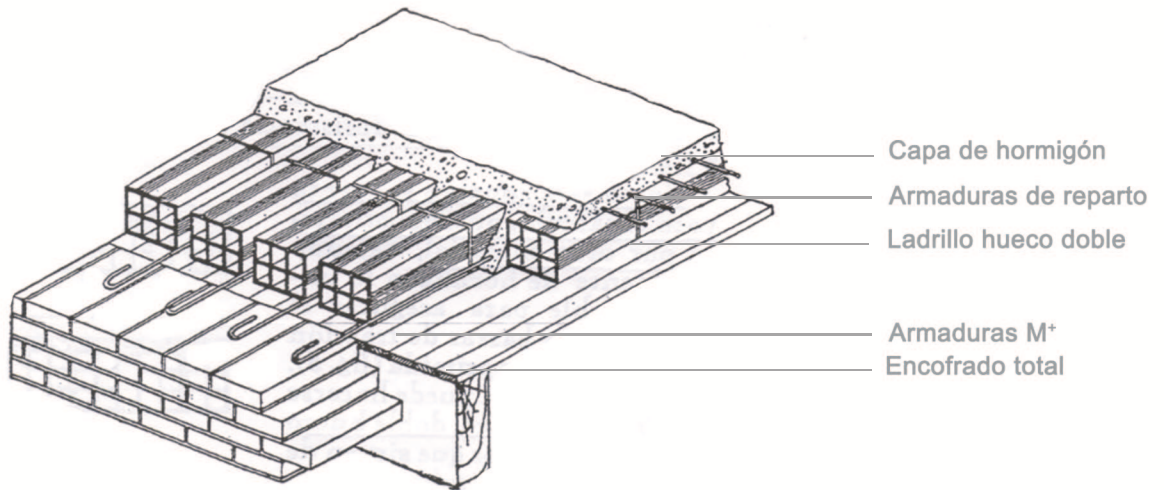
Forjado de viguetas armadas encofrado total

1. Modalidad forjado losa aligerada con ladrillo hueco

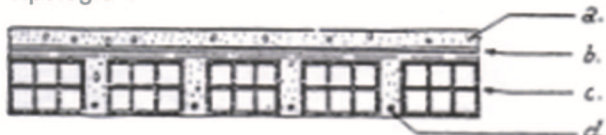
Designación: AH-ET_1

La idea corresponde a la de una losa de hormigón armado, en la que se prescinde de la parte de hormigón a tracción, sustituyéndose por ladrillos huecos u otro tipo de relleno.

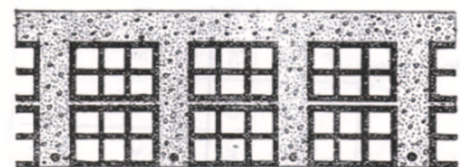
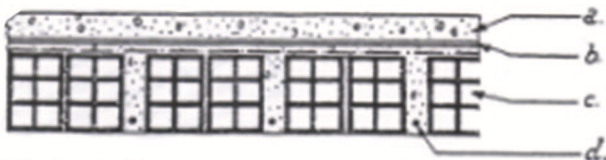
Representación gráfica



Tipología 1



Tipología 2

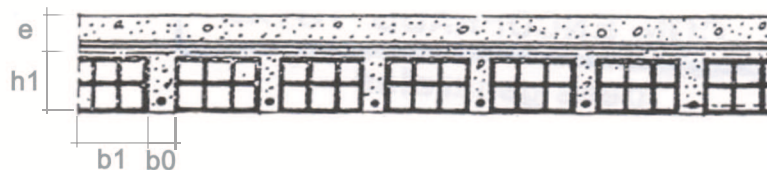


Tipología 3

- a- Hormigón
- b- Armadura de reparto
- c- Ladrillo hueco doble
- d- Armadura resistente

Características

- Geométricas



A continuación se definen las características geométricas en función de la tipología.

Tipo	Ancho ladrillo (b1)	Alto ladrillo (h1)	Ancho nervio (b0)	Espesor losa (e)
1	12	8-9	3-4	3-4
2	16	12	4-5	3-4
3	12	16-18	4	3

- Técnicas y mecánicas

En la tabla siguiente se definen los pesos propios del forjado según su tipología.

Tipo	Peso propio (Kgm ²)
1	Para h=8cm 165-170-190-195-200-205
	Para h=9cm 175-180-200-205
2	210-215
3	270-290

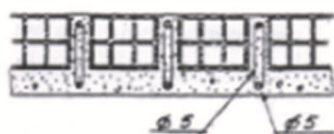
- Constructivas

EJECUCIÓN DEL FORJADO

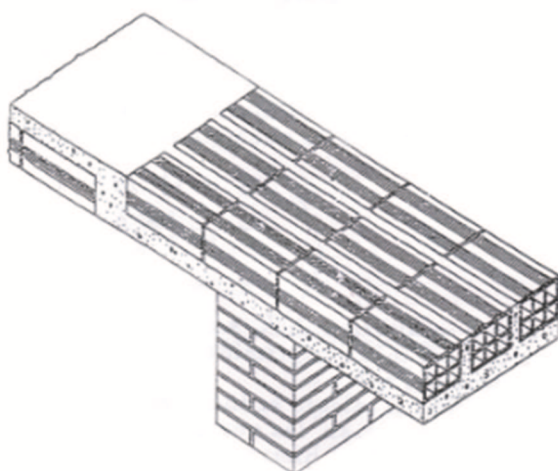
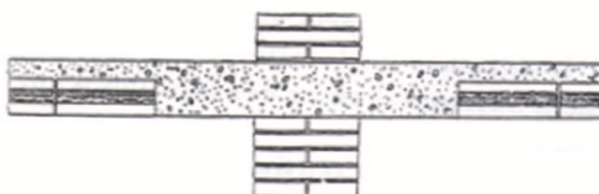
- Sobre el encofrado realizado, se disponen las filas de ladrillo hueco con la separación conveniente.
- Se quedan unas canales, donde se aloja la armadura.
- A continuación, se hormigona teniendo cuidado que la armadura quede perfectamente envuelta.
- En el caso de voladizos, se hormigona una chapa de compresión en la parte inferior y simultáneamente se colocan las filas de ladrillo y las armaduras. Si existe dificultad para hacerlo así, deberán disponerse estribos cogidos a la placa de ejecución.
- En el caso de viga continua, puede realizarse del mismo modo que el voladizo o preferiblemente, por simplificar, se puede suprimir el ladrillo quedando totalmente una placa de hormigón armado.

Puntos singulares

Detalle de voladizo.



Detalle de viga continua.



Información adicional

Este tipo de forjados se caracterizan por mayor ligereza y mayor aislamiento térmico y sonoro respecto a los de hormigón armado.

Una vez ejecutado queda una superficie lisa en la parte inferior.

Es recomendable en aquellos casos en que se pueden utilizar losas de hormigón armado.

Como inconveniente, es preciso el encofrado total.

Fotografías



Campoamor, 2 Valencia. (s.f.) [Ejemplo de losa aligerada con ladrillo hueco].

”

5. Conclusiones





Tal como se ha dicho en la Introducción, el objetivo del presente trabajo era recopilar la mayor información acerca de los forjados autárquicos y disponerla en forma de catálogo explicando cada sistema, su proceso constructivo e incluyendo fotografías de ejemplo. Además, aportamos una definición de los forjados autárquicos y una explicación del contexto en el cual se vio la necesidad de transformación de las formas constructivas hacia los sistemas cerámicos.

La intención era proporcionar una fuente de consulta a los profesionales en la tarea de diagnóstico de estos forjados en los casos de rehabilitación de edificios. En este aspecto el trabajo puede resultar de gran ayuda, ya que conseguimos aportar un documento de fácil acceso e identificación para terceras personas.

Respecto al índice del trabajo podemos agrupar las conclusiones en los puntos siguientes:

- Por lo que respecta a las fuentes de consulta, podemos afirmar la escasez de estudios realizados acerca de este tema, y no únicamente los estudios sino, de información que puede encontrarse tanto en libros, tesis como en páginas web. No existe un archivo o base de datos en el cual se encuentren todos los sistemas recopilados y el cual pueda ser consultado con facilidad. Del mismo modo, existe una gran dificultad de recopilación de fotografías de casos de ejemplo.
- El marco histórico analizado refleja la importancia de conocer la construcción de los edificios que a día de hoy están siendo objeto de rehabilitación. Por ello y a raíz de la conclusión anterior, se puede decir que existe un vacío en cuanto a este campo y es importante desarrollarlo para el ámbito profesional de las rehabilitaciones.
- Respecto a los trabajos futuros en la arquitectura puede decirse que el mayor peso va a recaer, y recae ya, en obras de rehabilitación frente a obras de primera construcción, por tanto es nuevamente destacable el conocimiento de las técnicas constructivas empleadas en la época.

-
- En cuanto al marco normativo, los hechos que tuvieron una repercusión importante sobre la evolución de los tipos de forjado fueron:

- La derogación del decreto que regulaba el uso del hierro en edificación. Decreto de 19 de enero de 1956.
- La liberación de los precios de los materiales, permitiendo la introducción de los nuevos sistemas constructivos.

- En relación a la evolución de los sistemas de forjado, puede apreciarse la incidencia que tuvo el marco económico. En una época de pocos recursos los forjados no evolucionan, sino que incluso, se degrada la técnica por la escasez de hierro y cemento. No es hasta finales de los años 50 que empiezan a aplicarse nuevos sistemas constructivos.

Las principales características constructivas de los forjados autárquicos eran el uso de materiales cerámicos de formas diversas y el ahorro máximo de cemento y hierro, empleándose uno o dos redondos.

- En cuanto a los daños más frecuentes, se pueden resumir en oxidaciones de armaduras, fisuras y grietas. Por la gravedad de las lesiones podemos deducir que son de gran importancia las inspecciones de los edificios construidos entre los años 40-60.
- Por último, respecto a las fichas de catalogación se ha podido obtener información y desarrollar en mayor medida unos tipos de forjados más que otras. Lo que nos demuestra cuales se construían más comúnmente, ya que son los casos que aparecen en más rehabilitaciones.

Existía una gran variedad de tipos patentados pero en la realidad se solían ejecutar, sobretodo, los de piezas más sencillas o sin un fabricante definido.

Clasificamos, por tanto, en una tabla los forjados autárquicos más empleados:

Tabla 14:

Clasificación forjados autárquicos más usados:

Patentados	Comunes
Forjado único (p.a.u.s.a.)	Forjado de losa aligerada con ladrillo hueco.
Forjado celular ligero (Pi.Cel.Li.)	Forjados sin patentar (3 modalidades)
Forjado río-cerámico.	

Fuente: Elaboración propia.

Futuras líneas de investigación

Teniendo como referencia las conclusiones anteriores quedarían como líneas de investigación futuras:

- Ampliar la cantidad de proyectos a estudiar mediante el vaciado de bases de datos de inspecciones técnicas así como de archivos de colegios profesionales y ayuntamientos.
- Añadir la información obtenida de las bases de datos mencionadas a las fichas de catalogación, para caracterizar con mayor detalle estos forjados.
- Desarrollar esta investigación en proyectos de las demás áreas geográficas del Estado.



Bibliografía

- Azpiliqueta Astarloa, E. (2004). *La construcción de la arquitectura de postguerra en España (1939-1962)*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Bosco Hurtado. (25 de Febrero de 2016). *Bosco Hurtado blogspot*.
Obtenido de
<http://boscohurtado.blogspot.com.es/2012/11/refuerzo-viguetas-ceramicas-ii.html>
- Burgos Nuñez, A. (2009). *Los orígenes del hormigón armado*. Granada: Universidad de Granada.
- Busquets Grau, J. (1999). *La urbanización marginal*. Barcelona: UPC.
- Caballol, D., Díaz, C., Rodríguez, A., & Medina, E. (2013). Aislamiento acústico entre recintos superpuestos de gran volumen con forjados autárquicos. *Revista de la construcción*, 47-52.
- Centro de Escritura Javeriano. (2010). *Normas APA. Sexta Edición*.
- Delgado, J. L. (1995). *La economía española durante el franquismo*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Departament de Estadística. (2 de Abril de 2016). *Ajuntament de Barcelona*.
Obtenido de
<http://www.bcn.cat/estadistica/castella/dades/anuari/cap16/index.htm>
- Departamento de Estadística. (2 de Abril de 2016). *Ajuntament de Barcelona*.
Obtenido de
<http://www.bcn.cat/estadistica/castella/dades/anuari/cap02/C020101.htm>
- DGA. (1941). *Normas para el proyecto y ejecución de forjados de ladrillo armado*. Madrid.
- Díaz Gómez, C. (1986). *Aproximació a l'evolució i al comportament derivat de les tècniques constructives utilitzades en els tipus edificatoris exempts destinats a habitatge econòmic a Catalunya (Període 1954-1976)*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Díaz Hernández, R., & Parreño Castellano, J. (2006). La política económica, la construcción de vivienda y la producción de la ciudad en España (1939-75). *Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*.
- G. A. (25 de Marzo de 2016). *Aguas de Valencia*. Obtenido de
<http://125aniversario.aguasdevalencia.es/>

-
- Gaja, F. (s.f.). *La promoción pública de la vivienda en Valencia (1939-1976)*. Valencia: Generalitat Valenciana.
- Galdón, C. (24 de Abril de 2016). *Urbanity*. Obtenido de <http://www.urbanity.es/2013/el-plan-cerda-o-como-barcelona-adopto-el-urbanismo-en-cuadrícula/>
- Gausa, M., Cervelló, M., & Pla, M. (2002). *Barcelona: guía de arquitectura moderna 1860-2002*. Barcelona: ACTAR.
- Generalitat de Catalunya. (1994). *Norma reglamentària d'edificació sobre accions en l'edificació en les obres de rehabilitació estructural dels sostres d'habitatges NRE-AENOR 93*. Barcelona.
- I. N. (1954). *Ley de 15 de Julio de 1954 sobre viviendas de renta limitada*.
- ITEC. (1995). *Recomanacions per al reconeixement, la diagnosi i la teràpia de sostres ceràmics*. Barcelona: ITEC.
- La Gran Enciclopedia Catalana. (2006). *Enciclopedia de Barcelona 4*. Enciclopedia Catalana S.A.
- Lahuerta, J., & Sanz, C. (2002). Sobre los forjados de edificación. *Revista de edificación*, 62-72.
- López Díaz, J. (2002). La vivienda social en Madrid. En *Espacio, tiempo y forma* (págs. 297-338).
- López Díaz, J. (2003). Vivienda social y falange: Ideario y construcciones en la década de los 40. *Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Vol VII, nº146*.
- Marco Serrano, E. (2013). *Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1939 a 1973 Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.
- Miró, L. (2011). Forjados cerámicos: estudio de un colapso. *Quaderns d'estructures vol.42*, 28-35.
- Muzquiz de Miguel, J. L. (1945). Forjado para pisos. Tomo I. *Revista de Obras Públicas*, 73-82.
- Muzquiz de Miguel, J. L. (1945). Forjados para pisos. Tomo II. *Revista de Obras Públicas*, 123-132.
- Pons Poblet, J. M. (2014). *De Gaudí a Miralles. Cent anys d'estructura metàl·lica a Barcelona*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Presidencia de Gobierno. (1941). *Reglamento para la aplicación del Decreto sobre las restricciones del hierro en la edificación de 11 de marzo de 1941*. Madrid: Boletín Oficial del Estado.
- Ripoll, X. (s.f.). *XTec- Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya*. Obtenido de <http://www.xtec.cat/~xripoll/histbcn5.htm>

-
- Sánchez del Río Pisón, I. (1977). Palacio de Deportes de Oviedo. *Informes de la construcción vol. 29 nº287*, 73-85.
- Seguí Pié, M. (s.f.). Diagnósis en techos cerámicos y aluminosos. Barcelona: Posgrado en rehabilitación, diagnóstico y técnicas de intervención.
- Sorribes Monrabal, J. (2015). *Valencia, 1940-2014: la construcción y destrucción de la ciudad*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Torreño, M. (2005). *Arquitectura y urbanismo en Valencia*. Valencia: Carena Editors.
- Vicent Boira, J. (2011). Dinámica inmobiliaria, suelo y población en la ciudad de Valencia, 1960-2009. *Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*.
- Vivienda, M. d. (1962). *MV 101-1962 Acciones en la edificación*. Madrid.

Índice de figuras

Figura 1. Portada de 1936 del periódico "el mercantil valenciano". Recuperado de http://125aniversario.aguasdevalencia.es/portfolio/noticias/decada-1930/	18
Figura 2. Dibujo del proyecto de la av. Del oeste. (Sorribes Monrabal, 2015, pág. 154).....	19
Figura 3. Imagen de las casas baratas del bon pastor, Barcelona. Recuperado de http://periferiesurbanas.org/?cat=163	19
Figura 4. Valencia en el siglo xix. Recuperado de http://125aniversario.aguasdevalencia.es/portfolio/noticias/decada-1930/	24
Figura 5. Placa edificio acogido por el plan de vivienda de 1954. Recuperado de: http://125aniversario.aguasdevalencia.es/portfolio/noticias/decada-1930/	31
Figura 6. Plan General de Valencia y su cintura 1946. Fuente: Ayuntamiento de Valencia.	34
Figura 7. Plan General de Valencia y su Comarca 1966. Fuente: Ayuntamiento de Valencia.	34
Figura 8. Plan de ensanche de ildefonso cerdá. Fuente: http://sites.cardenalcisneros.es/ciudadarte/2012/05/12/barcelona-ildefons-cerda-1859/	36
Figura 9. Instrucción 61 del Instituto Eduardo Torroja.....	41
Figura 10. Hoja del cupo de hierro: Kilos de hierro para forjado. (Marco Serrano, 2013).....	43
Figura 11. Imagen de la Norma DGA 41.....	45
Figura 12. Imagen de la Norma DGA 41	46
Figura 13. Imagen de la Norma DGA 41.....	47

Figura 14. Artículo cuarto de la Norma N.V. 1962 "Acciones en la edificación"	48
Figura 15. Imagen del Decreto de 19 de enero de 1956	49
Figura 16. Introducción "sistemas especiales de forjados para la edificación"	49
Figura 17. Forjado aligerado por elementos cerámicos. Solución con encofrado. (Muzquiz de Miguel, forjado para pisos parte I, 1945)....	51
Figura 18. Forjado aligerado cerámico sin encofrado. (Muzquiz de Miguel, forjado para pisos parte I, 1945).....	51
Figura 19. Ensayo de carga sobre forjado cerámico. Recuperado de http://www.todocoleccion.net/documentos-antiguos/expediente-planos-fotos-forjados-ceramicos-bovedillas-1946-arquitectura~x36081537	52
Figura 20. Forjado aligerado con bloques. Fuente especificada no válida.....	53
Figura 21. Imagen de la definición de la norma. Fuente: Normas para el Proyecto y Ejecución de forjados de ladrillo armado.....	58
Figura 22. Tabla resumen tipos de forjados. Fuente: (Díaz Gómez, 1986, pág. 120)	65

Índice de gráficos

Gráfico 1. Censo de población Valencia. Fuente: elaboración propia.	25
Gráfico 2. Censo sobre población Barcelona. Fuente: elaboración propia.	28

Índice de tablas

Tabla 1. Número de obras autorizadas. Fuente: (Díaz Hernández & Parreño Castellano, 2006). Recuperado de:..... http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-48.html	211
Tabla 2. Número de obras terminadas. Fuente: (Díaz Hernández & Parreño Castellano, 2006). Recuperado de http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-48.html	222
Tabla 3. Estadística del censo de Valencia entre los años 1900-2011	25
Tabla 4. Antigüedad de las viviendas en Valencia en el año 2012...26	
Tabla 5. Estadística del censo de Barcelona entre los años 1900- 2015	28
Tabla 6. Antigüedad de las viviendas en Barcelona en el año 2014	29
Tabla 7. Viviendas y edificios rehabilitados en los últimos años. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2013).	29
Tabla 8. Viviendas y edificios rehabilitados en los últimos años en Barcelona. Fuente: Anuario Estadística de la Ciudad de Barcelona (2014).	30
Tabla 9. Evolución temporal de los forjados en el siglo XX	37
Tabla 10. Comparativa de las características de los tipos de forjado.	54
Tabla 11. Características de los materiales de los forjados cerámicos. Fuente: (ITEC, 1995)	59

Tabla 12. Daños más frecuentes en los forjados cerámicos. Fuente:
Elaboración propia..... 60

Tabla 13. Nomenclatura de la catalogación forjados autárquicos. ... 64

Tabla 14. Clasificación forjados autárquicos más usados. Fuente:
Elaboración propia.....116

Tabla 15. Relación conológica de normas y planes generales.
Fuente: Elaboración propia.....126

Tabla 16. Relación conológica de normas técnicas relacionadas con
forjados, y materiales como acero y emento. Fuente: Elaboración
propia.....127

Anejo I

Tabla 15

Relación cronológica de normas y planes generales

AÑO	TEMA	NORMA	Valencia	Barcelona
1859				Plan del Ensanche de Idelfonso Cerdá
1887			Plan del Ensanche de Valencia	
1939	General	Ley de Viviendas Protegidas, 19/4/39		
1939	General	Creación Instituto Nacional de Vivienda		
1944	General	Ley de casas de renta para clase media, 25/11/44		
1944	Plan General	Primer Plan Nacional 1944-1954		
1946	Plan General		Plan General de Valencia y su cintura" 27/07/946	
1953				Plan Comarcal
1954	General	Ley de Viviendas de Renta Limitada 15/7/1954		
1954	General	Ley de Viviendas de Tipo Social 14/5/54		
1956	Plan General	II Plan Nacional de Vivienda 1955-1960		
1956	Plan General	II Plan Nacional de Vivienda 1955-1960		
1963	Edificación	Norma Acciones en la edificación MV 101-1962		
1966	Plan General		Plan General adaptado a la solución sur	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Relación cronológica de normas técnicas relacionadas con forjados y materiales como acero y cemento.

AÑO	TEMA	NORMA	Anotaciones
1941	Estructuras metálicas. Estructuras H.A. Forjados cerámica armada	Normas para el cálculo y ejecución de estructuras metálicas, hormigón armado y forjados de ladrillo armado, 22/7/41	
1945	Forjados	Sistemas especiales de forjados para la edificación: Tipos aprobados y revisados por la Sección de Investigación y Normas de la DGA	
1947	Orden	15/3/47	*regulación de los precios productos cerámicos
1952	Orden	8/4/52	*libertad de precios productos cerámicos
1955	Cemento	Norma 16/11/55 sobre suministro de cemento	
1960	Normas técnicas	Pliego de condiciones técnicas DGA	Para obras de carácter público.
1966	Forjados	Decreto 124 de 20/1/1966. Fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas.	Regulación de sistemas de forjados que pretendan industrializarse.
1971			

Fuente: Elaboración propia.

Anejo II

Índice de fichas

Forjado de viguetas, esfuerzo absorbido por la cerámica, autoportantes

1. Forjado P.A.U.S.A.....69-71
2. Forjado Ladrihierro.....72-73
3. Forjado cerámico perfecto.....74-75

Forjado de viguetas, esfuerzo absorbido por la cerámica, encofrado parcial

1. Forjado de tablero de rasilla armada.....78-79
2. Forjado techo continuo Bosch.....80-81

Forjado de viguetas, esfuerzos absorbidos por el hormigón, autoportantes

In situ

1. Forjado de viguetas Torras.....84-85
2. Forjado celular ligero (PI.CE.LI).....86-87
3. Forjado universal.....88-90

Otras modalidades

4. Forjado sin nombre específico 1.....91
5. Forjado sin nombre específico 2.....92
6. Forjado sin nombre específico 3.....93

En taller

1. Forjado de cemento armado (Adroer).....95-96
2. Forjado Arnau.....97-98
3. Forjado viguetas Castilla.....99-100
4. Forjado doble plano.....101-102

Forjado de viguetas, esfuerzos absorbidos por el hormigón, encofrado parcial

1. Forjado camon tres en uno: sistema Roher.....105-106
2. Forjado continuo sistema Guillam.....107-108
3. Forjado de gunita armada.....109-110
4. Forjado río-cerámico.....111-112

Forjado de viguetas, esfuerzos absorbidos por el hormigón, encofrado total

1. Forjado aligerado con ladrillo hueco.....115-117

