



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

TRABAJO FINAL DE GRADO

**COMPARACIÓN ESTRUCTURAL Y
CONSTRUCTIVA ENTRE DOS EDIFICIOS DE
HORMIGÓN ARMADO CON USO RESIDENCIAL,
UNO ACTUAL Y OTRO DE LA DÉCADA DE LOS
CINCuenta.**

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Autor: Mónica Mazcuñán Cuartero

Tutor: Alejandro Gil Andrés

Curso: 2017-18

Departamento: Construcciones Arquitectónicas



ÍNDICE

1.	Motivación	7
2.	Introducción.....	9
2.1.	Objeto del trabajo	10
2.2.	Justificación y objetivos del trabajo	10
3.	Metodología	11
3.1.	Enfoque metodológico.....	11
3.2.	Fuentes de información.....	11
3.3.	Diseño contenido fichas.....	12
3.4.	Recogida y análisis de datos	14
3.5.	Estructura	15
4.	Contexto histórico, arquitectónico, urbanístico, constructivo y normativo de los edificios propuestos.....	17
4.1.	Contexto del edificio de los años 50	17
4.1.1.	Contexto Histórico.....	17
4.1.2.	Contexto Arquitectónico.....	18
4.1.3.	Contexto Urbanístico	21
4.1.4.	Contexto Constructivo	24
4.1.5.	Contexto Normativo	30
4.2.	Contexto del edificio actual	33
4.2.1.	Contexto Histórico.....	33
4.2.2.	Contexto Arquitectónico.....	34
4.2.3.	Contexto Urbanístico	37
4.2.4.	Contexto Constructivo	40
4.2.5.	Contexto Normativo.....	44
5.	Elección edificios analizados	47
5.2.	Grupo Santa María Micaela.....	48
5.3.	26 + 8 Viviendas protegidas en Velluters	51
6.	Cálculo de flechas	53
7.	Síntesis de la comparación.....	57
8.	Conclusiones	59
9.	Bibliografía	61
10.	Cibergrafía.....	63

ANEXO II



AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros que han estado a mi lado durante todo el proceso.

A mi tutor Alejandro, por sus correcciones y su dedicación en este trabajo.

A mi pareja Jorge, por su ayuda incondicional y sus ánimos en los momentos más
duros.

A mis padres, y sobre todo a mi hermano, por ayudarme a tomar una de las decisiones
más importantes de mi vida, sin ellos este sueño no se habría cumplido.

A mi abuela Andrea, por su apoyo y sus ánimos en los peores momentos aunque ella no
lo supiera.

A mi familia, por todo. Gracias.



RESUMEN – RESUM – ABSTRACT

Resumen: Desde hace unos años se ha registrado un incremento importante de la siniestralidad en la edificación relacionada con las flechas que presentan las estructuras de hormigón armado. Este hecho está relacionado con los cambios estructurales que se han ido produciendo en España durante las últimas décadas, cuando hasta hace unos años las estructuras no presentaban estos problemas.

Por este motivo el presente trabajo tiene como objetivo la comparación de dos edificios con estructura de hormigón armado y uso residencial en la ciudad de Valencia, uno de los años cincuenta y otro actual, para relacionar los cambios estructurales, constructivos, etc. con el incremento de la siniestralidad debida a flecha.

Se ha llevado a cabo en primer lugar un estudio del contexto de cada edificio para centrarnos, al final, en la comparación de los edificios elegidos y en la conclusión a la que llegamos gracias a dicha comparación.

Palabras clave: flecha, deformación, hormigón, residencial, patologías.



Resum: Des de fa uns anys s'ha registrat un increment important de la sinistralitat en l'edificació relacionada amb les fletxes que presenten les estructures de formigó armat. Aquest fet està relacionat amb els canvis estructurals que s'han anat produint a Espanya durant les últimes dècades, quan fins a fa uns anys les estructures no presentaven aquests problemes.

Per aquest motiu el present treball té com a objectiu la comparació de dos edificis amb estructura de formigó armat i ús residencial a la ciutat de València, un dels anys cinquanta i un altre actual, per a relacionar els canvis estructurals, constructius, etc. amb l'increment de la sinistralitat a causa de la fletxa.

S'ha dut a terme en primer lloc un estudi del context de cada edifici per a centrar-nos, al final, en la comparació dels edificis triats i en la conclusió a la qual arribem gràcies a aquesta comparació.

Paraules clau: fletxa, deformació, formigó, residencial, patologies.

Summary: For several years, there has been a significant increase in the number of accidents in building related to deflection of reinforced concrete structures. This fact is related with structural changes that have taken place in Spain during the last decades, when until a few years ago, structures did not present these problems.

For this reason, the present work has the objective of comparing two buildings with reinforced concrete structure and residential use in the city of Valencia, one is from the fifties and the other is current, to relate the structural changes, construction, etc. with the increase in accidents due to deflection.

First of all, a study of the context of each building was conducted to focus, in the end, on the comparison of the chosen buildings and on the conclusion to which we arrived thanks to that comparison.

Key words: deflection, strain, concrete, residential, pathology.



1. Motivación

En el momento de elegir una línea de investigación y un tema para el Trabajo de Fin de Grado, nos hemos decantado por un tema que lleva suscitando cierto interés desde hace un tiempo en el ámbito de la arquitectura. Desde hace unos años se ha registrado un incremento importante de la siniestralidad en la edificación relacionada con las flechas que presentan las estructuras de hormigón armado. Este hecho está relacionado con los cambios estructurales que se han ido produciendo en España durante las últimas décadas, cuando hasta hace unos años las estructuras no presentaban estos problemas.¹ Por este motivo, se realiza una comparación de dos edificios de la ciudad de Valencia para poder relacionar los cambios estructurales, constructivos, etc. que han llevado al incremento de siniestralidad anteriormente nombrada en la edificación.

Las expectativas del trabajo consisten en que el análisis del contexto de cada época y la posterior comparación de los edificios nos permita llegar a unas conclusiones y aclaraciones sobre el aumento de flecha y la siniestralidad de la edificación debido a esta.

¹ Construcción III. Lección 17, E.L.S. de deformación. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2015.



2. Introducción

Según la RAE, comparar es “fijar la atención en dos o más objetos para descubrir sus relaciones o estimar sus diferencias o su semejanzas”.²

Se define comparación como “un proceso que hace el ser humano a fin de identificar mediante un análisis sensorial los diferentes aspectos que se relacionan o no entre dos o varios objetos. Su principal fundamento consiste en detallar las semejanzas o diferencias que presentan elementos con cierto símil, ya que resulta ilógico realizar una comparación entre dos cosas que no tengan nada en común”.³

Con estas dos definiciones podemos comprobar que nuestros elementos a comparar tienen que tener algunas características en común para poder llegar a una conclusión sobre esa investigación. Es por esto que vamos a tomar unos datos de partida comunes a los dos edificios. Estos datos son los siguientes:

- El material estructural será el hormigón armado.
- Deben ser edificios de viviendas de promoción públicas o de cooperativas que tengan algún tipo de protección pública.
- Deben ser edificaciones cuya implantación no tenga grandes condicionantes impuestos por la geometría del solar, las condiciones del terreno, la topografía, etc.

La comparación, que constituye el objeto de estudio descrito en los siguientes apartados del presente trabajo, es un buen recurso que nos brinda la oportunidad de hacer un análisis histórico de la evolución constructiva en España, concretamente en la ciudad de Valencia. Gracias a estas comparaciones, obtendremos una serie de datos con los que se podrá concluir si existen patologías hoy en día relacionadas con los materiales, procesos constructivos y diseño que anteriormente no afectaban a los edificios.

² www.rae.es

³ <http://conceptodefinicion.de/>



2.1. Objeto del trabajo

El objeto del presente trabajo es la comparación de dos edificios con estructura de hormigón armado y uso residencial en la ciudad de Valencia, uno de los años cincuenta y otro de la actualidad. Con esta comparación se quiere llegar a analizar la evolución de la construcción, estructura, normativa, etc. y qué cambios han provocado estas en la edificación.

Para ello es necesario realizar un extenso estudio de investigación mediante fuentes escritas analizando el contexto histórico, arquitectónico, constructivo y urbanístico de cada edificio y resaltando los elementos importantes sobre los que se profundizará a posteriori en una serie de fichas comparativas.

2.2. Justificación y objetivos del trabajo

El trabajo pretende crear una nueva visión comparativa de los avances constructivos, normativos y estructurales en la edificación clasificando cómo ha ido evolucionando la técnica constructiva, la evolución de los materiales utilizados y las posibles lesiones causadas por la elección de los anteriores.

Por lo tanto, los objetivos de la comparación son:

- Mostrar la evolución de las técnicas constructivas.
- Mostrar la evolución estructural.
- Mostrar la evolución de la normativa.
- Conocer la evolución de la aplicación del hormigón armado en la construcción.
- Evidenciar su relación con la siniestralidad de la edificación actual.
- Adquirir conocimientos acerca de la historia arquitectónica de nuestra ciudad.

Cuando ya se haya recogido toda la documentación pertinente sobre los proyectos y en la comparación nos falte algún dato sobre el edificio, se cogerá como referencia lo habitual de la época.



3. Metodología

3.1. Enfoque metodológico

Acorde a la tipología del presente trabajo, la metodología empleada nos permite analizar una evolución arquitectónica y constructiva y llegar a unas conclusiones sobre el trabajo realizado.

En primero lugar, se realiza una investigación de edificios residenciales en Valencia para la elección de los edificios a comparar. Más tarde, se procede al estudio del contexto de cada edificio para centrarnos, al final, en la comparación de los edificios elegidos y en la conclusión a la que llegamos gracias a dicha comparación.

3.2. Fuentes de información

En el trabajo se recurre a diferentes fuentes para la recopilación de información. Estas se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Fuentes escritas

Se ha recopilado información de tesis doctorales, publicaciones, documentos del Archivo Histórico de València, artículos, trabajos y material docente, etc.

- Fuentes directas

Se ha realizado trabajo de campo para recopilar información sobre la materialidad de los edificios analizados, su estado de conservación, patologías, etc.

Del edificio actual además, se ha obtenido la documentación del proyecto cedida por el equipo redactor del mismo.⁴

3.3. Diseño contenido fichas

La comparación de los edificios se ha realizado mediante láminas de comparación, las cuales tienen dos diseños distintos, un primer diseño en A4 y otro en A3 para permitir poner los planos a mayor escala.

La organización de su contenido se realiza de la siguiente manera:

	<ul style="list-style-type: none"> En el edificio de Santa María Micaela Arriola se describió su forjado del siguiente modo: Los forjados son de viguetas prefabricadas y bovedillas de hormigón. Las viguetas prefabricadas nacieron durante los años cincuenta y no tuvieron muy buena acogida al principio debido a la incertidumbre en la fabricación del producto y la falta de suministro. En cuanto al tipo de viga, Santiago Arriola utiliza vigas de canto en todo el conjunto de edificios pero no hemos podido llegar a saber sus dimensiones de estas. En realidad al utilizar vigas de canto con unas dimensiones que varían entre 30 a 50 cm y con un ancho entre 25 y 30 cm. Para vez aparecen información sobre la disposición de las armaduras y así como plantas con detalles de vigas. Lo que es más habitual hasta la década de los setenta era el doble de las armaduras longitudinales a 45° donde el momento era nulo para casa a absorber la tracción en la parte superior de la viga. Además de que la misma armadura sirviera para absorber los momentos negativos en los apoyos. también, la absorción del cortante.¹ Para el edificio de viviendas de protección oficial se utilizó un forjado de nervaduras in situ y bovedillas de hormigón o bien una losa de hormigón cerámica. Para la estructura se utilizó tanto vigas de canto como vigas planas. Encontramos distintas dimensiones de vigas siendo las más utilizadas: vigas de canto de 30x50 cm y vigas planas de 60x30 cm. En la actualidad, ya no se coloca las armaduras longitudinales para la absorción de tracciones en la parte superior, sino que se colocan armaduras de tracción en la parte superior y extremos de la viga y armadura de tracción en canto de vano y en la parte interior de la viga. La absorción del cortante en la actualidad se consigue con la colocación de estribos verticales a lo largo de la barra y con una separación entre ellos que varía dependiendo del valor del cortante. Esta reducción en el canto que han ido experimentando las vigas durante los años, para dar libertad de disposición de la tabiquería y por un tema visual, han dado lugar a mayores deformaciones en vigas por flexión y por tanto, mayores flechas. 	<p>ZONA DE IMÁGENES Y PLANOS</p> <p>TEXTO COMPARACIÓN ELEMENTO A TRATAR</p>
	<ul style="list-style-type: none"> En el edificio de Santa María Micaela Arriola se describió su forjado del siguiente modo: Los forjados son de viguetas prefabricadas y bovedillas de hormigón. Las viguetas prefabricadas nacieron durante los años cincuenta y no tuvieron muy buena acogida al principio debido a la incertidumbre en la fabricación del producto y la falta de suministro. En cuanto al tipo de viga, Santiago Arriola utiliza vigas de canto en todo el conjunto de edificios pero no hemos podido llegar a saber sus dimensiones de estas. En realidad al utilizar vigas de canto con unas dimensiones que varían entre 30 a 50 cm y con un ancho entre 25 y 30 cm. Para vez aparecen información sobre la disposición de las armaduras y así como plantas con detalles de vigas. Lo que es más habitual hasta la década de los setenta era el doble de las armaduras longitudinales a 45° donde el momento era nulo para casa a absorber la tracción en la parte superior de la viga. Además de que la misma armadura sirviera para absorber los momentos negativos en los apoyos. también, la absorción del cortante.¹ Para el edificio de viviendas de protección oficial se utilizó un forjado de nervaduras in situ y bovedillas de hormigón o bien una losa de hormigón cerámica. Para la estructura se utilizó tanto vigas de canto como vigas planas. Encontramos distintas dimensiones de vigas siendo las más utilizadas: vigas de canto de 30x50 cm y vigas planas de 60x30 cm. En la actualidad, ya no se coloca las armaduras longitudinales para la absorción de tracciones en la parte superior, sino que se colocan armaduras de tracción en la parte superior y extremos de la viga y armadura de tracción en canto de vano y en la parte interior de la viga. La absorción del cortante en la actualidad se consigue con la colocación de estribos verticales a lo largo de la barra y con una separación entre ellos que varía dependiendo del valor del cortante. Esta reducción en el canto que han ido experimentando las vigas durante los años, para dar libertad de disposición de la tabiquería y por un tema visual, han dado lugar a mayores deformaciones en vigas por flexión y por tanto, mayores flechas. 	<p>FORJADO</p> <p>ELEMENTO A COMPARAR</p>

⁴ Se ha mantenido contacto por correo electrónico con los arquitectos Sáez + Viguera arquitectos, equipo redactor del proyecto de 26+8 Viviendas de protección oficial en el barrio de Velluters en 2005, uno de los dos edificios a comparar en el presente trabajo.

P. PROPIO FORJADO IN SITU=	0.36 T/m ²
P. PROPIO LOSA DE FORJADO=	0.48 T/m ²
SOBRECARGA DE USO=	0.20 T/m ²
SOBRECARGA DE USO ESP. PÚBLICO=	0.40 T/m ²
CARGAS MUERTAS=	0.18 T/m ²
TOTAL FORJADO IN SITU=	0.74 T/m ²
TOTAL LOSA DE FORJADO=	0.86 T/m ²
CANTO DEL FORJADO IN SITU=	25+5 cm.
CANTO DE LOSA DE FORJADO=	20 cm.
TIPO DE VIGUETA: NERVATURAS IN SITU	
TIPO DE BOVEDILLA: HORMIGÓN.	

Imagen 1. Cargas edificio VPO en Velluters. Documentación aportada al alumno por Saez + Vigueras arquitectos.

Categoría de uso	Subcategoría de uso	Carga característica [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A Zonas residenciales	A1 Viviendas y zonas de habitaciones en hoteles y residencias	2	2
	A2 Hoteles	2	2
B Zonas administrativas	B1 Oficinas con mesas y sillas	3	4
	B2 Oficinas con escritorios	4	6
C Zonas de acceso al público que se accede por medio de escaleras, ascensores, rampas, etc.	C1 Zonas con grandes superficies	5	4
	C2 Zonas con circulación con mobiliario (el mobiliario de las zonas con grandes superficies debe de estar en posición en momentos de máxima ocupación)	5	4
	C3 Zonas de circulación en museos, etc.	5	7
	C4 Zonas de circulación en galerías y museos	5	7
D Zonas comerciales	D1 Tiendas, supermercados, etc.	5	4
	D2 Zonas de aproximación (salidas de emergencia, etc.)	5	4
E Zonas de tráfico y de estacionamiento vehicular (aparcamiento)	E1 Estacionamiento	5	7
	E2 Estacionamiento	5	7
F Coberturas (estructuras de acero)	F1 Coberturas con estructura de acero	1	2
	F2 Coberturas con estructura de hormigón	1	2
G Coberturas (estructuras de hormigón)	G1 Coberturas con estructura de hormigón	0.5	1
	G2 Coberturas con estructura de hormigón	0.5	1

Imagen 2. Valores sobrecarga de uso. CTE DB-SE.

Tipo de acción	Valor	Modo de control de acciones (ENCLAVE 1.1.1)	Reducción
Permanente	1.00	1.00	1.00
Variable	1.00	1.00	1.00
Permanente de valor no constante	1.00	1.00	1.00
Variable	1.00	1.00	1.00

Imagen 3. Coeficientes de seguridad según EHE. Instrucción del hormigón estructural

ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de hormigón	Modulo de elasticidad	Coefficiente parcial de seguridad (γ _m)	Resistencia de cálculo (N/mm ²)	Resistencia característica (N/mm ²)
Estructuras	HA-20 (B 20/25)	23000	1.35	16.27	16.27
	HA-25 (B 25/30)	26000	1.35	19.05	19.05
	HA-30 (B 30/37)	29000	1.35	22.84	22.84
Placas	HA-20 (B 20/25)	23000	1.35	16.27	16.27
	HA-25 (B 25/30)	26000	1.35	19.05	19.05
	HA-30 (B 30/37)	29000	1.35	22.84	22.84
Muros	HA-20 (B 20/25)	23000	1.35	16.27	16.27
	HA-25 (B 25/30)	26000	1.35	19.05	19.05
	HA-30 (B 30/37)	29000	1.35	22.84	22.84

Imagen 4. Características técnicas de los materiales y coeficientes de seguridad. Documentación aportada al alumno por Saez + Vigueras arquitectos.

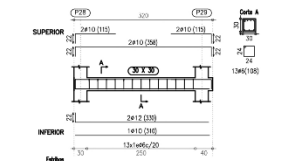


Imagen 5. Esquema ferralla. Documentación aportada al alumno por Saez + Vigueras arquitectos.

Hemos conseguido los valores de las cargas en el edificio de VPO (Imagen 1), pero no en el de Santa María Micaela. Cogemos por tanto, los valores que nos da Mateo de la época. Nos dice lo siguientes:

La carga total de cálculo que figura en la mayoría de los proyectos consultados es de 350 Kg/m² en unos casos y de 400 Kg/m² en otros. Este valor incluye las cargas permanentes y las sobrecargas. Según lo establecido en la Norma de 1941, podía adoptarse, a decisión del arquitecto, como sobrecarga de uso un valor entre 150-200 Kg/m². Ello quiere decir que los arquitectos de la época estaban considerando en los cálculos, a lo sumo, una carga permanente de 200 ó 250 Kg/m². Es decir, estaban considerando que el peso de los forjados, pavimentos y tabiquería era de 200 ó 250 Kg/m².

Sobre los coeficientes de mayoración de las acciones la Norma 1941 no decía nada al respecto, en cambio la norma EHE ya define los valores de los coeficientes dependiendo del tipo de acción (Imagen 3 y 4).

Hemos realizado una tabla comparativa que recoge todos estos datos:

	Cargas	Valor cargas (Kn/m ²)	Coefficiente de mayoración	Valor total cargas (Kn/m ²)
EDIFICIO AÑOS CINCUENTA	Peso propio	2,5	-	4,5
	Sobrecarga uso	2	-	
EDIFICIO ACTUALIDAD	Peso propio	4,8	1,5	8,6
	Sobrecarga uso	4	1,6	

Analizando estos valores, se puede ver como las cargas utilizadas en los años cincuenta eran la mitad de las cargas actuales. También se puede ver, como en los años cincuenta no definen el tipo de sobrecarga de la que se trata, dando un valor general a todas ellas. En cambio, en la actualidad es necesario marcar el tipo de uso que se va a dar en cada zona y por tanto, en función de él, aplicar una sobrecarga de uso diferente (Figura 2).

En cuanto a las solicitaciones vamos a hablar de solicitaciones en viga y solicitaciones en pilar. En la norma de 1941, para el cálculo de vigas se tomaba un momento en centro de vano igual a q_l²/10. Este valor es distinto al momento en centro de vano que se toma en la actualidad que es de valor q_l²/8. Con esto podemos ver, al igual que pasaba en las cargas, los momentos cogidos en la actualidad van a ser mayores que los cogidos en los años cincuenta.

En los años cincuenta, el momento de solicitación de las vigas aparecía en la hoja de cupo de hierro, y rara vez aparecía en el plano de estructura detallado, ya que estos casi nunca se realizaban. En la actualidad este valor se pone en los esquemas de ferralla de las vigas. (Imagen 5)

¹ Empar Marco Serrano. "Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia". UPV, Valencia, 2013.

ZONA DE IMÁGENES Y PLANOS

TEXTOS COMPARACIÓN ELEMENTO A TRATAR

ELEMENTO A COMPARAR

CARGAS Y SOLICITACIONES

3.4. Recogida y análisis de datos

Una vez recogidos todos los datos, estos han sido analizados y clasificados. Para ello se han realizado unas tablas comparativas, nombrando el elemento a comparar y las características de cada edificio sobre dicho elemento. De esta manera, se comprime la información recogida y se mantiene ordenada para su colocación en las fichas comparativas.

ELEMENTO A ACOMPARAR	EDIFICIO AÑOS 50	EDIFICIO ACTUAL
NORMATIVA UTILIZADA	DGA-41 y MV	EHE-98 y NBE
TIPO DE ESTRUCTURA	Pórticos de hormigón armado	Pórticos de hormigón armado
VIVIENDAS	Viviendas simples y dúplex	Viviendas simples y dúplex
CERRAMIENTO	Ladrillo	Ladrillo
TABIQUERÍA	Ladrillo	Ladrillo
FORJADO	Viguetas prefabricadas y bovedillas de hormigón	Nervaturas in situ y bovedillas de hormigón
CUBIERTA	Cubierta plana	Cubierta plana e inclinada
COEFICIENTE DE MINORACIÓN	3	1.5 y 1.15
COEFICIENTE DE MAYORACIÓN	-	1.5 y 1.6
MOMENTOS CENTRO DE VANO	$ql^2/10$	$ql^2/8$ y $ql^2/12$

Tabla 1 Ejemplo recogida de datos

La interpretación de los datos se ha realizado con detenimiento y contrastando la información con diversas fuentes.



3.5. Estructura

Desde el punto de vista organizativo, el trabajo se ha estructurado en dos partes:

- Una primera parte que aborda el análisis del contexto histórico, arquitectónico, constructivo y urbanístico de las épocas de los edificios a analizar.
- Y una segunda parte que se ha centrado en la elaboración de fichas para la comparación de ambos edificios.

Esta estructura nos permite analizar de una manera más general las características de cada época para luego centrarse en las características específicas de los edificios a comparar.

4. Contexto histórico, arquitectónico, urbanístico, constructivo y normativo de los edificios propuestos.

4.1. Contexto del edificio de los años 50

4.1.1. Contexto Histórico

Después de la Guerra Civil, España se encontró con una gran posguerra que duró prácticamente 20 años. La población pasó por una época de hambre y extremada necesidad. La solución que dio el Régimen de franco fue crear un modelo de autarquía basado en la autosuficiencia económica, la intervención del estado y el aislamiento con el exterior.⁵

Para garantizar la supervivencia de la población durante los llamados “Años del hambre”, se creó la cartilla de racionamiento. El racionamiento y la escasez de los alimentos, a causa de una sequía que devastó los campos durante los años 1944, 1945 y 1946, provocan un aumento del mercado negro con el “estraperlo”. Para muchos era la única forma de adquirir los bienes necesarios y para otros una manera de enriquecerse.

El aislamiento económico y político, así como la tremenda pobreza del país, se agudizaron en 1946, cuando las Naciones Unidas niegan la entrada a España ya que la consideraban aliada de las potencias fascistas derrotadas durante la Segunda Guerra Mundial.⁶

El comienzo de los años 50 trajo consigo la esperanza del fin del hambre y las penurias. En 1952, se puso fin a las cartillas de racionamiento y una liberalización parcial del mercado. En 1953, se firmó un acuerdo con los Estados Unidos permitiendo las instalaciones de bases militares norteamericanas en España a cambio de una ayuda

⁵ Marta Valverde. Artículo de Infolibre; “España años 50: la miseria que captó el objetivo de Carlos Saura”. 25/08/2016. www.infolibre.es

⁶ Difusora Internacional. “Imágenes y recuerdos. 1949-1960. Tiempo de satélites”.



económica. Finalmente en el año 1955, con la entrada de España en la ONU, llegó por fin el fin del aislamiento del país.

El éxodo del campo a la ciudad y la llegada masiva de emigrantes a las ciudades industriales durante las décadas de los años 1950 y 1960 generaron grandes problemas de vivienda. El déficit de vivienda era muy elevado y la escasez de vivienda y la especulación del suelo dispararon los precios de los pisos a niveles muy por encima de la renta de un obrero. Todo esto generó grandes bolsas de miseria en los suburbios y los barrios de chabolas se multiplicaron.⁷

Finalmente, en los años 60 se empezaron a notar los primeros síntomas de recuperación económica gracias al Plan de Estabilización de 1959.

4.1.2 Contexto Arquitectónico

La Guerra Civil produjo una interrupción de la arquitectura del Movimiento Moderno, el cual tuvo su mayor impulso en los primeros años de la década de 1930.⁸

Se entiende como Movimiento Moderno en la arquitectura a aquel que está basado en la racionalidad constructiva, la atemporalidad y el lenguaje abstracto. Se centra más en el modo de responder los problemas que en las formas.⁹

El nuevo régimen propuso un nuevo tipo de arquitectura de Estado. Se basaba en conseguir un estilo que alabara el poder de la nación y para ello se remontaron a las épocas gloriosas del imperio español y en la fascinación hacia los movimientos totalitarios de Alemania e Italia. Para conseguir el *estilo nacional* se propuso una serie de edificios históricos como modelos a seguir. Ejemplos de ello fueron El Escorial o la obra de Juan

⁷ Artículo de Historiasiglo20: “El Franquismo: evolución política, económica y social hasta 1959.” <http://www.historiasiglo20.org>

⁸ David Sánchez Muñoz. “Arquitectura en Valencia (1939-1957)”. Universidad de Valencia. Valencia, 2011.

⁹ F. Javier Cortina Maruenda. “Fotografía de arquitectura del movimiento moderno en Valencia (1925-1965). Casos paradigmáticos” UPV, Valencia, 2016.



de Villanueva. Durante unos años, la arquitectura no fue capaz de encontrar otra salida distinta a la Arquitectura de Estado debido, quizás, al aislamiento sufrido.¹⁰

Durante la década de 1940, se produjo una ausencia notable del modernismo, que se retomaría en la década de 1950, debido a la necesidad de la producción en serie de viviendas. La vivienda demandaba una arquitectura racional para dar soluciones rápidas al problema del alojamiento de las grandes ciudades. La década de 1950 coincide con la segunda fase del Movimiento Moderno en España.¹¹

Algunos de las manifestaciones más importantes del modernismo en la Ciudad de Valencia que se pueden encontrar son: La revista cultural del Grupo Parpalló, el Colegio Mayor de La Presentación y de Santo Tomás de Villanueva de Juan José Estellés, el Colegio Alemán de Julio Trullenque y Pablo Navarro, la Escuela Infantil Guadalaviar de Fernando M. García-Ordoñez y por último, el Grupo Santa María Micaela de Santiago Artal, que en el presente trabajo será analizado.¹²

¹⁰ Comunicación del congreso “Los años 50: La arquitectura española y su compromiso con la historia” denominada: “¿Modernidad o Tradición? El papel de la R.N.A y el B.D.G.A en el debate sobre las tendencias estilísticas de la arquitectura española” de Ana María Esteban Maluenda.

¹¹ Ponencia del congreso “Los años 50: La arquitectura española y su compromiso con la historia” denominada: “La máquina de habitar: vivienda española en los 50” de María José Cassinello.

¹² Comunicación del congreso “Los años 50: La arquitectura española y su compromiso con la historia” denominada: “Valencia: la arquitectura en los años cincuenta. Una revista y cuatro proyectos” de Jorge Torres Cueco.



Ilustración 1. Colegio Mayor de La presentación y de Santo Tomás de Villanueva.
CTAV. “Guía de Arquitectura de Valencia”. Valencia, 2007.



Ilustración 2 Colegio Alemán. CTAV.
“Guía de Arquitectura de Valencia”. Valencia, 2007.



Ilustración 3 Colegio Guadalaviar.
CTAV. “Guía de Arquitectura de Valencia”. Valencia, 2007.

4.1.3 Contexto Urbanístico

Valencia, desde mediados de la década de 1940 hasta la actualidad ha acogido los mayores crecimientos urbanos de su historia. Su ocupación principal, en los cuarenta, se centraba alrededor de su núcleo y con crecimientos entorno a los caminos de acceso de este. Como dice Temes, *“a principio de los cuarenta, la ordenación de Valencia era una suma de imágenes y planes por partes, que no formaban un objetivo claro de ciudad”*. Gracias a la creación en 1946 del *Plan de Ordenación Urbana de Valencia y su Cintura* este objetivo ya empieza a estar definido y no es otro que el crecimiento de la ciudad. Adopta un modelo radiocéntrico y descentralizador, teniendo como núcleo central la ciudad de Valencia y una serie de núcleos residenciales que son los pueblos vecinos.¹³



Ilustración 4 Edificios construidos hasta 1944. Rafael R. Temes Córdovez. “El tapiz de Penélope. Transformaciones residenciales sobre tejidos sin valor patrimonial”. UPV, departamento de Urbanismo. Valencia, 2007.

¹³ Rafael R. Temes Córdovez. “El tapiz de Penélope. Transformaciones residenciales sobre tejidos sin valor patrimonial”. UPV, departamento de Urbanismo. Valencia, 2007.



Durante el período analizado el crecimiento de la ciudad ha seguido diversas pautas. La primera de ellas es el crecimiento cerca de los viarios más importantes en la ciudad como puede ser Tránsitos o la Avenida del Oeste. La otra pauta a tener en cuenta, es el crecimiento debido a grupos de viviendas. Debido al fuerte intervencionismo por parte del Estado, este desarrollo de viviendas se dará por la Administración pública.

Durante esta época se produjeron dos de las riadas más importantes en Valencia, la primera en 1949 y la segunda en 1957, arrasando en los dos casos con miles de chabolas situadas en el propio cauce del río y provocando multitud de daños. Como consecuencia de la riada de 1949, y para realojar a las personas que se quedaron sin vivienda, se aprobaron una serie de planes de viviendas. Un ejemplo de ellos es el *Plan 5000 Viviendas para Valencia*.

La riada de 1957 tuvo como consecuencia la aprobación del denominado *Plan sur* de 1958 y del *Plan General de Ordenación Urbana de Valencia y su comarca adaptado a la Solución Sur* de 1966¹⁴. Por esta época también se aprobaron los *Planes Parciales* redactados por la Oficina Técnica de Urbanismo del Ayuntamiento de Valencia que se redactaron entre los dos planes anteriores. En este mismo año se creó el Ministerio de la Vivienda, que finalizó el *Plan 5000* y creó, cuatro días después de la riada, el *Plan riada* que constaba de cuatro grupos de viviendas con un total de 1812 viviendas. Estas riadas fueron un factor importante para la evolución urbana de la ciudad.¹⁵

Entre 1955 y 1956 se redactaron para diferentes áreas de Valencia una serie de planes en los que la edificación abierta fue la predominante. Se redactaron los denominados *Proyectos de Ejecución de Polígonos con destino a la formación de solares para emplazamiento de viviendas de Renta Limitada* por parte del Ayuntamiento y los proyectos para los Barrios residenciales de Campanar y Avenida Castilla por parte de la corporación Administrativa Gran Valencia.

¹⁴ Después de la riada estudiaron tres alternativas para el encauzamiento del río, denominadas soluciones Centro, Norte y Sur. En 1958 se aprobó la solución sur que se basó en un nuevo cauce entre Quart de Poblet y el mar de 200 metros de anchura.

¹⁵ Javier Pérez Igualada. "La ciudad de la Edificación Abierta. Valencia". UPV, Valencia, 2015.

La *ley de Viviendas de Renta Limitada* se promulgó en 1954 y estuvo en vigor hasta 1963. Era una ley liberalizadora de apoyo a la promoción privada mediante créditos, exenciones fiscales y otras medidas complementarias. Esta ley cogió protagonismo en Valencia a partir de 1957 y se inició así el predominio de la promoción privada.¹⁶¹⁷

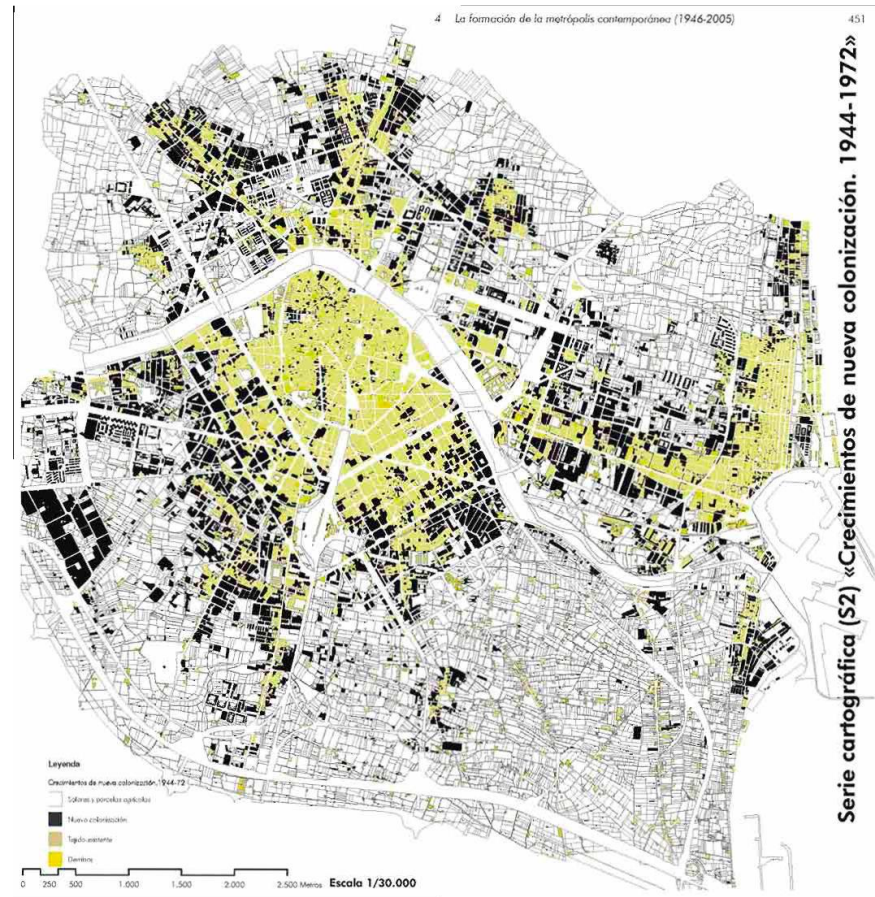


Ilustración 5 Nuevas construcciones durante 1944-1972. Rafael R. Temes Córdovez. “El tapiz de Penélope. Transformaciones residenciales sobre tejidos sin valor patrimonial”. UPV, departamento de Urbanismo. Valencia, 2007.

¹⁶ Fernando Gaja. “La promoción pública de la vivienda en Valencia (1936-1976)”. Generalitat Valenciana, Conselleria d’Obres Públiques, Urbanisme i Transports. Valencia, 1989.

¹⁷ El Grupo Santa María Micaela, uno de los dos edificios a analizar, se proyecta y se construye mediante esta ley.

4.1.4 Contexto Constructivo

Con el final de la Guerra Civil, España llegó a una situación de estancamiento económico y lo mismo sucedió en el campo de la construcción. En esta época hubo muy poca evolución en cuanto a técnicas y sistemas constructivos. Se siguió empleando mucha mano de obra y el uso de soluciones con poca calidad y falta de control debido a las restricciones de materiales sobre todo de hierro y acero por parte del Estado. Las combinaciones de estas características con cálculos muy ajustados hicieron una generación de edificios con baja calidad constructiva y grave déficit en su envejecimiento.

Según Temes *“en los primeros cincuenta la mayoría de los Grupos de viviendas se resolverían con estructuras mixtas a base de muros de carga portante en fachada y pórticos interiores de ladrillos o de hormigón armado o bien sistemas tradicionales a partir de soluciones de muro de carga únicamente”*.

Además *“a medida que avanzan los cincuenta, y sobre todo con las mayores alturas, las estructuras de muros de carga se sustituyen por estructuras de hormigón armado que permiten mayores economías y una libertad más amplia en la composición de los huecos de fachada”*. La buena acogida que tuvo este sistema se debe a la restricción del hierro en la industria de la construcción.

Por lo que respecta a las estructuras de hormigón armado, en España comenzó a utilizarse hacia finales del siglo XIX, 50 años más tarde que en el resto de Europa, aunque no fue hasta después de la Guerra Civil cuando empezó a utilizarse masivamente.

En Valencia, la primera obra construida con este material fue el Puente de la Exposición de Auban en 1909. A él le siguió los Docks del puerto en 1918 y los almacenes Ernesto Ferrer, levantados por Demetrio Ribes en 1920. Los edificios de viviendas vinieron de la mano del Movimiento Moderno y fue el edificio de la Unión y el Fénix de Enrique Viedma en 1929 la primera obra construida de esta tipología.¹⁸

¹⁸ Rafael R. Temes Córdovez, “la introducción del hormigón armado y su uso como sistema estructural de la vivienda en España. El caso concreto de la ciudad de Valencia”.

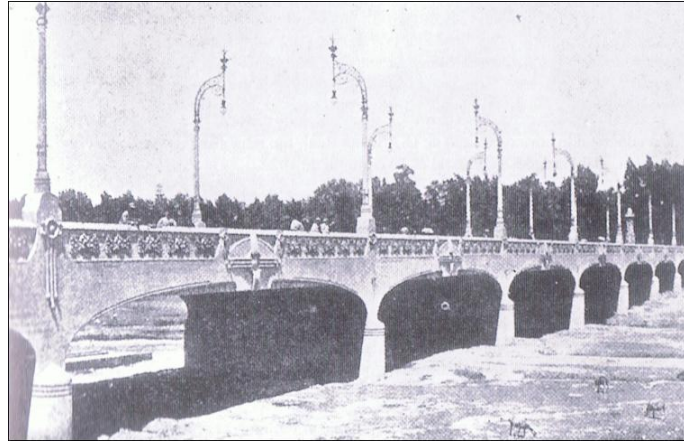


Ilustración 6 Puente de la exposición de Valencia, 1909. Construido por J.Auban.

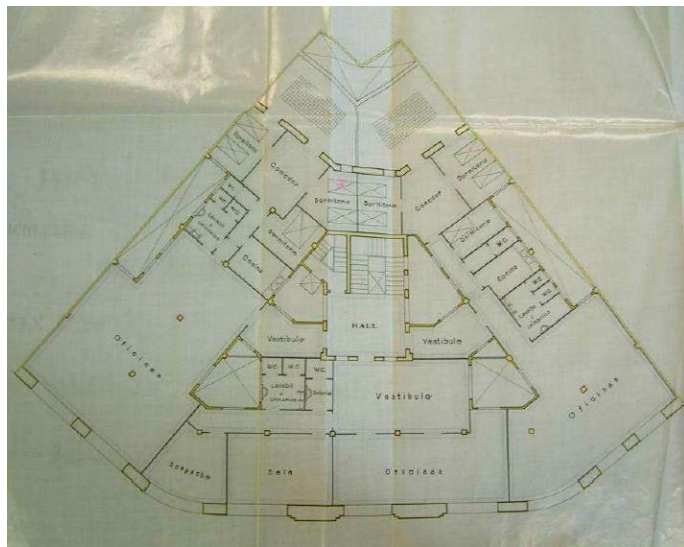


Ilustración 7 Planta Edificio Fénix, 1929. Empar Marco Serrano. “Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia”. UPV, Valencia, 2013.

- **Sistema estructural y cimentación**

La difusión de este sistema estructural de hormigón llegó a España mediante patentes extranjeras, siendo la patente Monier que entró por Cataluña y la patente Hennebique que entró por el País Vasco y Asturias las más influyentes. La patente Monier es la que más difusión y desarrollo tuvo en Valencia.¹⁹

¹⁹ Carles Romea. “El hormigón: Breve reseña histórica de un material milenario”. UPC, Barcelona, 2014.

Según Fran Bretones, “la estructura de hormigón armado se realiza íntegramente con este material, nunca se mezcla con perfiles laminados ni siquiera para vigas y forjados”.²⁰

En cuanto a la cimentación, se trataba de zapatas aisladas o corridas en tronco de pirámide, con un ensanchamiento en el punto de encuentro entre el pilar y la zapata.

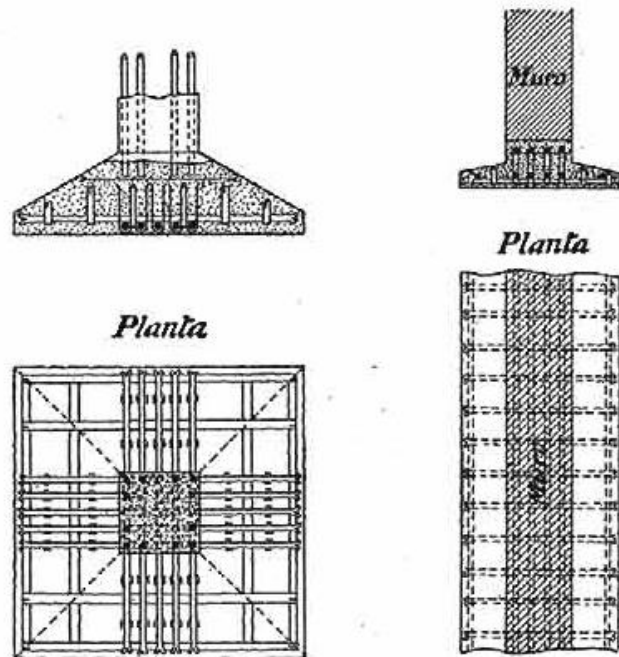


Ilustración 8 Zapata continua y zapata aislada ataluzada de hormigón armado. Rafael R. Temes Córdovez. “El tapiz de Penélope. Transformaciones residenciales sobre tejidos sin valor patrimonial”. UPV, departamento de Urbanismo. Valencia, 2007.

- **Forjados**

Los forjados normalmente se resolvían con viguetas o semiviguetas prefabricadas de hormigón armado y piezas de entrevigado de cerámica, yeso o hormigón. Estas piezas de entrevigado se podían resolver con bovedillas de yeso fabricadas a pie de obra.

²⁰ Jose M. Fran Bretones. “Técnicas de Rehabilitación, soluciones específicas a las lesiones existentes en los inmuebles del ensanche de Valencia de 1887”. UPV, Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Valencia, 1990.

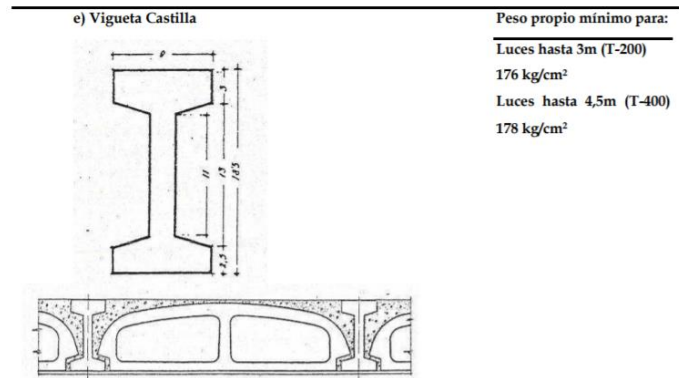


Ilustración 9 Vigueta prefabricada de hormigón armado. Empar Marco Serrano. “Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia”. UPV, Valencia, 2013.

Otra solución frecuente de forjado era la de nervios in situ de hormigón armado y bovedillas de yeso o de hormigón. Según Marco, *este sistema de forjado recoge 3 soluciones similares*.²¹

²¹ Empar Marco Serrano. “Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia”. UPV, Valencia, 2013.

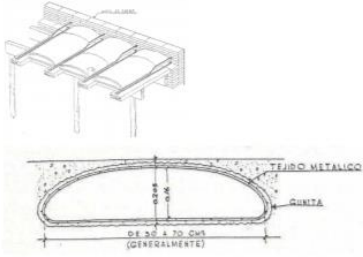
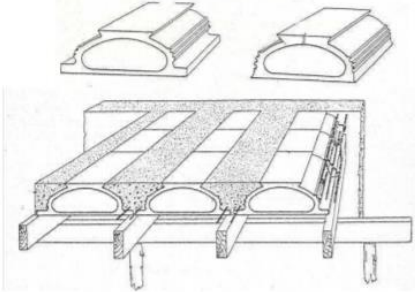
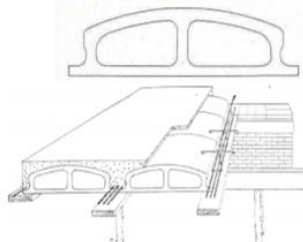
<p>f) Piso de gunita armada</p> 	<p>Peso propio mínimo: <u>200 kg/cm²</u></p>
<p>g) Piso continuo de hormigón armado sistema "Guilam"</p> 	<p>Peso propio mínimo para: 200 kg/cm² Cualquier luz</p>
<p>h) Pisos "Camón" tres en uno</p> 	<p>Peso propio mínimo : <u>220 kg/cm²</u> Cualquier luz</p>

Ilustración 10 Tipos de forjado de nervios in situ. Empar Marco Serrano. "Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia". UPV, Valencia, 2013.

Aparece la capa de compresión para encadenar el edificio consiguiendo el monolitismo de la estructura.

- **Cubierta**

En esta época la cubierta plana empieza a sustituir la cubierta inclinada a dos aguas tradicional.

La cubierta plana se divide dando lugar a limahoyas y limatesas para la evacuación de agua. Era muy característico en la época el empotramiento de la solera en todo su



perímetro no garantizando su dilatación y por tanto, fisurándola y haciendo imposible su estanqueidad. Debido a esto, ya empieza a aparecer las telas impermeabilizantes.²²

- **Cerramientos y acabados**

La estructura de hormigón armado deja libre la fachada permitiendo mayores dimensiones de las carpinterías. Las fachadas se solían realizar de muretes de medio pie o un pie de espesor con ladrillos perforados siendo imposible dejar vistos estos, revistiéndolos mediante una capa de enfoscado y otra de pintura.

Los tabiques se ejecutaban de ladrillo mecánico perforado entre 7 y 10 centímetros de espesor, enlucidos y pintados. Con la estructura de hormigón armado estos dejan de tener función estructural y ya no es necesario la colocación simultánea en todas las plantas.

²² Jose M. Fran Bretones. “Técnicas de Rehabilitación, soluciones específicas a las lesiones existentes en los inmuebles del ensanche de Valencia de 1887”. UPV, Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Valencia, 1990.

4.1.5 Contexto Normativo

Al principio el uso del hormigón armado no llevaba consigo ningún tipo de normativa. Se basaba en la técnica ensayo-error, en intuiciones y en el uso de patentes. Por lo tanto, era imprescindible disponer de unas bases racionales para la construcción en hormigón.

Las primeras normas de hormigón tal y como recoge Marco:

Año	País	Normativa	Redacción
1903	Suiza (i)	"Provisorische Normen für Projektierung, Ausführung and Kontrolle von Bauten in aniertem Beton (EMPA)", <i>Reglamento Provisional para la Ejecución de Construcciones de Hormigón Armado</i>	Sociedad Suiza de ingenieros y arquitectos
1904	Prusia/ Alemania (ii)	"Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton im Hochbau", <i>Instrucciones relativas a las construcciones de cemento armado.</i>	Ministerio de Trabajos Públicos de Prusia / Asociación Arq. e Ing./ Asociación Alemana Hormigón
1906	Francia	"Circulaire du ministre des Travaux Publics, des postes et des télégraphes en chef des ponts et chaussées", conteniendo unas "Instructions Relatives à l'emploi du Béton Armé", <i>Circular Ministerial Francesa del 20 de Octubre de 1906</i>	Ministre des Travaux Publics
1907	Prusia/ Alemania	"Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton im Hochbau", <i>Instrucciones relativas a las construcciones de cemento armado.</i>	Ministerio de Trabajos Públicos de Prusia / Asociación Arq. e Ing./ Asociación Alemana Hormigón
1907	Italia	Reglas para la Ejecución de las Obras de Hormigón Armado en Italia	
1907	Reino Unido	"Report of the Joint Committee on Reinforced Concrete"	(No oficial).
1910	EEUU	"Standard Building Regulations for the Use of the Reinforced Concrete".	

(i) La comisión suiza la tachó de prematura.
(ii) Se publicó como provisional.

La normativa francesa fue el reglamento más seguido en toda Europa. En España se tuvo de ejemplo para muchos técnicos hasta que apareció la primera norma española en 1939.²³

²³ Empar Marco Serrano. "Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia". UPV, Valencia, 2013.



Los primeros intentos de normativa española se dieron con los ingenieros militares y la creación de *Pliegos de condiciones facultativas*, en 1910, e *Instrucciones Reglamentarias para el Empleo del Cemento Armado*, en 1912, siendo solo de aplicación para construcciones militares.

En 1917, se creó una comisión para la redacción de *las bases de una instrucción para los proyectos de obras de hormigón armado aplicables a toda clase de obras públicas*. Dentro de esta comisión podemos encontrar a José Eugenio Ribera, Juan Manuel de Zafra o Domingo Mendizábal.

En 1924, Ribera y Peña Boeuf crearon un *Pliego de condiciones facultativas aplicables a todas las obras de hormigón armado*.

Al principio, igual que el hormigón armado, la construcción y edificación carecía de normativa. Una de los primeros reglamentos que aparecen en España es el *Reglamento de Régimen Interno* en 1931 redactado por el colegio de arquitectos donde se establecía la documentación mínima que debía constar en un proyecto. Este reglamento no era de obligado cumplimiento.²⁴

Definitivamente, en 1939 se creó la primera *Instrucción de Proyectos y Obras de Hormigón* aprobada por el Ministerio de Obras Públicas y de obligado cumplimiento pero solo para obra civil. No es hasta 1941 cuando se redacta por la Dirección general de Arquitectura la segunda *Normas para cálculo y ejecución de las obras de hormigón armado* ya de obligado cumplimiento para obras de edificación.²⁵ Las dos anteriores se unificaron en una revisión que se hizo en 1944 y, significa el comienzo de la regulación del hormigón armado en España.

²⁴ Empar Marco Serrano. “Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia”. UPV, Valencia, 2013.

²⁵ Es esta normativa la que siguió Salvador Artal para diseñar el Grupo Santa María Micaela, estudiado en nuestro trabajo.



Ilustración 11 Instrucción para el Proyecto y ejecución de Obras de Hormigón. <https://pablonietocabezas.wordpress.com>

El instituto de Eduardo Torroja publicó en 1953 la norma UNE 24003 de sobrecargas mínimas para el cálculo de estructuras de edificios y, con la liberación de la restricción de materiales en 1960, apareció la *Instrucción especial para estructuras de hormigón armado* en 1961. Nunca fue de obligado cumplimiento pero los técnicos españoles la utilizaron mucho.²⁶

A partir de 1957, la regulación de la normativa pasa a manos del Ministerio de la Vivienda que redactó la primera normativa técnica de la edificación (las conocidas normas MV) en 1962. Esta primera normativa denominada MV 101-1962 hacía referencia a las acciones en la Edificación.²⁷

²⁶ Rafael R. Temes Córdovez. “El tapiz de Penélope. Transformaciones residenciales sobre tejidos sin valor patrimonial”. UPV, departamento de Urbanismo. Valencia, 2007.

²⁷ Juan Roldán Ruiz. “Evaluación de sobrecargas de uso de vivienda en estructuras de edificación”. UPV. Valencia, 2002.



4.2 Contexto del edificio actual

4.2.1 Contexto Histórico

En 1975, tras la muerte de Franco, se inicia un proceso de transición pasando de un modelo dictatorial a una monarquía democrática. Las principales figuras de la transición fueron el rey Juan Carlos II y el político Adolfo Suarez. Este último ganó las primeras elecciones en junio de 1977 desde la II República y desarrolló la Ley de Reforma Política. Su principal objetivo fue la elaboración de la Constitución Española, la cual, fue aprobada mediante un referéndum en 1978.

Todo este proceso se llevó a cabo durante un contexto de profunda crisis económica, donde el paro y la infracción crecieron alarmantemente y durante el cual la banda terrorista ETA comete un gran número de atentados.²⁸

En 1981 dimite Suarez, y durante la investidura de su sucesor, Calvo Sotelo, el 23 de Febrero tuvo lugar un intento de Golpe de Estado promovido por altos cargos militares. El Congreso de los Diputados fue tomado por Tejero, mientras que en Valencia, el general Milans del Bosch toma la ciudad y declara un estado de guerra.

Con el gobierno de Felipe González, España por fin consiguió entrar en la Comunidad Económica Europea en el año 1986. Durante su gobierno, también se aprobaron los diversos estatutos de autonomía y comenzó un fuerte desarrollo económico impulsando las inversiones públicas en infraestructuras y consiguiendo el llamado “Estado de Bienestar”.

En 1992, se celebraron los Juegos Olímpicos en Barcelona y la Expo de Sevilla dando una imagen de país moderno, muy diferente a la España franquista.

Con la entrada de la década de los noventa y la recesión mundial, llegó otra nueva crisis económica junto con casos de corrupción. Debido a estas causas, en 1996 el partido

²⁸ Artículo de Hiostoriasiglo20 llamado “La transición de la democracia. La constitución de 1978. Principio constitucionales y desarrollo institucional. El estado de las autonomías y su evolución. <http://www.historiasiglo20.org>



popular ganó las elecciones. Aznar implantó una política económica que permitiría a España unirse a la nueva divisa europea, el Euro, que se implantó en España el 1 de enero de 2002.

El crecimiento económico que durante esta época se lleva acabo, se centró en buena medida en la acumulación de capital derivado de la gestión del suelo y en la sobreproducción en el sector constructivo, lo que se llamó “burbuja inmobiliaria”. Se produjo un encarecimiento de la vivienda hasta la crisis financiera en 2008, que se convirtió en un elemento importante de las dificultades sociales y económicas de la población.²⁹

En 2004, los jefes de gobierno de los 25 miembros de la Unión Europea, en el caso de España fue Zapatero, firmaron la Primera Constitución Europea consiguiendo así una Europa unida.

4.2.2 Contexto Arquitectónico³⁰

En la actualidad, existen multitud de tendencias arquitectónicas, que han ido apareciendo como respuesta a cambios y necesidades sociales y que coexisten a la vez. Algunas de ellas son recientes y otras han perdurado en el tiempo hasta nuestros días.

El contexto arquitectónico del siglo XXI se puede definir mediante los principales movimientos arquitectónicos que son los siguientes:

- **Minimalismo.**

Nació de la mano de Mies Van Der Rohe en 1950. Según Cuadrado, *“se caracteriza por la extrema simplicidad de sus forma, líneas puras, espacios despejados y colores neutros, creando un ambiente equilibrado y en armonía”*

Uno de los arquitectos contemporáneos más representativos es David Chipperfield, el cual diseñó el edificio Veles e Vents en Valencia.

²⁹ Luis Sanzo González. “La crisis de principios del siglo XXI en España”. 2013.

³⁰ Diego Cuadrado Domínguez. “Principios y mecanismos de ideación de la arquitectura del siglo XXI” UPV.



Ilustración 12 Edificio Veles e Vents. Diego Cuadrado Domínguez.
“Principios y mecanismos de ideación de la arquitectura del siglo XXI” UPV.

- **High-Tech**

Se desarrolló durante los años sesenta y se puede traducir en castellano como alta tecnología. También recibe el nombre de arquitectura Tardomoderna. Se caracteriza por usar componentes técnicos y funcionales de la construcción, utilizar una disposición ordenada de la estructura y usar componentes prefabricados.

Un ejemplo de arquitectura High- Tech en Valencia lo encontramos en el Palacio de Congresos, obra de Norman Foster.



Ilustración 13 Palacio de Congresos.
CTAV. “Guía de Arquitectura de Valencia”. Valencia, 2007

- **Blob Architecture**
- **Arquitectura de Cooperación**

Es arquitectura social, basada en satisfacer las necesidades básicas de la población mundial más pobre. Se caracteriza por tener una rápida ejecución, uso de materiales de la zona y bajo coste.

Sus representantes más importantes son Francis Kéré y Shigeru Ban.

- **Deconstructivismo**

Surge en 1960 en Francia, de la mano de Derrida, como respuesta del fin del Movimiento Moderno. Rompe con lo establecido e intenta librarse de las reglas arquitectónicas.

Sus principales representantes son: Peter Eisenman, Frank Gehry, Zaha Hadid, Rem Koolhaas, entre otros.

- **The Star System**

A partir de los años noventa, surge una arquitectura mediática que se reparten los encargos de muchos gobiernos.

Dentro de este grupo de arquitectos encontramos a Frank Gehry o al valenciano Santiago Calatrava.



Ilustración 14 Ciudad de las Artes y las Ciencias.
CTAV. "Guía de Arquitectura de Valencia". Valencia, 2007

- **Eco-Tech**

Nació en los años noventa, debido a una conciencia social sobre el agotamiento de recursos del planeta. Se caracteriza por un diseño arquitectónico respetuoso con el medio ambiente y la optimización de los recursos.

Sus principales representantes son: Thomas Herzog y Kenneth Yeang.

- **Arquitectura del reciclaje**

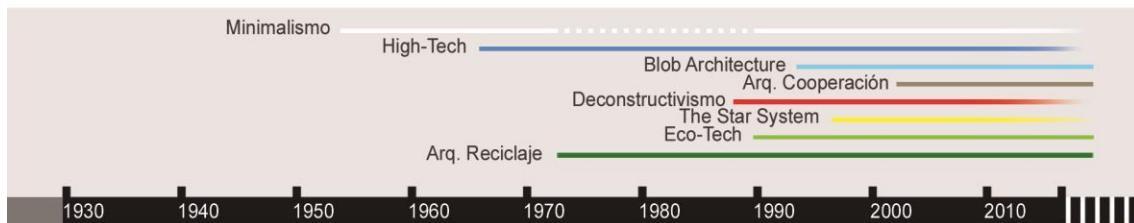


Ilustración 15 Línea temporal origen de cada movimiento arquitectónico. Diego Cuadrado Domínguez. “Principios y mecanismos de ideación de la arquitectura del siglo XXI” UPV.

Es cierto, que hay veces que es difícil incluir una obra en alguno de los anteriores movimientos, ya que es posible que tenga características y similitudes de varios a la vez.

4.2.3 Contexto Urbanístico

Tras las décadas de transformación urbana anteriormente nombradas, los años ochenta supusieron un momento de estabilidad. En estos años, concretamente en 1988, se aprobó el *Plan General de Ordenación Urbana* (PGOU 1988) vigente todavía hoy en día. Este plan supuso el ajardinamiento del antiguo cauce del río Turia, la rehabilitación del casco antiguo (Plan RIVA), el parque Central, la Ciudad de las Artes y las Ciencias, etc.³¹

Durante la década de los noventa, se utilizó la legislación urbanística autonómica para urbanizar bolsas de suelo sin ocupar con los llamados *Planes de Actuación Integrada* (PAI). Con estos planes, Valencia dispone al comenzar el año 2000, según Boira, *más de tres millones de metros cuadrados de suelo urbano en marcha y casi 24.000 nuevas*

³¹ Inmaculada López Liñán. “Valencia. Ciudad globalizada: Movimientos sociales, arte comprometido y activismo desde finales del siglo XX hasta la primera década del tercer milenio”. UPV. Valencia, 2016.

viviendas distribuidas en los distintos PAIs en ejecución. Este aumento residencial no se hallaba acorde con los datos demográficos, ya que la población iba en disminución.³²



Ilustración 16 Edificios construidos hasta 2004. Rafael R. Temes Córdovez. “El tapiz de Penélope. Transformaciones residenciales sobre tejidos sin valor patrimonial”. UPV, departamento de Urbanismo. Valencia, 2007.

Para centrarnos un poco más en profundidad, vamos a analizar el barrio en el que se ubica nuestro edificio. Este barrio es el de Velluters.

Entre los años 50 y 80 el barrio sufrió un proceso de degradación hasta que empezó a nombrarse como el barrio chino. A partir de la década de 1980, con la llegada de la droga al barrio, empezaron a desaparecer los comercios tradicionales y el cierre de locales. Se produjo una fuerte despoblación, la cual se iba en busca de una mejor residencia.³³

³² Josep Vicent Boira i Maiques. “El siglo XX: la ciudad de Valencia se transforma” Universitat de Valencia. Valencia, 2002.

³³ Adrián Torres Astaburuaga. “Velluters, pasado, presente y ¿futuro? Análisis sinóptico y propuesta de regeneración del barrio de Velluters de Valencia a través de sus espacios y edificios en desuso. UPC. Barcelona, 2012.



Debido al constante deterioro, en 1984 se creó el *Plan de Protección del Barrio de Velluters* (PEP). Se trataba de una actuación para proteger el Patrimonio Histórico y Artístico.

En 1991, se creó el *Plan Especial de Protección y Reforma Interior del Barrio de Velluters* (PEPRI). En él se proyectó un nuevo eje desde la calle Quart a la calle Hospital. En este nuevo eje se proyectó una serie de espacios libres para unir la biblioteca del Hospital con las Escuelas Pías.

Con el PREPI sin aprobar, en 1992, se acordó un convenio para la Intervención en el Centro Histórico, denominado *Plan RIVA*. La idea principal de este plan era la integración de los barrios entre sí y con el resto de la ciudad. Los objetivos se centraban en la conservación y rehabilitación del patrimonio, además de actuaciones públicas mediante el Instituto Valenciano de la Vivienda.³⁴

Se creó el Instituto Valenciano de la Vivienda (IVVSA) en 1987 debido a las nuevas competencias en vivienda atribuidas por el Estado a la Comunidad Valenciana. Tenía como objetivo social la rehabilitación y promoción de viviendas de protección oficial.

La primera etapa, hasta el año 1999, el instituto se centró en cubrir las necesidades de un sector cada vez más amplio de la sociedad que no tenía medios de acceder al mercado de vivienda libre.

En la segunda etapa, se empezó a abordar una arquitectura más adaptada a una sociedad de minorías y a aparecer un cambio de sistema de adjudicación de proyectos decantándose por la adjudicación mediante concursos. De esta manera cualquier arquitecto que trabajaba dentro de la Comunidad Valenciana podía presentarse a dichos concursos, no prevaleciendo el currículum de los arquitectos.

En cuanto a la sociedad de minorías, el IVVSA promociona actuaciones de viviendas con un único dormitorio destinadas a los colectivos de jóvenes y mayores de 65 años.³⁵

³⁴ Adrián Torres Astaburuaga. "Velluters, pasado, presente y ¿futuro? Análisis sinóptico y propuesta de regeneración del barrio de Velluters de Valencia a través de sus espacios y edificios en desuso. UPC. Barcelona, 2012.

³⁵ Este es el caso del proyecto de 26+8 Viviendas de protección oficial en el barrio de Velluters en 2005, uno de los dos edificios a comparar en el presente trabajo.

En lo referente a la ubicación de los proyectos, en una primera fase se centraron en la periferia urbana para más tarde, comenzar a rellenar los huecos de la trama urbana consolidada. Esto vino impulsado por el *Plan de Rehabilitación Integral de Valencia* (RIBA) que se puso en marcha en 1998 para mejorar el abandono al que se llegó durante la segunda mitad del siglo XX de Ciutat Vella.³⁶

4.2.4 Contexto Constructivo

Valencia es una ciudad de hormigón armado. El 50% de los edificios construidos tienen como solución estructural el hormigón armado y entre el 75-80% de las viviendas de la ciudad utilizan también esta solución.

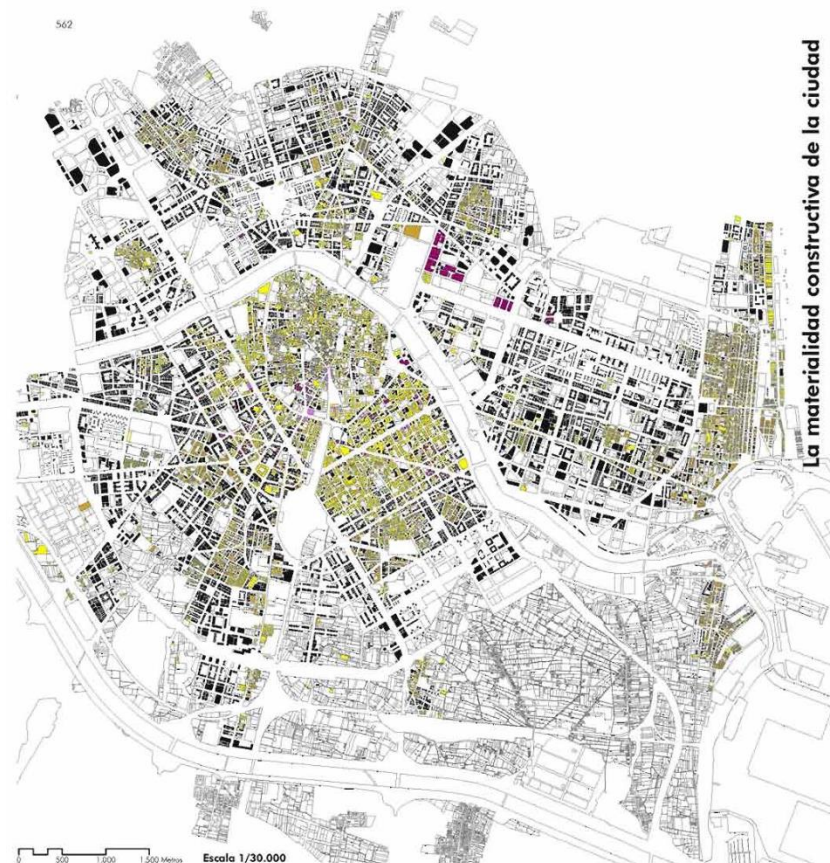


Ilustración 17 Materialidad construida. En negro edificios con estructura de hormigón. Rafael R. Temes Córdovez. “El tapiz de Penélope. Transformaciones residenciales sobre tejidos sin valor patrimonial”. UPV, departamento de Urbanismo. Valencia, 2007.

³⁶ Gastón Carceller Costell. “Tardomodernidad y vivienda social: El caso de la comunidad Valenciana, 1990-2010”: UPV. Valencia, 2013-2014.



Temes afirma que *“la ciudad que se construye hoy en día es mucho más homogénea constructivamente que la realizada en la década de los cincuenta. Esto se debe a la diversidad de sistemas estructurales utilizados en aquella época (sistemas tradicionales, estructuras metálicas, sistemas mixtos y sistemas porticados de hormigón armado) en contra del uso predominante de sistemas de hormigón armado que se dan en la actualidad”*.

La generalización del uso del hormigón armado es tal que hasta para pequeños volúmenes que son más competitivos otros métodos más tradicionales se usa el hormigón armado.³⁷

A partir de la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad, la evolución del hormigón ha dado un gran salto gracias a la velocidad de la investigación y los descubrimientos en esta materia. Uno de los impulsores que ha dado lugar a esta evolución y a la creación de nuevos hormigones es la potenciación de determinadas características del hormigón con nuevos aditivos. Es posible actuar sobre 4 parámetros para hacer diferentes hormigones; esos parámetros son: la consistencia y la trabajabilidad, la durabilidad, sus propiedades físicas y su aspecto exterior. Algunos de estos nuevos hormigones son:

- **Hormigón autocompactante.** Se consigue mediante la utilización de fluidificantes.
- **Hormigón con fibras.** Se obtiene mezclándose con fibras cortas metálicas, de polipropileno o fibra de vidrio. Se utiliza para pavimentos, túneles, láminas de cubiertas (L'Oceanogràfic de Valencia), etc.
- **Hormigón reciclado.** Se obtiene mezclándose con áridos gruesos procedentes procedentes del machaqueo de residuos del hormigón.
- **Hormigón celular o aireado.** Se obtiene agregando a la mezcla una gran cantidad de aire. Es un buen aislante térmico.
- **Hormigón traslúcido.** Se obtiene mezclando fibra de vidrio con la mezcla.
- **Microhormigón.** Es uno de los que más altas prestaciones tiene.
- **Hormigón permeable.** Se obtiene empleando áridos de gran tamaño en la mezcla. Se encuentra aún en proceso de desarrollo.

³⁷ Rafael R. Temes Córdovez, “la introducción del hormigón armado y su uso como sistema estructural de la vivienda en España. El caso concreto de la ciudad de Valencia”.

- **Hormigón ciclópeo.** Se emplea en la fabricación de muros de contención.
- **Hormigón de alta densidad.** Se obtiene con áridos de densidades superiores a las comunes. Se emplea para blindar estructuras y proteger instalaciones frente a la radiación.



Ilustración 18 De izquierda a derecha: Hormigón con fibras; Cubierta L'Oceanográfico de Valencia realizado con hormigón con fibras; hormigón translúcido; Muro de contención realizado con hormigón ciclópeo. <https://www.google.es/>

- **Sistema estructural y cimentación**

El sistema estructural de hormigón armado sigue siendo el más común en la construcción.

En cuanto a la cimentación, a partir de la Instrucción de 1968, se regularon las zapatas flexibles y rígidas, ya sin ensanchamiento en el encuentro y mejorando el cálculo de estas.³⁸

- **Forjados**

Hoy en día el mercado ofrece muchísimos tipos de forjados para elegir en obras de edificación.

Se siguen utilizando los forjados con viguetas o semiviguetas prefabricadas de hormigón armado y piezas de entrevigado de cerámica, yeso o hormigón.

Pero encontramos muchísimas más tipologías como puede ser: Losa maciza, forjado reticular con casetones, forjados prefabricados como losas alveolares o prelosas, forjados de chapa colaborante, etc.

³⁸ Rafael R. Temes Córdovez, “la introducción del hormigón armado y su uso como sistema estructural de la vivienda en España. El caso concreto de la ciudad de Valencia”.

- **Cubierta**

Para bloques de viviendas se siguen utilizando las cubiertas planas por lo general. Estas pueden ser transitables o no transitables, pero normalmente en Valencia se utiliza la cubierta ventilada a la Catalana aunque existen multitud de tipos como: cubierta caliente transitable, cubierta invertida, cubierta ajardinada, cubierta inundada, cubierta autoprottegida, etc.

- **Cerramientos y acabados**

La estructura de hormigón armado deja libre la fachada igual que en el período anterior permitiendo mayores dimensiones de las carpinterías. El cerramiento de fachada puede seguir siendo de ladrillos, pero también, puede ser un muro de hormigón prefabricado, etc.

En cuanto a la tabiquería interior, puede seguir siendo de ladrillo mecánico perforado entre 7 y 10 centímetros de espesor, enlucidos y pintados, pero también es muy habitual, y cada vez más, que sean placas de cartón yeso incluyendo el acabado.

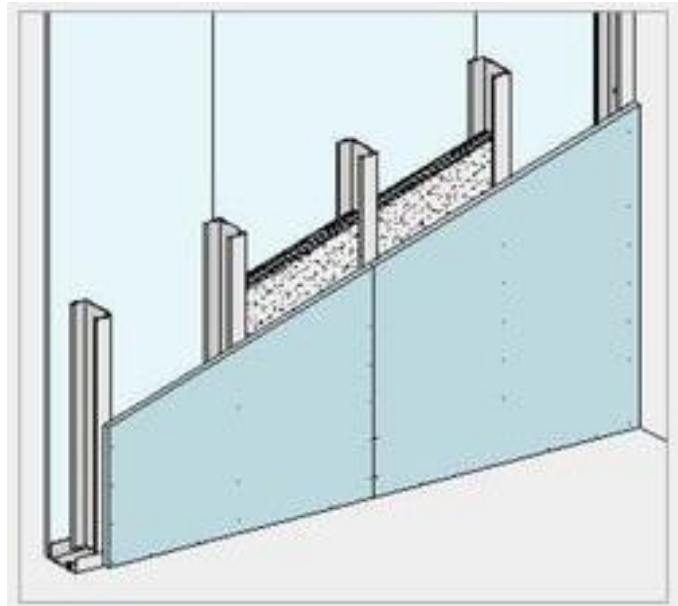


Ilustración 19 Tabique knauf con estructura metálica. <http://www.knauf.es>

4.2.5 Contexto Normativo

En 1961, el Instituto Eduardo Torroja publicó la HA-61, la *Instrucción especial para estructuras de hormigón armado*. Nunca fue de obligado cumplimiento pero los técnicos españoles la utilizaron mucho.

Siete años después, en 1968, se aprueba la *Instrucción para el Proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado* o HA-68. Esta normativa coexistió con las normativas anteriores hasta finalmente imponerse y ser de obligado cumplimiento con la actualización HA-73.

En la HA-68 se introduce por primera vez la teoría de los Estados Límite Últimos que fue desarrollado por Torroja y Páez.

El gran cambio se produce en la HA-73, donde la teoría de Estados Límite ya se encuentra bien definida y donde se incorporan los coeficientes de seguridad: coeficientes de mayoración de cargas y coeficientes de minoración de resistencia.

A la HA-73 le siguen otras series de instrucciones hasta la EHE 08, *Instrucción española de hormigón estructural*, que es la que se encuentra en vigor en la actualidad.³⁹

En 1977, el Gobierno decidió crear una normativa unificada para todas ellas que estuvieran relacionadas con la edificación. De esta manera, se crearon las *Normas Básicas de la Edificación* (NBE), que sustituyeron a las antiguas *normas MV*. A las NBE se le añadieron las *Normas Tecnológicas de la Edificación* (NTE) y las *Soluciones Homologadas de la Edificación* (SHE). Las normas NTE no tenían obligatoriedad y servían como apoyo a las NBE. En cambio, las SHE no se llegaron a desarrollar.⁴⁰

En el año 2000, entró en vigor la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE). Según la página del CTE, la LOE *“tiene como objetivo regular en sus aspectos esenciales el proceso de la edificación, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso, así como las garantías necesarias para el adecuado desarrollo del mismo, con el fin de asegurar la calidad mediante el cumplimiento de los requisitos básicos de los edificios y la adecuada protección de los intereses de los usuarios”*.

³⁹ En el edificio elegido, al ser del año 2005, se sigue la norma *EHE Instrucción del hormigón estructural anterior a la EHE-98*

⁴⁰ <https://www.codigotecnico.org>

La LOE autorizó al Gobierno para la creación de un *Código Técnico de la Edificación*, el cual unificó todas las normativas anteriores a este. El CTE se aprobó en el años 2006 y plasma los objetivos de la LOE de una lenguaje más técnico.⁴¹⁴²

Cuadro resumen de la evolución de normativas y eventos afines sobre estructuras de edificación en España				
Año	Ladrillo	Acero	H. Armado	H. Pretensado
Anterior a 1939	Ausencia de normativas específicas Se utilizan tratados extranjeros, Vacchelli, Kersten, Saliger, referencias a normativas europeas, Instrucciones Reglamentarias de Ingeniería Militar y singularmente la influencia de grandes personalidades como D. Eduardo Torroja, D. Eugenio Ribera y el profesor Basegoda Musté			
1939			1ª Instrucción de hormigón -1939	
1940-41		Normas para el cálculo y ejec. de estruc. metálicas, h. armado y forjad. de ladrillo armado		
1944		Revisión de las normas de 1940-41		
1953	Apación de la Norma UNE 24003			
1958			Primer Tomo HA del Instituto Torroja	
1961			HA-61. I. Torroja No obligatoria	
1962	Aparecen las MV. La primera: Acciones en la Edificación MV 101-1962			
1963			Surge la Comisión Permanente del Hormigón CPH	
1966		Ejecución ST acero MV-104-1966		
1967		Roblones MV-105-1967		
1968		Tornillos MV 106 y 107 -1968	Publicación del decreto de creación de la CPH	
			EH-68, Obligatoria	
Aparece la PGS-1 Norma sismorresistente para todo tipo de construcciones				
Aparecen las Normas Tecnológicas de la Edificación NTE				
1972	Muros resistentes MV 201-1972	Cálculo ST acero MV-103-1972	Instrucción sobre fabricación y suministro de hormigón preparado EHPRE-72	
			EH-73 norma puntera en Europa	
1974	PDS-1 1974 Norma Sismorresistente			
1975		Perfiles acero MV-102-1975		
1976		Perfiles huecos MV-108-1976		
1977	Aparecen las NBE Normas Básicas de la Edificación			EP-77 primera regulación del HP
1980			EH-80 desarrolla ligeramente la EH-73	EP-80 ligeras modificaciones de la EP-77
1982			EH-82 ligeros matices sobre la EH-80	
1988			EH-88 ligeros matices sobre la EH-82	
			Instrucción sobre forjados de h. armado y pretensado EF-88	
Acciones en la edificación NBE-AE- 88				
1990	Muros Resistentes NBE-FL-90			
1993				EP-93 revisión de la anterior EP
1994	NCSE-94 Norma de Construcción Sismorresistente			
1995		Estructuras de Acero NBE-EA-95		
1998			Instrucción de Hormigón Estructural EHE	

Tabla 2 Cuadro resumen evolución normativa. Juan Roldán Ruiz. "Evaluación de sobrecargas de uso de vivienda en estructuras de edificación". UPV. Valencia, 2002.

⁴¹ Al igual que pasa con la EHE-08, nuestro edificio no llegó a basarse en el CTE, aunque sí que estaba ya aprobada la LOE, y fueron las NBE junto con las NTE las que rigieron la normativa de este.

⁴² <https://www.google.es/>

5 Elección edificios analizados

Como ya hemos dicho en puntos anteriores, para la comparación de los dos edificios de vivienda elegidos es necesario que tengan algunas características en común y así, poder llegar a una conclusión con esta investigación.

Antes de la elección de los edificios tomamos algunos puntos de partida que son los siguientes:

- El material estructural será el hormigón armado.
- Deben ser edificios de promoción pública o de cooperativas que tengan algún tipo de protección pública y destinadas para personas con renta limitada.
- Deben ser edificios cuya implantación no tenga grandes condicionantes impuestos por la geometría del solar, las condiciones del terreno, la topografía, etc.

Con estos datos de partida e investigando en fuentes escritas, se ha llegado a la elección del Grupo Santa María Micaela, como edificio de los años cincuenta, y 34 Viviendas protegidas en Velluters, como edificio actual.

Con los edificios ya definidos podemos añadir más características en común a las anteriores nombradas. Son las siguientes:

- Acceso a viviendas por corredor exterior
- Viviendas simples y dúplex
- Planta baja destinada a locales comerciales
- Tipología estructural
- Tipo de forjado

Procedemos a comentar cada edificio y sus arquitectos.

5.2 Grupo Santa María Micaela

El grupo Santa María Micaela es el resultado del encargo por parte de la Cooperativa de Agentes comerciales a Salvador Artal, proyectado por él en el año 1958 y construido entre este y 1961.

Se sitúa en un solar de esquina de una manzana de ensanche, con fachada a la Avenida Pérez Galdós y la calle Santa María Micaela, dando a esta calle su acceso. Supuso una importante alteración urbanística respecto al planeamiento municipal, que contemplaba una solución típica de manzana cerrada.



Ilustración 20 Situación edificio

Artal describía el proyecto así:

A pesar de que todo el solar fuese edificable, agrupé las viviendas en tres bloques, dos altos de doce plantas y un bajo de dos plantas, recayendo al lado Sur, dejando el resto del solar para jardines. Esta variación de volúmenes y alteración de las ordenanzas municipales fueron aprobadas por el Ayuntamiento de Valencia. Con la colocación de los bloques de esta forma conseguí:

- a) Buen soleamiento de las viviendas y buenas vistas. Todos los ambientes habitables son exteriores.*
- b) Mayor número de viviendas.*
- c) Liberación de terreno para espacios abiertos, para recreación de los inquilinos.*

d) *Centralización de servicios, porterías, instalaciones...*

La entrada al grupo se efectúa por un acceso único situado en el bloque bajo. A través del jardín, y bajo pasos cubiertos, se llega a los otros bloques.⁴³

Todos los edificios, además del número de plantas descritos por Artal, cuentan con planta baja destinada a locales comerciales y un subsuelo para las instalaciones.

Las viviendas de los bloques altos son dúplex con acceso por un corredor exterior y las viviendas del bloque bajo son de una única planta y se accede por una galería – corredor abierto al jardín central. Las viviendas constan de tres o cuatro dormitorios, con una superficie que varía entre 120 y 159 m².

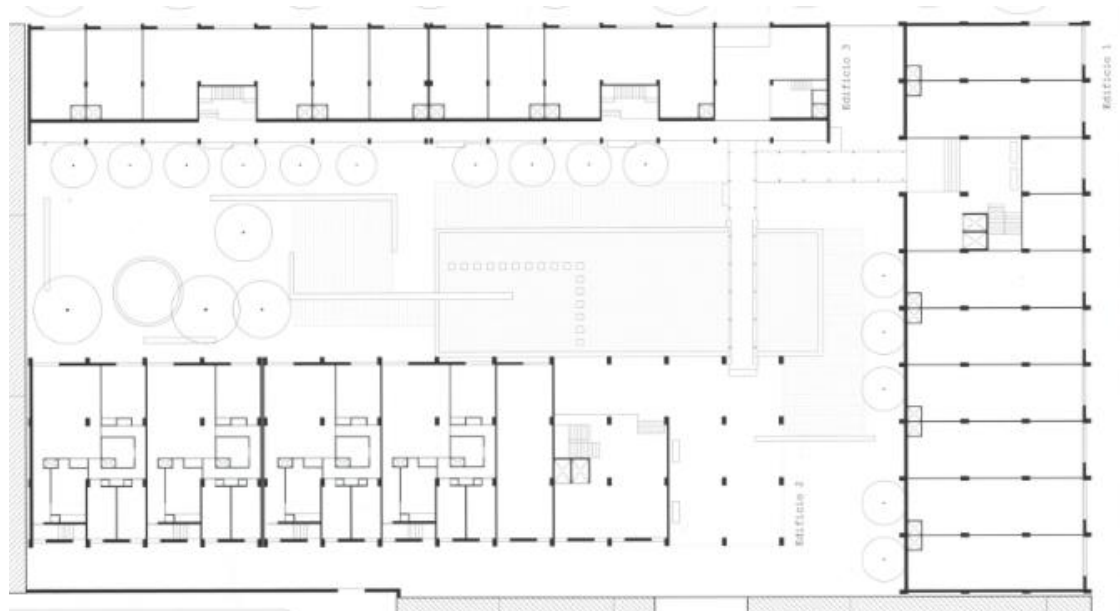


Ilustración 21 Planta ordenación. Espegel, C y Cánovas Alcaraz, A. “Complejo Residencial Santa María Micaela. Santiago Artal Ríos. (Valencia, 1958-1961)”.2010.

- **Santiago Artal Ríos**

Era hijo del arquitecto Emilio Artal. Al estallar la Guerra Civil se exilian en Argentina pero en 1947 vuelven a Valencia y Artal empezó a estudiar arquitectura en Madrid. Se tituló en 1957 y colaboró con su padre en alguna de sus obras.

⁴³ C Espegel y A Cánovas Alcaraz. “Complejo residencial Santa María Micaela. Santiago Artal Ríos. Valencia, 1958-1961”. 2010.



Su primer trabajo fue el edificio del estudio, Santa María Micaela. Después proyecta dos nuevos grupos residenciales para la misma cooperativa pero no se llegaron a construir. Incomprendido se fue a trabajar a Londres.

Finalmente, en 1964 proyectó su última obra, unos apartamentos en Xabia y con 35 años decide apartarse definitivamente de la arquitectura.

5.3 26 + 8 Viviendas protegidas en Velluters

Este edificio es el resultado del II Concurso Anteproyectos IVVSA por parte del equipo Saez + Viguera, construido en el año 2005.

Situado en el barrio de Velluters, concretamente entre la calle Carrasquer y la calle Quart, se trata de un solar alargado con un ancho más o menos constante. Su acceso principal se da en la calle Quart, ya que es la calle más transitada, encontrando un segundo acceso en el lado largo del solar.



Ilustración 22 Situación edificio. Documentación aportada al alumno por Saez + Viguera arquitectos

El edificio consta de planta sótano, planta baja más cuatro plantas. La planta sótano está destinada para aparcamientos y trasteros, la planta baja para locales comerciales y el resto de plantas para viviendas.

Aparece un corredor interior en planta primera, de uso privado pero con un marcado carácter público de relación entre los residentes, que da acceso a todas las viviendas.

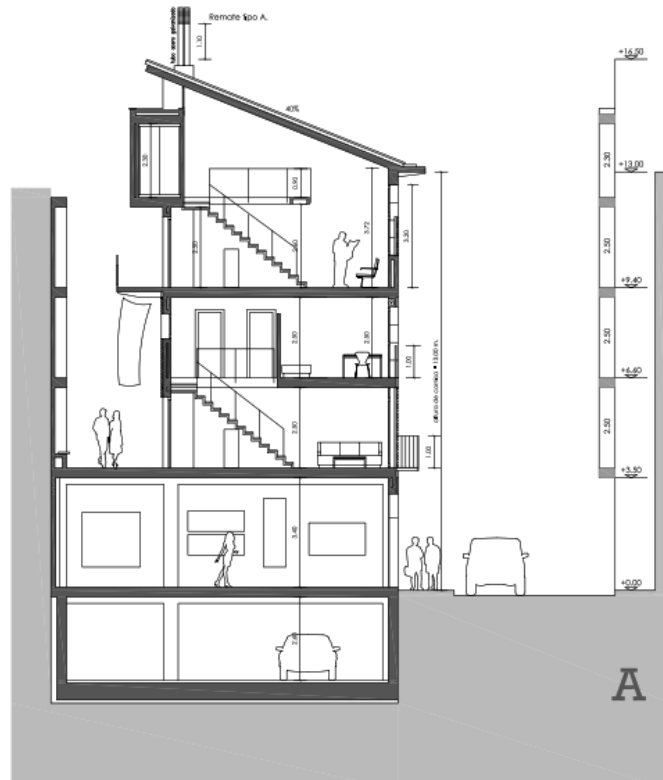


Ilustración 23 Sección trasversal. Documentación aportada al alumno por Saez + Viguera arquitectos.

Encontramos varias tipologías de vivienda, predominando la vivienda en dúplex. Son apartamentos de menos de 70 metros útiles, que se dividen en dos zonas: una primera zona junto a la calle exterior, variable y acorde con las necesidades de una vivienda joven y una segunda zona adosada al corredor interior, que contiene los núcleos húmedos y de almacenaje.

- **Sáez + Viguera arquitectos**

Equipo creado por José Luis Sáez y Francisco Viguera Marín-Baldo, están establecidos desde 1997 en Puerto de Sagunto. Realizan proyectos arquitectónicos de todo tipo, desde reformas hasta gestión urbanística. Han ganados algunos premios como pueden ser:

- Primer premio Casal Jove en Sagunto (2004) por el Ayuntamiento de Sagunto.
- Primer premio 34 Viviendas P.O. para alquiler Joven (2000) por IVVSA.
- Segundo premio Concurso Internacional de Arquitectura Barrio Avanzado. Toledo (2009) por Conserjería de Vivienda de Castilla La Mancha.

6 Cálculo de flechas

En la actualidad, la flecha puede ser obtenida con bastante exactitud mediante métodos generales de cálculo basados en la doble integración de las curvaturas a lo largo de la pieza. Este cálculo precisa de una serie de variables que no son conocidas de antemano y deben ser estimadas.

Por lo tanto, debido a la aleatoriedad de las variables en los cálculos junto con los complicados que son los métodos generales, se suelen utilizar métodos simplificados para el cálculo de flechas.

El método simplificado de cálculo calcula la flecha total como la suma de una flecha instantánea más una diferida, tal y como se detalla a continuación.

- **Flecha instantánea:** *es la flecha que se produce en el instante en que se aplica la carga. Para su cálculo se considera que el comportamiento de la pieza es elástico, isótropo y homogéneo, aplicándose, en consecuencia, las fórmulas clásicas de la Resistencia de Materiales”.*

$$f_i = \alpha \frac{M_a l^2}{E_c I_e}$$

Donde,

M_a = Momento actuante en servicio en la sección de momento máximo.

l = Luz de la viga.

E_c = Módulo de deformación del hormigón

I_e = Momento de inercia de la viga

α = Coeficiente que depende del tipo de carga y de las condiciones de apoyo.

- **Flecha diferida:** *es el incremento de la flecha que se va produciendo tras la deformación instantánea si se mantiene aplicada una carga a lo largo del tiempo. Es decir, “la flecha producida por las cargas de larga duración debido a los fenómenos de fluencia y retracción”.*

$$f_d = \lambda f_i$$
$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50\rho'}$$

Donde:

ρ' = Cuantía geométrica de la armadura de compresión (A_{s2}) referida al área de la sección útil del hormigón ($b \cdot d$), en el centro de vano en vigas apoyadas o continuas y en el apoyo en vigas de voladizo.

ξ = Coeficiente que tiene en cuenta la evolución de las deformaciones diferidas suponiendo una edad de puesta en carga del hormigón $j = 0$ días.

Como el cálculo se hace en servicio, se toman coeficientes de mayoración de acciones y de minoración de resistencias iguales a 1. En cuanto a la combinación de acciones se toman las siguientes:

- En flechas instantáneas se considera la combinación de acciones poco probable o característica.
- En flechas diferidas se considera la combinación de acciones cuasipermanente.

Los valores máximos admisibles de las flechas dependen del tipo y función de la estructura, de las condiciones funcionales que deba satisfacer y de las condiciones que pueden imponer otros elementos no estructurales que se apoyan en ella. Por todo ello es difícil establecer unos valores límite generales, debiendo, por lo tanto, definirse en cada caso según las características particulares correspondientes.

En general, en edificaciones normales, a falta de exigencias más precisas que resulten de condiciones particulares, la EHE y el CTE establecen como valor límite para la flecha total el más desfavorable de los dos siguientes:

$$f_{tot} \leq \begin{cases} \frac{L}{250} \\ \frac{L}{500} + I \end{cases}$$

En las expresiones anteriores L hace referencia a la luz del elemento estructural.

Con todo ello se observa como la deformación aumenta ante:



- el incremento de las cargas, y con ellas de las solicitaciones.
- el incremento de las luces de los elementos estructurales.
- el descenso del módulo de deformación del hormigón, valor que varía con la edad del material.
- el descenso del momento de inercia de la sección considerada (menor si se considera la sección homogeneizada fisurada que si se considera la sección bruta sin más).

Toda la información del cálculo de flecha se ha tomado de los apuntes de *Construcción III. Lección 17, E.L.S. de deformación. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2015.*

7 Síntesis de la comparación

Como recapitulación de los datos obtenidos a partir de la comparación de los edificios de viviendas de Santa María Micaela y 26 Viviendas de Protección Oficial en Velluters, encontramos:

- La evolución de la normativa ha supuesto:
 - Exigir más documentación y esta sea más detallada
 - A partir de la EH-88 se define el momento de inercia de la sección que hay que utilizar para el cálculo de flecha, siendo esta la sección homogeneizada (incluyendo las armaduras) y no la sección bruta como se realizaba en normativas anteriores. Esto junto con tener en cuenta la fisuración del hormigón permitieron un cálculo de flecha mucho más preciso.
 - Pasar de tener unas normas de hormigón basadas en la “teoría clásica” a estar basadas en la “teoría de estados límites” permitiendo unos cálculos más precisos que ayudaron a reducir secciones y cargas.
- Un cambio de la tipología de vivienda, pasando de unas viviendas muy compartimentadas a unas viviendas con estancias amplias, sin límites definidos y con distintos usos. Esta unión de usos y la necesidad de estancias más amplias llevan a mayores distancias entre pilares y por consiguiente un aumento de luces. Como resultado, esto se traduce en un aumento de flecha.
- Aumento considerable de las luces de proyecto a lo largo de la evolución constructiva. Puede deberse a la existencia en planta baja o planta sótano de un garaje o como bien hemos dicho antes, de la evolución de la vivienda con la reducción de su compartimentación. Se ha pasado de luces que rondaban los 4 metros a luces de 6 metros o incluso mayores, lo que se traduce en un aumento de la flecha.



- Era habitual que el cerramiento y la tabiquería fueran continuos en todas las plantas. Con la estructura de hormigón armado estos dejan de tener función estructural secundaria y ya no es necesaria su continuidad para ayudar a transmitir las cargas. De esta forma los forjados y las vigas han perdido su coacción al movimiento impuesta por la tabiquería, con lo que las deformaciones experimentadas son mayores.
- Evolución de las secciones de viga, pasando de vigas de canto a vigas planas para dar mayor libertad de disposición de las tabiquerías. Además existe también una reducción de las secciones gracias a las mejoras en los cálculos. Al tener menor sección tenemos menor momento de inercia y por tanto, mayores deformaciones en vigas por flexión y mayores flechas.
- Aumento de las resistencias del hormigón y del acero gracias a la calidad de los materiales, mientras que los coeficientes de minoración se reducen. Se produce así, una reducción de los cantos de las piezas y de la armadura necesaria y por tanto, una reducción del momento de inercia equivalente de la pieza, lo que genera mayores deformaciones.
- Aumento del valor de las cargas y por consiguiente un aumento de momentos que origina un aumento en las dimensiones de las piezas.
- Actualmente, la mejor calidad y control de los materiales constructivos utilizados ha supuesto el aumento de la resistencia de los hormigones y aceros. Con el empleo de aceros de alta resistencia se produce una reducción del momento de inercia debido a la menor sección de armaduras y un incremento del ancho de fisura por lo que se producen mayores deformaciones en condiciones de servicio.

8 Conclusiones

El presente análisis comparativo ha permitido demostrar como los cambios en el diseño estructural, constructivos y respecto al diseño arquitectónico que se han ido produciendo en España durante el último medio siglo han provocado el aumento de deformaciones en las estructuras de edificación. Dichos cambios, además, han podido verse reflejados en los dos edificios tipo escogidos para su comparación.

Se ha comprobado con los ejemplos elegidos como el aumento de flecha es debida a la reducción de los coeficientes de seguridad, el aumento de las luces, el empleo de mejores materiales, la reducción de las dimensiones de las piezas, etc.

Cabe destacar que, a pesar de haber detectado esta evolución con el análisis de ambos edificios y sus proyectos, no se ha podido constatar la existencia de ninguna patología⁴⁴ que pueda estar relacionada con la excesiva deformación de la estructura, sobre todo en el más actual, que como se ha podido constatar es, en principio, el “más deformable” de ambos.

⁴⁴ El aumento de la deformación de la estructura suele producir, con carácter general:

- Flechas horizontales excesivas producidas por acciones de viento, con riesgo para cerramientos y tabiquerías.
- Flechas verticales excesivas sin riesgo para los elementos no estructurales pero que producen un mal efecto estético.
- Flechas verticales excesivas sin riesgo para los elementos no estructurales y sin producir mal efecto estético, dificultan la eliminación de agua en las cubiertas.
- Vibraciones que resultan molestas para las personas y perjudiciales para las instalaciones del edificio.



9 Bibliografía

- Adrián Torres Astaburuaga. “Velluters, pasado, presente y ¿futuro? Análisis sinóptico y propuesta de regeneración del barrio de Velluters de Valencia a través de sus espacios y edificios en desuso. UPC. Barcelona, 2012.
- Ángel F Nistal Cordero, M^a Jesús Retana Maqueda, M^a Teresa Ruíz Abrio. “El hormigón: Historia, Antecedentes en obras y factores indicativos de su resistencia”. Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid.
- C Espegel y A Cánovas Alcaraz. “Complejo residencial Santa María Micaela. Santiago Artal Ríos. Valencia, 1958-1961”. 2010.
- Carles Romea. “El hormigón: Breve reseña histórica de un material milenario”. UPC, Barcelona, 2014.
- Construcción III. “Lección 17, E.L.S de deformación”. UPV. Valencia, 2015.
- David Sánchez Muñoz. “Arquitectura en Valencia (1939-1957). Universidad de Valencia, departamento de Historia del Arte. Valencia, 2011.
- Diego Cuadrado Domínguez. “Principios y Mecanismos de Ideación de la Arquitectura del siglo XXI”. UPV. Valencia.
- Difusora Internacional. “Imágenes y recuerdos. 1949-1960. Tiempo de satélites”.
- Empar Marco Serrano. “Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia”. UPV, Valencia, 2013.
- F. Javier Corina Maruenda. “Fotografía de arquitectura del movimiento moderno en Valencia (1925-1965). Casos paradigmáticos”. UPV. Valencia, 2016.
- Fernando Gaja. “La promoción pública de la vivienda en Valencia (1936-1976)”. Generalitat Valenciana, Conselleria d’Obres Públiques, Urbanisme i Transports. Valencia, 1989.
- Francisco Gil Carrillo. “Evolución y consecuencias de las deformaciones en las estructuras de hormigón armado”. UPM. Madrid.
-



- Francisco José Domouso de Alba. “Introducción del hormigón armado en España: razón constructiva de su evolución” UPM. Madrid, 2015.
- Gastón Carceller Costell. “Tardomodernidad y vivienda social: El caso de la comunidad Valenciana, 1990-2010”: UPV. Valencia, 2013-2014.
- ICARO CTAV. “Guía de arquitectura de Valencia”. Colegio territorial de arquitectos de Valencia e Instituto valenciano de la edificación, Valencia, 2007.
- Inmaculada López Liñán. “Valencia. Ciudad globalizada: Movimientos sociales, arte comprometido y activismo desde finales del siglo XX hasta la primera década del tercer milenio”. UPV. Valencia, 2016.
- IVVSA. “IVVSA 20 años de arquitectura residencial”. Generalitat Valenciana. Valencia, 2009.
- J Sanchis Cuesta, A Serrano Lanzarote, R Temes Córdovez, Generalit Valenciana. “VLC_GV: Historias vividas. Grupo de viviendas en Valencia, 1900-1980”. Valencia, 2016.
- J. José Lahuerta, J. Miguel Ochotorena, J.Manuel Pozo y Carlos Sambricio. Actas del congreso internacional “Los años 50: La arquitectura española y su compromiso con la historia. ETSA de Navarra. Pamplona, 2000.
- Javier Pérez Igualada. “La ciudad de la Edificación Abierta. Valencia”. UPV, Valencia, 2015.
- Javier Pérez Igualada. “La introducción de la Edificación Abierta en Valencia”. UPV, Valencia, 2012.
- José M. Fran Bretones. “Técnicas de Rehabilitación, soluciones específicas a las lesiones existentes en los inmuebles del ensanche de Valencia de 1887”. UPV, Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Valencia, 1990.
- Josep Vicent Boira i Maiques. “El siglo XX: la ciudad de Valencia se transforma” Universitat de Valencia. Valencia, 2002.
- Juan Roldán Ruiz. “Evaluación de sobrecargas de uso de vivienda en estructuras de edificación”. UPV. Valencia, 2002.
- Luis Sanzo González. “La crisis de principios del siglo XXI en España”. 2013.
- Martin Peck. “El hormigón como material”.
-



- Rafael R. Temes Cordovez, “la introducción del hormigón armado y su uso como sistema estructural de la vivienda en España. El caso concreto de la ciudad de Valencia”.
- Rafael R. Temes Cordovez. “El tapiz de Penélope. Transformaciones residenciales sobre tejidos sin valor patrimonial”. UPV, departamento de Urbanismo. Valencia, 2007.
- Tania Pamies Rahal. “Evolución del conocimiento del hormigón estructural hasta 1970”. UPM. Madrid, 2011.

10 Cibergrafía

- <http://conceptodefinicion.de>
- <http://www.codigotecnico.org>
- <http://www.historiasiglo20.org>
- <http://www.infolibre.es> . Marta Valverde. “España años 50: la miseria que captó el objetivo de Carlos Saura”. 25/08/2016.
- <http://www.rae.es>
- <http://www.saezvigueras.es>
- <http://www.sanahujaparteners.com>
- <https://www.fomento.gob.es>

