

El campanario de San Félix, una obra del siglo XVI

Miquel Àngel Chamorro Trenado

En la ciudad de Girona encontramos dos edificios, ambos religiosos, que destacan dentro del casco viejo de la ciudad: la catedral y la ex-colegiata de San Félix. Estos edificios sobresalen por su majestuosidad y grandeza, que enseguida observa el viajero que llega a nuestra ciudad, así como por su incuestionable valor artístico. La catedral es un edificio muy conocido ya que se trata de una de las joyas del gótico catalán con su impresionante nave única de 22,80 m. Por su parte, la ex-colegiata de San Félix, situada extramuros de la ciudad, no llega a tener la importancia —podríamos decir popularidad— de la catedral.

Aunque no se le dé esta importancia, desde mi punto de vista, es un edificio tan singular que bien merece que le prestemos un poco de atención. Se trata de una iglesia donde se mezclan el estilo románico y el gótico ya que para la construcción del actual edificio se respetó el edificio románico existente que aún no estaba totalmente terminado. Parece ser que en el lugar donde se encuentra la ex-colegiata se encontraría el *martyrium*, mausoleo o templo dedicado al santo patrón de Girona: San Félix.¹ Este último extremo esperamos que se pueda confirmar con las excavaciones que tendrán lugar en el templo durante el presente año.

Dentro de la singularidad a la que hacíamos mención anteriormente también se encuentra el campanario de esta iglesia, que será el eje central de esta comunicación. Antes de entrar en los aspectos de naturaleza constructiva tendremos que hacer, a modo de introducción, una referencia cronológica en la que

incluiremos tanto la ex-colegiata como el campanario.

Una parte de la actual iglesia, que esperamos poder delimitar próximamente, fue construida durante el siglo XIII. La parte gótica del templo es contemporánea a la catedral ya que se decidió en un caso rehacer (catedral) y en el otro continuar (San Félix) las obras ya iniciadas. El 1313 se trabajaba en el ábside, el 1318 se cubría el presbiterio y el 1326 se realiza una de las bóvedas de la nave central —el tercer tramo— y el sepulcro de San Narciso. También se sabe que Pere Capmagre, realizó una capilla lateral en el 1351. Los trabajos de finalización de la obra fueron lentos y las dos últimas bóvedas que enlazan con la puerta principal y cierran definitivamente la ex-colegiata se realizaron a finales del siglo XV: 1488 y 1499.²

Esta importante demora en la finalización de las obras fue debida a la situación del templo que, como ya dijimos anteriormente, se encontraba fuera de la protección de las murallas de la ciudad. Este hecho hizo que entre los años 1360-1390 se tuviera que fortificar el templo —también el campanario— para rechazar los ataques militares. Este aspecto es muy importante ya que esta fortificación hace que tanto el templo como el campanario adopten una singularidad que de otra manera no habría sido posible.

El campanario fue iniciado el año 1368 por el maestro de obras Pere Sacoma que también trabajó en las obras de la catedral. Su construcción fue interrumpida debido a la invasión de tropas extranjeras

el año 1374. Pensamos que, igual que la iglesia, fue fortificado para repeler los ataques. Creemos que su altura no debía superar la altura de la nave central de la iglesia. Esto significa que la parte del campanario construida durante el siglo XIV correspondería a la base octogonal, una estructura muy simple, que sigue la austeridad típica de los campanarios góticos catalanes. La parte más espectacular del campanario, de la que se conocen bastantes datos, fue construida durante el siglo XVI.

A esta conclusión llegó el historiador Josep Clara que encontró en el Archivo Histórico Provincial de Girona el contrato para continuar las obras del campanario el año 1532.³ Este contrato lo firmaron los parroquianos de San Félix y el maestro de obras de la Seo de Girona Joan de Belljoch. El hecho de que el campanario estuviera inacabado nos lo ratifica la visita pastoral del obispo Joan de Margarit el año 1542. Por tanto, tenemos que dejar de lado la versión tradicional que afirmaba que el campanario de San Félix fue iniciado el 1368 y finalizado el 1392.⁴ Por otro lado, este hecho queda patente si se realiza un análisis exhaustivo de la fábrica y de la estructura del campanario —análisis que realizaremos posteriormente.

La finalización del campanario fue una obra muy lenta trabajando diferentes maestros de obras como Enric Gelabert (1540-1551) o Pere Boris (1571). Una vez Joan de Belljoch dejó las obras, se pidieron dos informes técnicos,⁵ que analizaremos más adelante, para determinar si se podían continuar las obras de forma segura. No se sabe la fecha exacta de su finalización ya que no se ha encontrado un documento que haga mención a ello.

El campanario de San Félix está situado junto a la escalinata de acceso a la puerta principal orientada al oeste. Se trata de un prisma octogonal con cuatro niveles, donde los dos últimos están escalonados creando una especie de contrafuertes, y acabado con aguja y pináculos (fig. 1 y 2). Esta diferencia estilística y constructiva en los dos niveles superiores explicaría el cambio cronológico en su construcción.

El campanario se asienta sobre una losa de hormigón ciclópeo de aproximadamente un metro de profundidad y a partir de ésta comienza la fábrica de piedra —toda ella de caliza nummulítica— que forma una superficie ataluzada de unos ocho metros de altura. Ya en su inicio se observa un problema en el replanteo del campanario ya que las aristas están

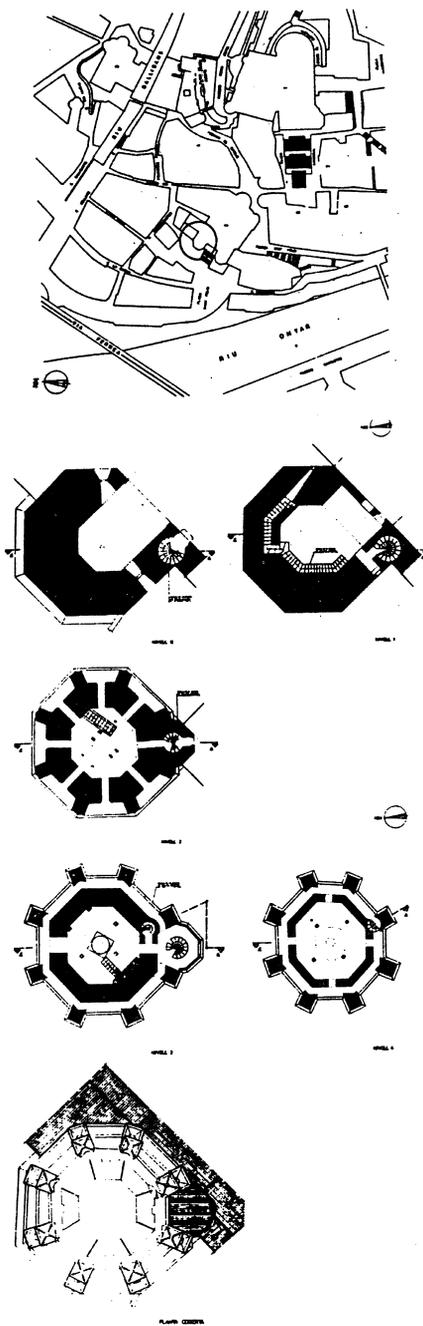


Figura 1
Plano de situación y Plantas (nivel 0, 1, 2, 3, 4 y cubierta)

desplazadas de quince a veinte centímetros. Este defecto no se corregirá en ningún momento y hará que todas las plantas del campanario sean, dentro de la forma octogonal, irregulares y que por tanto todos los paramentos tengan longitudes diferentes. Este primer cuerpo que llegaría hasta el segundo nivel es el construido durante el siglo XIV y en él observamos que la piedra no está muy trabajada dando lugar a una superficie exterior poco pulida.

A partir de los cuerpos escalonados, construidos en el siglo XVI, encontramos una piedra mucho más pulida. La piedra se hace servir como encofrado llenando el espacio entre las dos hiladas de piedra —interior y exterior— con mortero de cal y piedra de desecho procedente de la talla. Esto se hacía, según hemos podido observar en uno de los paramentos que se encuentra deteriorado, cada dos hiladas. También he podido observar que los sillares tienen cinco de sus seis caras trabajadas ya que se dejaba la cara interior sin trabajar para favorecer la adherencia —debido a su rugosidad— con el relleno de cal y piedra. También se ha observado que todas las juntas de mortero son muy uniformes variando entre uno y dos centímetros.

La piedra se trabajaba a pie de obra, de aquí la posibilidad de utilizar los desechos de la talla para el relleno de los muros. De la misma manera, a pie de obra se obtenía la cal necesaria para el mortero que se empleaba en la construcción en grandes charcas, donde cocía hasta unos 900° C y, una vez apagada, ya se podía utilizar.

Otros aspectos que se han de destacar, y que afectan al sistema constructivo utilizado son: en primer lugar, la utilización de sillares de dimensiones mayores, de más altura, a la del resto en las tres primeras hiladas de cada nivel del campanario; y en segundo lugar, la utilización de sillares en ángulo para dejar perfectamente unidas todas las aristas del campanario.

Un análisis exhaustivo del campanario nos permite concluir que existían balaustradas en los tres niveles exteriores ya que aparecen los arranques de éstas. En la actualidad no se ha conservado ninguna, hecho que podría atribuirse a dos causas: que éstas estuvieran previstas y finalmente no fueran colocadas o que las heladas, muy frecuentes en nuestra ciudad, las degradasen hasta hacerlas desaparecer. También se ha detectado la existencia de una escalera —restos de las posibles ménsulas de apoyo— que arranca en el

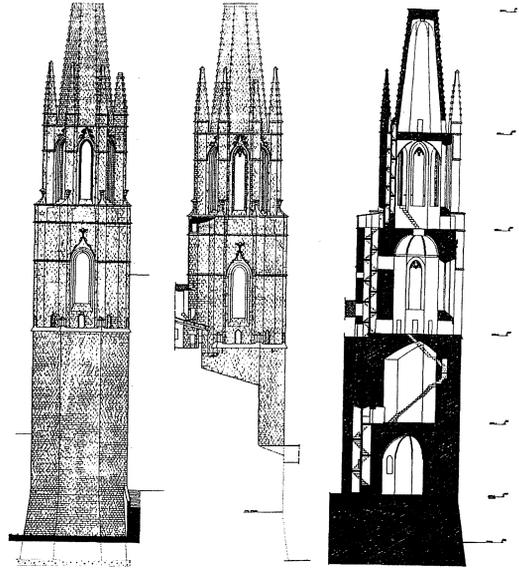


Figura 2
Alzados NW, SE y sección

último nivel del campanario y que permitiría ascender hasta la parte más alta de la aguja.

Los dos informes técnicos del segundo cuarto del siglo XVI nos indican que en el campanario existían contrafuertes, arbotantes y gárgolas. Además nos indican un desplome en las paredes que se ha de corregir eliminando algunas hiladas y realizándolas de nuevo con un mortero mejor⁶ y utilizando sillares de piedra colocados a tizón para unir perfectamente el paramento exterior y el interior. También se hace referencia a un punto débil del campanario que serían las esquinas en las cuales se aconseja colocar sillares de una sola pieza para ligar bien el encuentro de estos paramentos. Los dos informes concluyen que si la obra se realiza de esta forma será fuerte y segura.

Es evidente que para la realización de una obra tan importante fueron necesarios otros materiales para la construcción de medios auxiliares de obra. Entre éstos tenemos que destacar la madera utilizada para los andamios. Estos andamios se montaban por la parte interior de la obra a medida que ésta iba ganando altura. Esto es posible afirmarlo ya que en el interior del campanario aún quedan los huecos utilizados para apoyar los tablones que formaban las plataformas de trabajo. También tenemos que destacar los

medios o mecanismos de elevación de los materiales contruidos a base de poleas y cuerdas con sus correspondientes materiales de mantenimiento como la grasa y el aceite.

Tenemos que hacer mención al tipo de piedra utilizada ya que sus características, físicas y químicas, tienen un interés evidente a la hora de estudiar la degradación y analizar estructuralmente el campanario de San Félix. Nos encontramos ante una piedra donde abundan los fósiles (nummulites), hecho que hará que ésta sea menos compacta y se pueda degradar más fácilmente. Sus componentes principales por orden de importancia son la calcita, la dolomía, el feldespato y el cuarzo.⁷ El problema más importante que se detecta en este tipo de piedra es que su secado es muy lento aunque tenga una capacidad de absorción baja. Esto quiere decir que es una piedra expuesta al ataque de las heladas, hecho que es perfectamente observable en el campanario, sobre todo en la cara norte donde el secado es mucho más lento.

Esta concentración de humedad es la causante de otras alteraciones debidas a la acumulación de sales solubles y a la contaminación atmosférica, entre algunas otras. Esta humedad produce principalmente tres tipos de patologías: disyunción de placas o exfoliaciones, crecimiento de organismos vegetales y eflorescencias. El problema de la humedad viene acentuado por la inexistencia de un sistema de desagüe en el campanario, lo que hace que el agua pueda circular libremente por los paramentos del campanario degradándolo de forma progresiva.⁸

Para finalizar, he llevado a cabo un análisis estructural muy simple en el cual, a partir de unas secciones realizadas en el campanario, intento demostrar que la piedra utilizada en la construcción del campanario, caliza nummulítica o piedra de Girona, soporta perfectamente todos los esfuerzos a los que está sometida.⁹ Para este estudio he realizado veintitrés secciones longitudinales del campanario (figuras 3) eligiendo aquellos puntos donde la planta del campanario varía debido a las bóvedas, ventanales, huecos de escalera, etc.

Una vez elegidas las veintitrés secciones a analizar he buscado el centro de gravedad de cada una de ellas. Este trabajo ha sido arduo debido a la irregularidad de las plantas y a la complejidad del campanario. Este proceso se ha realizado gráficamente con las consiguientes desviaciones que esto supone. Una vez encontrados los centros de gravedad he calculado la

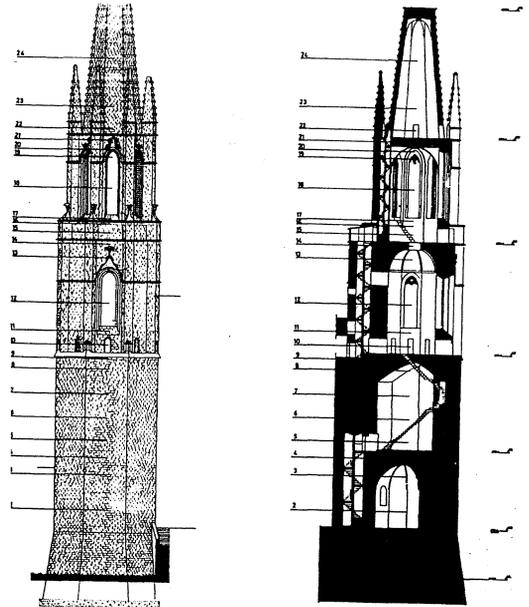


Figura 3 Alzado NW y sección con todas las secciones realizadas para el análisis estructural

excentricidad de una planta respecto a la siguiente, la inmediatamente inferior, en los dos ejes considerados (x e y). Con estos datos y con las cargas que afectan a cada planta ya podemos calcular las tensiones en cada sección. Para calcular las cargas hemos considerado una densidad de la piedra de 2,67 T/m³.

El cálculo de las tensiones que afectan a la piedra es muy rápido si aplicamos la fórmula:

$$\sigma = \frac{N}{S} \pm \frac{N \cdot x}{W_x} \pm \frac{N \cdot y}{W_y}$$

- N Carga en toneladas
- S Superficie en m²
- x Excentricidad respecto a x
- y Excentricidad respecto a y
- W_x Momento resistente respecto a x
- W_y Momento resistente respecto a y

Consideraremos secciones regulares y simétricas de aquí que el momento resistente sea igual en el eje x

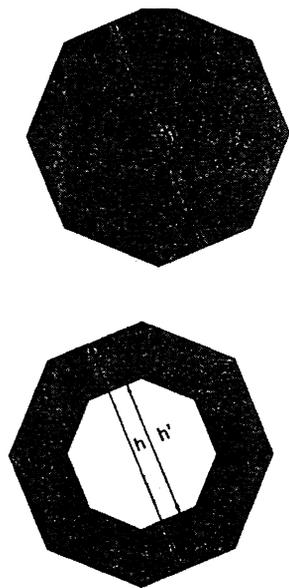


Figura 4
Secciones utilizadas en el análisis estructural para la determinación de la inercia y la superficie

y en el eje y . Antes de calcular el momento resistente tendremos que calcular el momento de inercia mediante la fórmula:

$$I = 0,055 h^4$$

Esta fórmula corresponde al momento de inercia de una sección octogonal maciza. Al ser el campanario hueco en su interior utilizaremos los modelos que aparecen en la figura 4 y por tanto tendremos que:

$$I_{xy} = 0,055 h^4 - 0,055 h'^4$$

$$S_T = 0,828 h^2 - 0,828 h'^2$$

Por tanto ya podremos calcular el momento resistente de cada sección mediante la fórmula:

$$W_{xy} = \frac{2.I}{h}$$

En la tabla I quedan reflejados los resultados, de los que haremos un pequeño análisis. En primer lu-

gar tengo que decir que las tensiones a las que está sometida la piedra son, en la mayoría de los casos, mínimas, gracias a la existencia de los contrafuertes, de los cuerpos escalonados, que ayudan a repartir las cargas. Partiremos de una tensión admisible para la caliza nummulítica de 162 T/m^2 aproximadamente. Como queda reflejado en la tabla I, las secciones más comprimidas son las 2, 5, 6, 7 y 8. En particular en la sección 5 se sobrepasa la tensión admisible de la piedra ya que tenemos 168 T/m^2 . Esto se debe a que nos encontramos en la zona donde el campanario se une a la nave lateral de la iglesia (entre las bóvedas y el tejado) y por tanto desaparece totalmente uno de los paramentos del campanario. Esto queda compensado por el empuje que hace la nave sobre el campanario y por el arco ojival situado en la unión de ambos elementos. Este problema es el mismo para las secciones 6, 7 y 8 que corresponden a la misma zona. Para la sección 2 el problema es muy similar ya que nos encontramos con una capilla de la iglesia que ocupa la zona donde tendríamos los muros del campanario.

Este análisis estructural nos ha permitido establecer una aproximación del peso del campanario que estaría sobre las 9.196 toneladas. Es aproximado ya que hemos considerado el campanario como un todo macizo sin tener en cuenta —no voluntariamente sino por motivos de simplificación de cálculos y para facilitar el análisis— que tenemos zonas de relleno.

NOTAS

1. Para más información sobre San Félix (el gerundense) es muy interesante el artículo de Martirian Brunsó, Pbro. *San Félix, el gerundense*. Anals de l'Institut d'Estudis gironins. Vol. XIX, any 1968-1969. Pp. 247-268. En este artículo recoge todos los datos existentes que hacen referencia al santo e intenta fijar el momento del inicio de su devoción en nuestra ciudad.
2. Clara, Josep i Marques, J. M. *Sant Feliu de Girona*. Parròquia de Sant Feliu de Girona. Girona, 1992. P. 17.
3. Clara, Josep. *La construcció del campanar de Sant Feliu durant el segle XVI*. Revista de Girona núm. 104. Any 1983. Pp. 189-190. En este artículo existe un apéndice donde encontramos la transcripción del contrato con Joan de Belljoch.
4. Marqués i Casanovas, J. *El campanario de San Félix*. Revista de Girona, núm. 34. Any 1968. P. 15-16.
5. Informes transcritos por Clara, Josep. *La construcció del campanar de Sant Feliu durant el segle XVI*. Revista de Girona núm. 104. Any 1983. Pàg. 194-195.

Els campanars gòtics a les comarques gironines. Miguel Ángel Chamorro.

Tabla I. Resultados del análisis estructural en las 23 secciones analizadas

Secció	$N(T)$	$S(m^2)$	$x(m)$	$y(m)$	$W_{xy}(m^3)$	$I_{xy}(m^4)$	$\sigma(+++)T/m^2$	$\sigma(++-)T/m^2$	$\sigma(+ - +)T/m^2$	$\sigma(+ - -)T/m^2$
24	164,80	9,5	0	0	11,01	29,85	17,35	17,35	17,35	17,35
23	365,95	19,26	0	0,03	29,57	108,83	19,37	18,36	19,37	18,36
22	612,07	22,33	0,04	0,05	36,89	146,07	28,90	27,24	27,58	25,92
21	816,18	71,46	0,02	0,05	88,19	409,66	12,07	11,15	11,69	10,77
20	917,51	63,34	0,02	0,03	87,30	405,95	15,02	14,38	14,60	13,96
19	1.152,28	38,27	0,03	0,03	53,63	217,73	31,39	30,11	30,11	28,83
18	1.479,7	22,56	0,07	0,10	37,23	147,63	72,34	64,40	66,78	58,84
17	1.543,3	36,66	0,02	0,01	63,21	283,2	42,83	42,35	41,85	41,37
16	1.610,26	50,20	0,03	0,1	89,98	442,26	34,41	30,83	33,33	29,75
15	1.790,67	40,88	0,03	0,14	71,35	329,63	48,06	41,04	46,56	39,54
14	1.978,16	100,37	0,22	0,05	146,81	808,19	23,34	22	17,42	16,08
13	2.586,31	79,90	0,25	0,05	143,66	798,04	37,77	35,97	28,77	26,97
12	3.618,32	57,66	0,59	0,03	104,38	533,37	84,24	82,16	43,34	41,26
11	3.853,28	67,76	0,22	0,01	126,23	681,62	63,90	63,28	50,46	49,84
10	4.144,15	60,56	0,09	0,03	110,55	574,30	72,92	70,68	66,18	63,94
9	4.468,21	127,72	0,33	0,01	210,75	1.308,73	42,19	41,77	28,19	27,77
8	4.945,79	74,48	0,88	0,75	112,32	568,34	138,17	72,13	60,67	-5,37
7	5.518,56	72,70	0,81	0,58	135,91	748,89	132,35	85,25	66,57	19,47
6	6.156,72	77,13	0,87	0,43	145,98	821,89	134,65	98,37	61,27	24,99
5	6.529,77	71,61	1,34	0,25	133,46	731,37	168,98	144,52	37,86	13,40
4	7.086,57	126,28	0,02	0,18	207,20	1.279,47	62,96	50,64	61,60	49,28
3	7.978,38	109,45	0,33	0,04	180,70	1.067,03	89,24	85,70	60,10	56,56
2	9.196,09	98,01	0,02	0,3	186,99	1.129,42	109,56	80,06	107,60	107,60

6. «... en algunes parts de dite obra nova vers solixent dins dit campanar faran remoure algunes filades de la paret que tovegen y tornar paredarles affi que sien molt be ligades y bé paredades de molt bon morter y que sia millor que l'altre ab què stat fet...». Clara, Josep. *La construcció del campanar de Sant Feliu durant el segle XVI*. Revista de Girona núm. 104. Any 1983. Pàg. 194.
7. Esbert, Rosa M^a y otros. *Petrografia, propiedades físicas y durabilidad de algunas rocas utilizadas en el patrimonio monumental de Cataluña, España*. Materiales de Construcción, núm. 214. Abril/Mayo/Junio 1989. P. 39.
8. Para obtener una información más precisa sobre este aspecto consultar Chamorro, Miguel A. y Llorens, Francesc. *Els campanars gòtics a les comarques gironines*. Diputació de Girona, Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Girona i Universitat de Girona. Girona, juny 1993. Pp. 88-93. También aparece, al final del libro, un anexo dedicado al diagnóstico y tratamiento de la piedra.
9. Los datos necesarios para la realización de este estudio han sido extraídos de Esbert, Rosa M^a y otros. *Petrografia, propiedades físicas y durabilidad de algunas rocas utilizadas en el patrimonio monumental de Cataluña, España*. Materiales de Construcción, núm. 214. Abril/Mayo/Junio 1989. Pp. 37-41.
- Chamorro, Miguel A. y Llorens, Francesc. *Els campanars gòtics a les comarques gironines*. Diputació de Girona, Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Girona i Universitat de Girona. Girona, juny 1993.
- Cirici, Alexandre. *L'arquitectura gòtica catalana*. Ed. Lumen. Barcelona, 1968.
- Clara, Josep. *La construcció del campanar de Sant Feliu durant el segle XVI*. Revista de Girona, núm. 104. Any 1983. Pp. 189-197.
- Clara, Josep i Marqués, J. M. *Sant Feliu de Girona*. Parròquia de Sant Feliu de Girona. Girona, 1992.
- Esbert, Rosa M^a y otros. *Petrografia, propiedades físicas y durabilidad de algunas rocas utilizadas en el patrimonio monumental de Cataluña, España*. Materiales de Construcción, núm. 214. Abril/Mayo/Junio 1989. Pàg. 37-41.
- Freixas i Camps, Pere. *L'art gòtic a Girona. Segles XIII-XV*. Girona, Institut d'Estudis Catalans, etc. Ant. 1983 (Col·lecció de Monografies de l'Institut d'Estudis Gironins, 9).
- Lambert, E. *Sant Félix de Gérone, église romane*. Revista de Catalunya, any III, núm. 27. Setembre 1926. Pp. 280-291.
- Llorens i Rams, Josep M. *La coberta de Sant Feliu. Informe documental*. Centre d'Investigacions Arqueològiques de Girona. Girona, març 1990.
- Marqués i Casanovas, J. *El campanario de San Félix*. Revista de Girona, núm. 34. Any 1968. Pp. 13-19.
- Martirian Brunsó, Pbro. *San Félix, el gerundense*. Anals de l'Institut d'Estudis gironins. Vol. XIX, any 1968-1969. Pp. 247-268.
- Masia de Ros, A. *Algunos documentos referentes a obras en la colegiata de San Félix de Gerona*. Anales y Boletín de Museos de Arte de Barcelona. Volumen III-IV (1945). Pp. 341-357.
- Pla Cargol, Joaquim. *Gerona arqueològica y monumental*. Ed. Dalmau Carles Pla. Girona, 1946.
- Villanueva, J. *Viage literario a las iglesias de España*. Vol. XIV. Madrid 1851.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcalde Moreno, Manuel *et alt*. *Diagnosis i tratamiento de la piedra*. Monografía, ICCET, núm. 400. Madrid, 1990.
- Alteración de la piedra en algunos monumentos*. Materiales de Construcción, núm 156. Madrid, 1974.
- Bessac, Jean Claude. *L'outillage traditionnel du tailler de pierre*. Col. Revue Archéologique de Narbonnaise. Editions du CNRS. París, 1986.