



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

ESTUDIO DE LA CÚPULA DE LA IGLESIA DE SANTO TOMÁS Y SAN FELIPE NERI EN VALENCIA

Grado en Ingeniería de Edificación
Proyecto Final de Grado. Modalidad científico- técnica

Alumna:
Karen Barrio Toala

Director académico:
Rafael Marín Sánchez
Valencia, Junio de 2012

El estudio realizado consiste en :

- Análisis histórico
- Análisis constructivo
- Análisis estructural frente a peso propio
- Análisis patológico

Con el **objeto** de realizar un estudio previo de la cúpula y su entorno, de las técnicas de ejecución y lesiones de los sistemas constructivos de la cúpula, para profundizar en el conocimiento del comportamiento estructural y saber si la cúpula en su estado actual es segura, y en caso de ser no serlo, qué medidas serían recomendables.

Metodología de desarrollo del estudio previo

FUENTES ORIGINALES O PRIMARIAS

- Iglesia

FUENTES SECUNDARIAS

- Archivo histórico plaza Tetuán
- Biblioteca histórica C/ La Nave
- Facultad Geografía e Historia
- Archivo del Reino de Valencia
- Biblioteca Universidad Politécnica
- Departamento de patrimonio arquitectónico del Monasterio San Miguel de Los Reyes

Bibliografía utilizada

- Berchez Gómez, J. 1983. Iglesia de Santo Tomás y San Felipe Neri. Catálogo de monumentos y conjuntos de la Comunidad Valenciana.
- Berchez Gómez, J. 1993. Arquitectura barroca valenciana
- Cruilles, Marqués de. 1876. Guía urbana de Valencia antigua y moderna
- Garulo, José. 1841. Manual de forasteros en Valencia
- Kubler, G. 1957. Arquitectura de los siglos XVII y XVIII
- Lamarca, Luís. 1831. Teatro de Valencia. Alusión a la casa de las comedias.
- Llombart, Constantino. 1887 Valencia antigua y moderna.
- Llorente, T. 1887. Valencia
- Martínez Aloy, José. 1912. Geografía del Reino de Valencia. Provincia de Valencia, Valencia
- Orellana, M.A. 1967. Biografía pictórica valenciana
- Pingarrón, Fernando. Arquitectura religiosa del siglo XVII en la ciudad de Valencia
- Ponz, Antonio. 1774. Viaje de España, t. IV
- Sanchis Sivera, José. 1913. La iglesia Parroquial de Santo Tomás de Valencia. Monografía histórica y descriptiva.
- Serrano, Tomás. 1762. III Centenario de la Canonización de San Vicente Ferrer, Valencia.
- Soler Verdu, Rafael. 1995. “La cúpula en la arquitectura moderna valenciana. Siglos XVI a XVIII.
- Soler Verdu, Rafael. 1986. “Estudios previos de la Iglesia de Santo Tomás y San Felipe Neri’.
- Villalmazó, Jesús. 1978. “El padre Tosca y la iglesia de Santo Tomás de Valencia” Artículo en la revista Saitabi .

Análisis histórico-constructivo

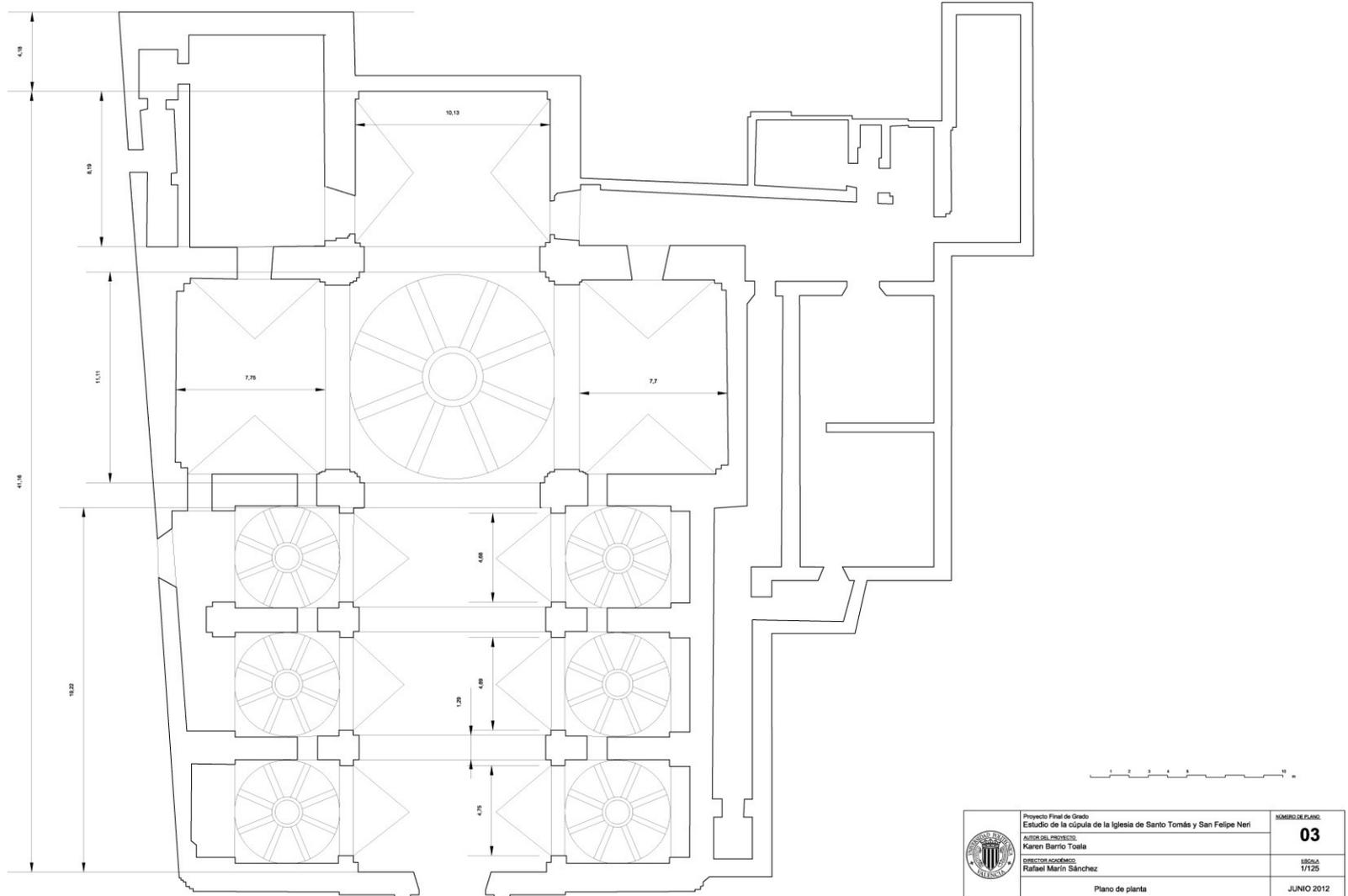
La Iglesia de Santo Tomás y San Felipe Neri se encuentra situada en el barrio La Xerea, en el distrito de la Ciutat Vella, concretamente en la Plaza de San Vicente Ferrer nº1, haciendo esquina con la calle Trinquete de Caballeros.



La construcción de la actual iglesia comenzó en 1725, se terminó el 26 de septiembre de 1736 y representa la transición del estilo barroco a los cánones neoclásicos.



La planta del templo oratorio deriva del modelo de Il Gesú de Roma. Es de cruz latina con crucero, con una única nave dividida en tres tramos con capillas laterales, el transepto y el presbiterio.



Todos los elementos constructivos han sido resueltos utilizando como materiales el ladrillo y el mortero de cal, con ausencia de la piedra y de la madera.





Nave principal dividida en 3 tramos



Lunetos en bóveda principal



Capillas laterales con cúpulas



Altar mayor con retablo de madera

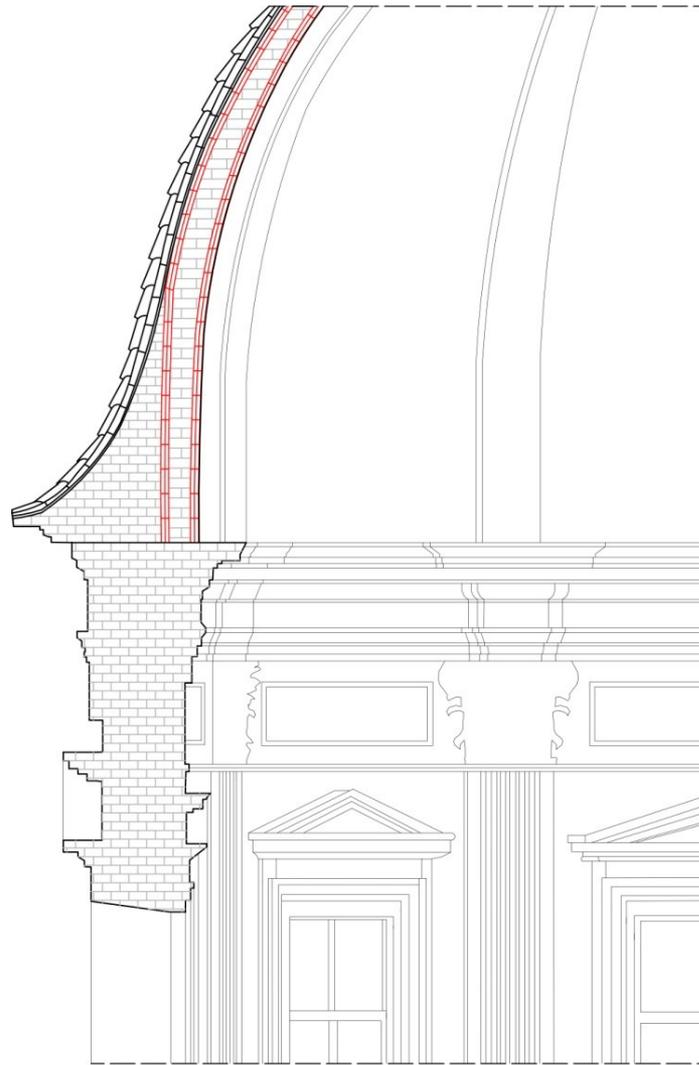
En el centro del crucero, apoyado sobre cuatro magníficos arcos torales, se levanta una elevada cúpula peraltada con cimborrio de base octogonal. Presenta linterna, y mide de altura, contándose desde el suelo, 47 metros, y tiene un diámetro de 10,50 metros.





	Proyecto Final de Grado	NUMERO DE PLAN:
	Estudio de la cúpula de la iglesia de Santo Tomás y San Felipe Neri	07
AUTORES DEL PROYECTO:	Karen Barrio Toala	ESCALA:
GRUPO DE ANÁLISIS:	Rafael Martín Sánchez	1:100
	Detalle cúpula	JUNIO 2012

Hipótesis constructiva de la cúpula: tabicada de doble hoja.



Cúpula tabicada de ladrillo

1ª Hoja: tabicada de doble hoja de ladrillo

Tabiquillos

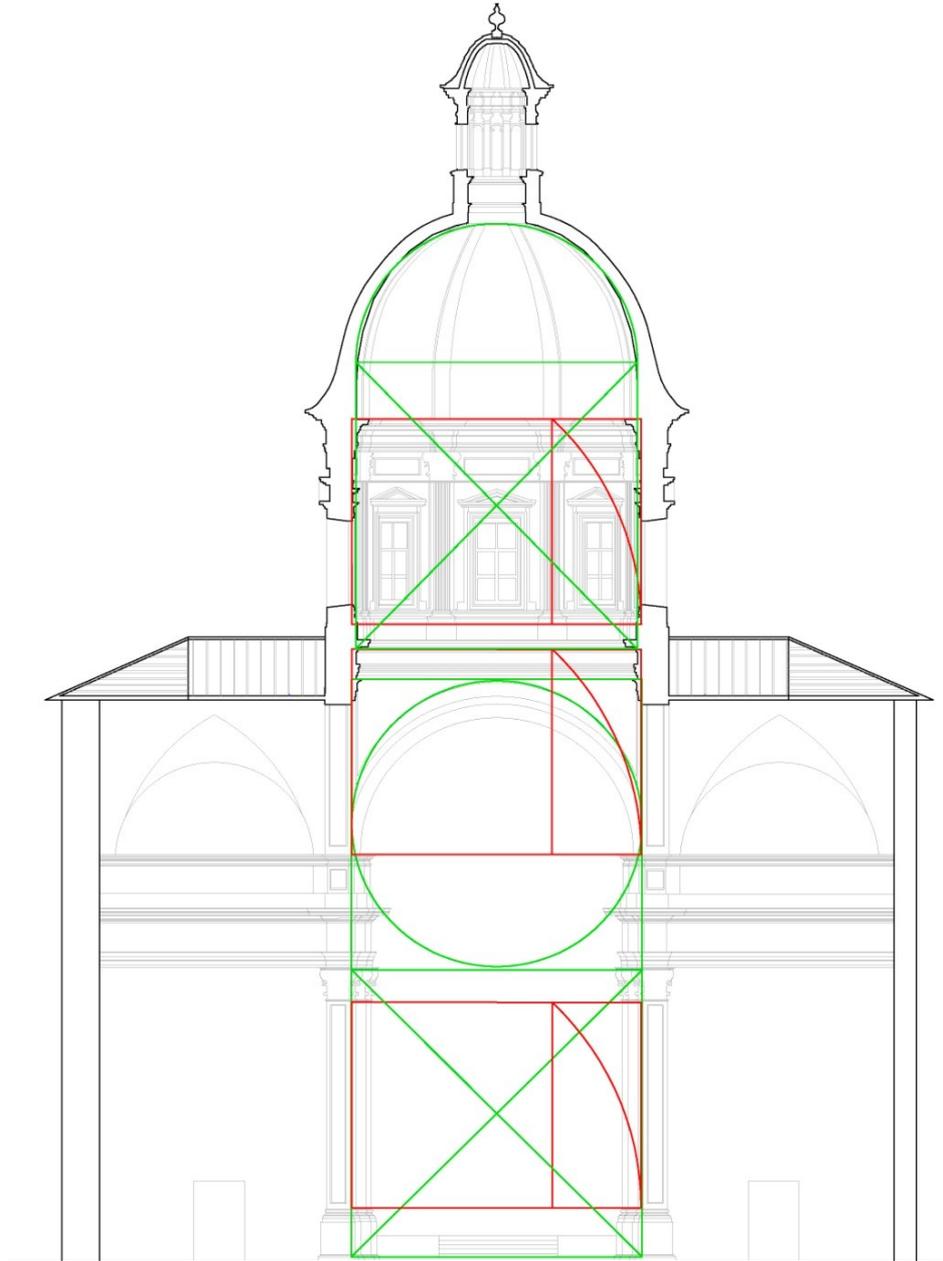
2ª Hoja: tabicada de doble hoja de ladrillo

Mortero

Acabado de teja azul

1 2 3 4 5 m

Análisis de trazados reguladores



Metodología de toma de datos

- Estación total (estacionamiento libre)
- Distanciómetro láser
- Programa Asrix
- Programa Autocad

Análisis estructural

Estudios técnicos tomados como referencia:

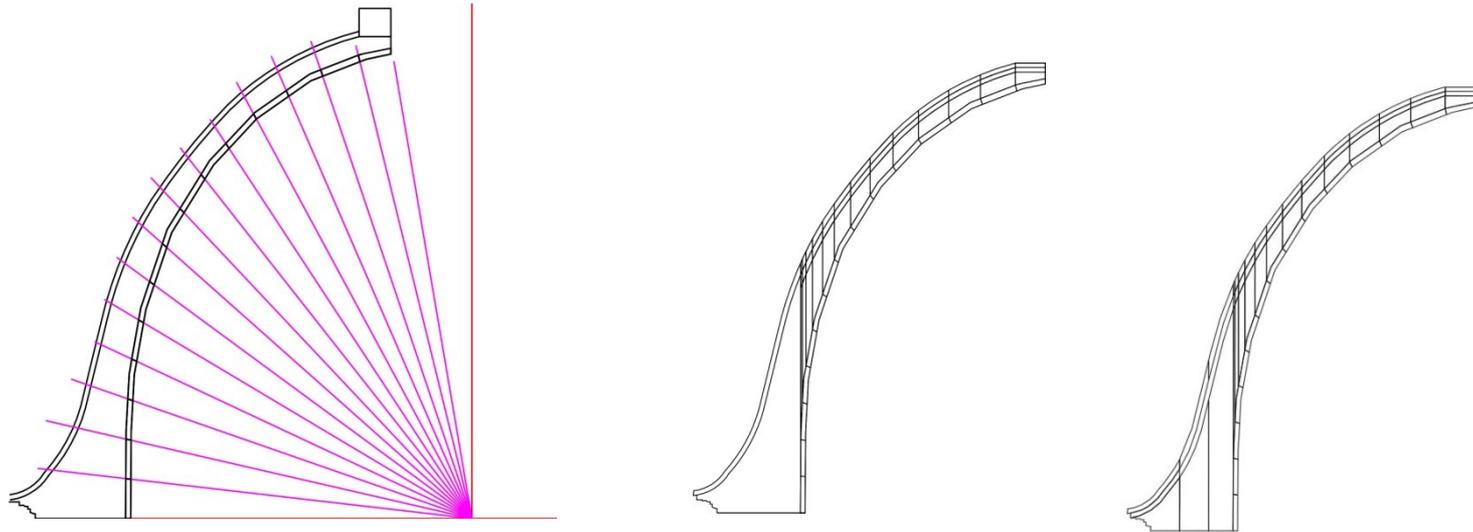
- Técnicas de diagnóstico del comportamiento estructural de estructuras históricas. Análisis de la cúpula de San Miguel de los Reyes de Valencia. Martínez Boquera, Arturo; Alonso Durá, Adolfo. 2006
- Informe sobre la estabilidad de la cúpula interior de la Basílica de los Desamparados (Valencia). Santiago Huerta Fernández. 2002
- Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica. Santiago Huerta. 2004
- Informe La peregrina. Santiago huerta. 2010

Se ha aplicado la teoría del Análisis Límite de Estructuras de Fábrica, desarrollada fundamentalmente por Heyman:

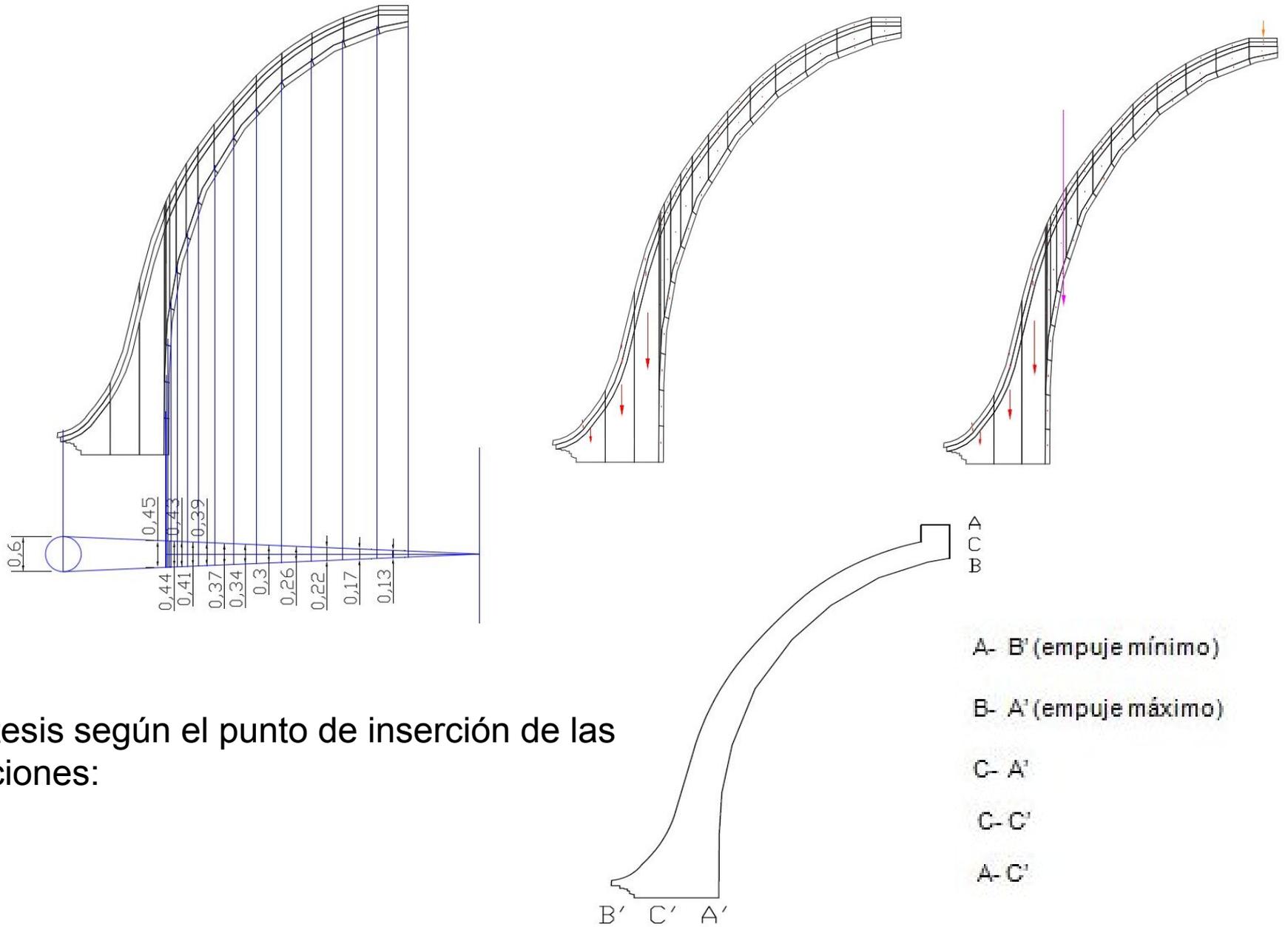
- Se considera la estructura de fábrica formada por un material rígido-unilateral, que resiste compresiones infinitas pero no resiste tracciones.
- Se considera que los estribos, tambor y todos los elementos por debajo de la cúpula son estables.
- Para que una fábrica construida sea segura, la trayectoria de las esfuerzos internos, las «líneas o superficies de empujes», deben estar contenidas dentro de la estructura.

Cálculo de la línea de presiones de la cúpula

- Se ha usado el programa Statical versión 2012.
- Se ha tomado la envolvente exterior y la envolvente interior de la cúpula y se ha dividido en dovelas.
- Se ha tomado como densidad del ladrillo 1,7 y de la teja 1,2.

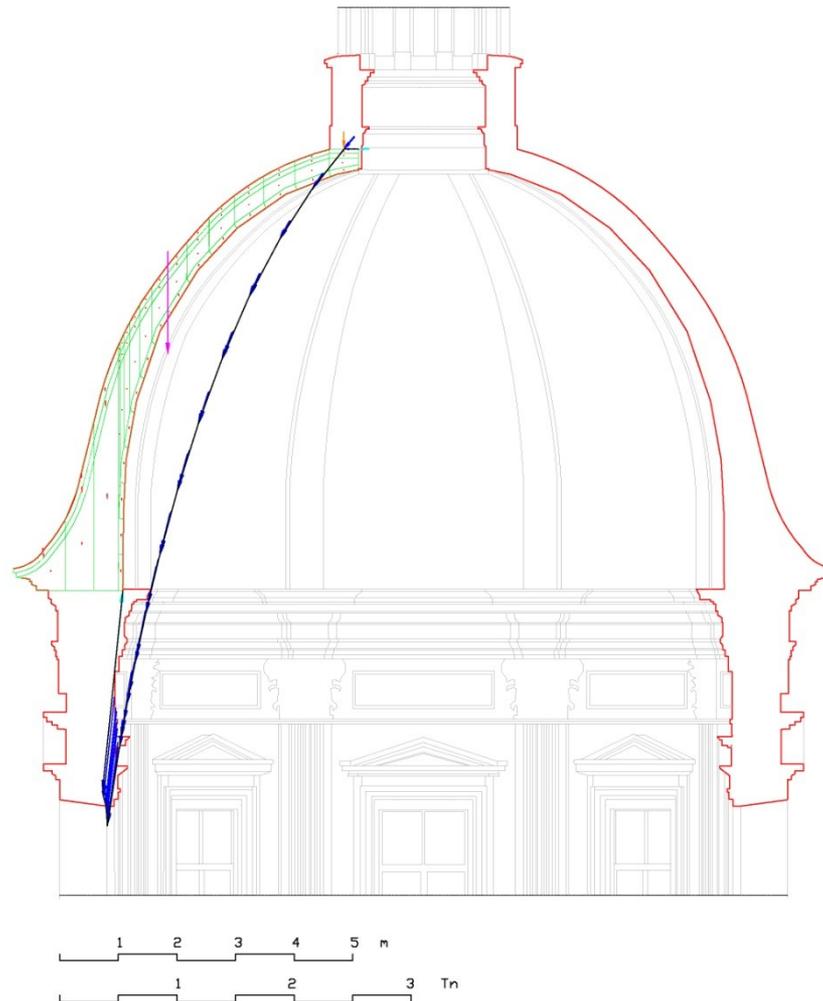


Se ha supuesto que por cada gajo de 60 centímetros hay un tabiquillo



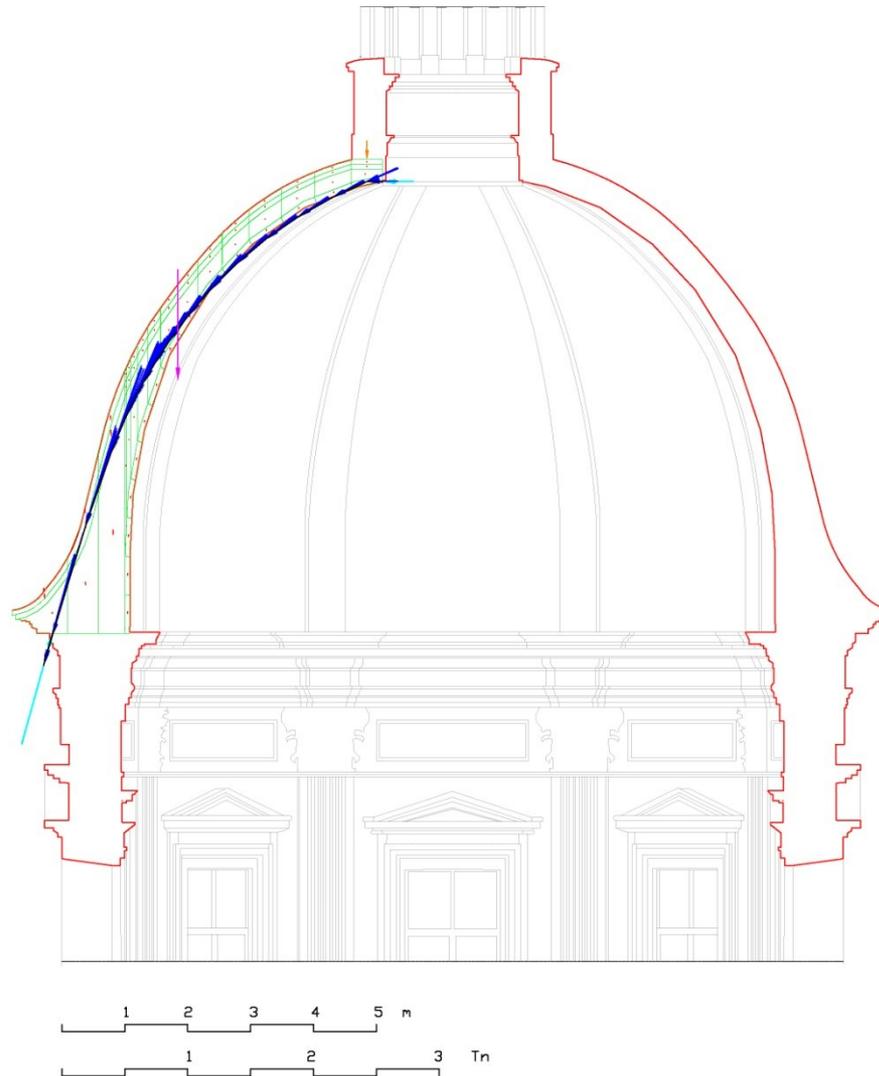
Hipótesis según el punto de inserción de las reacciones:

Empuje mínimo



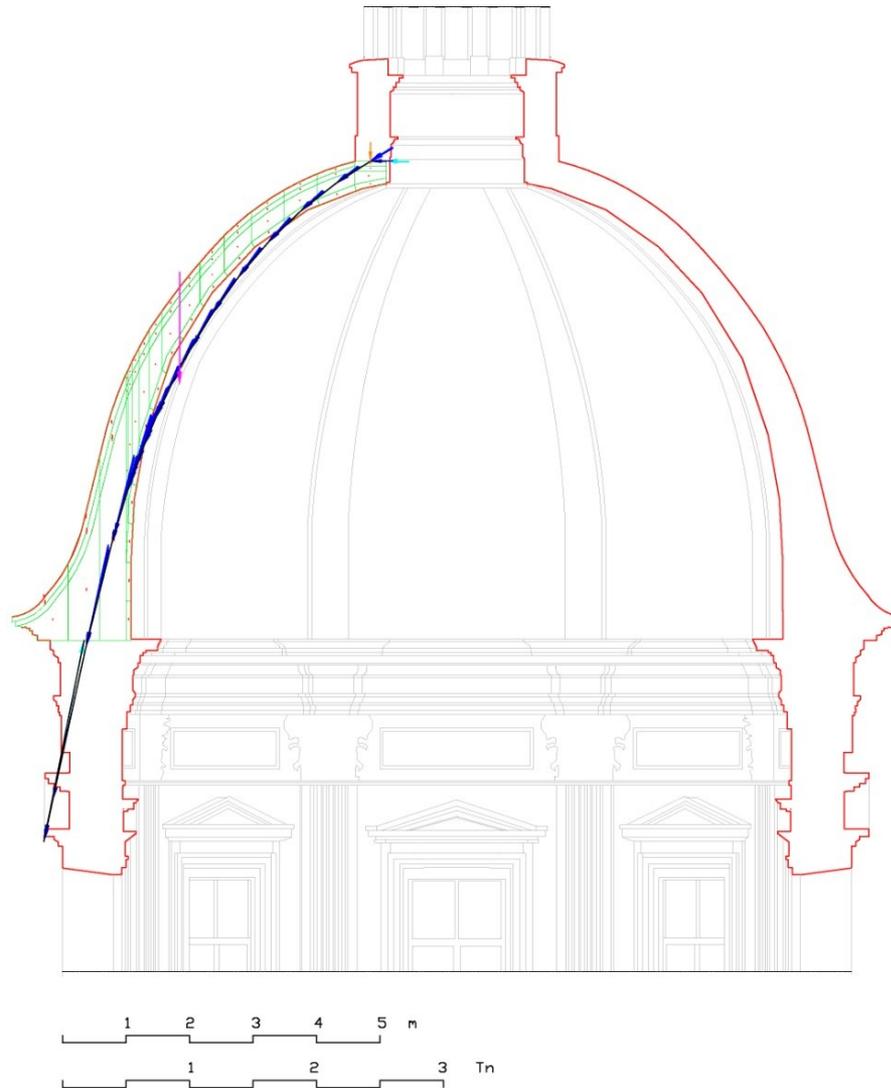
Empuje mínimo en gajo triangular de 60 cm de la cúpula de Santo Tomás y San Felipe Nerí en Valencia. Se ha considerado que trabajan todos los elementos de la cúpula y que existe un tabiquillo cada 60 cm. Densidad de la teja 1,2. Densidad del ladrillo 1,7. Peso linterna 0,348 T.

Empuje máximo



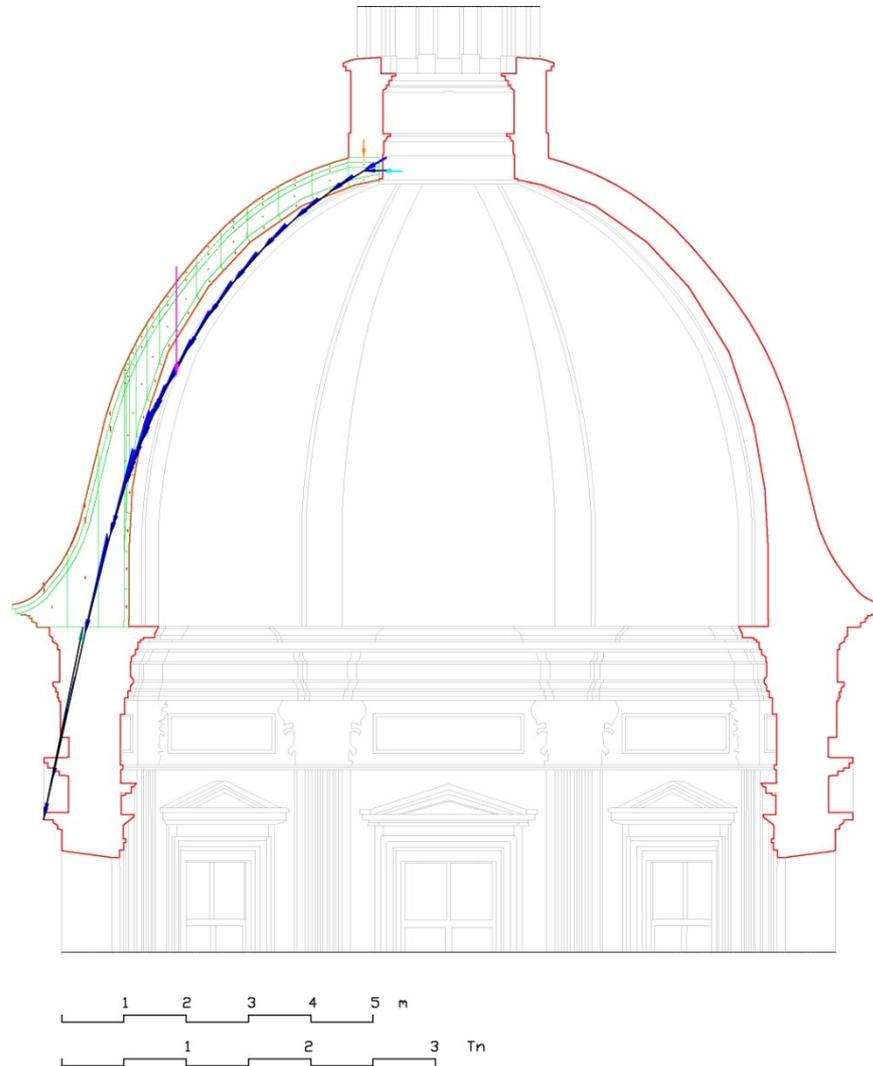
Empuje máximo en gajo triangular de 60 cm de la cúpula de Santo Tomás y San Felipe Neri en Valencia. Se ha considerado que trabajan todos los elementos de la cúpula y que existe un tabiquillo cada 60 cm. Densidad de la teja 1,2. Densidad del ladrillo 1,7. Peso linterna 0,348 T.

A- C'

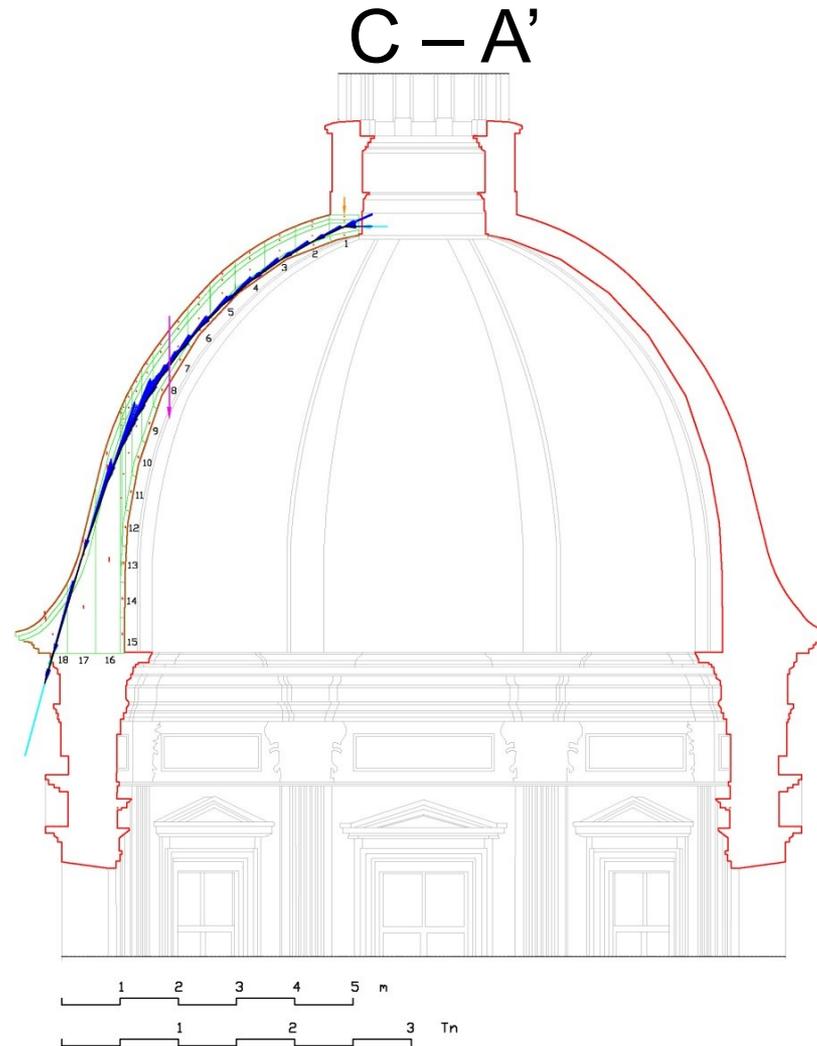


A-C' en gajo triangular de 60 cm de la cúpula de Santo Tomás y San Felipe Neri en Valencia.
 Se ha considerado que trabajan todos los elementos de la cúpula y que existe un tabiquillo cada 60 cm.
 Densidad de la teja 1,2. Densidad del ladrillo 1,7. Peso linterna 0,348 T.

C-C'



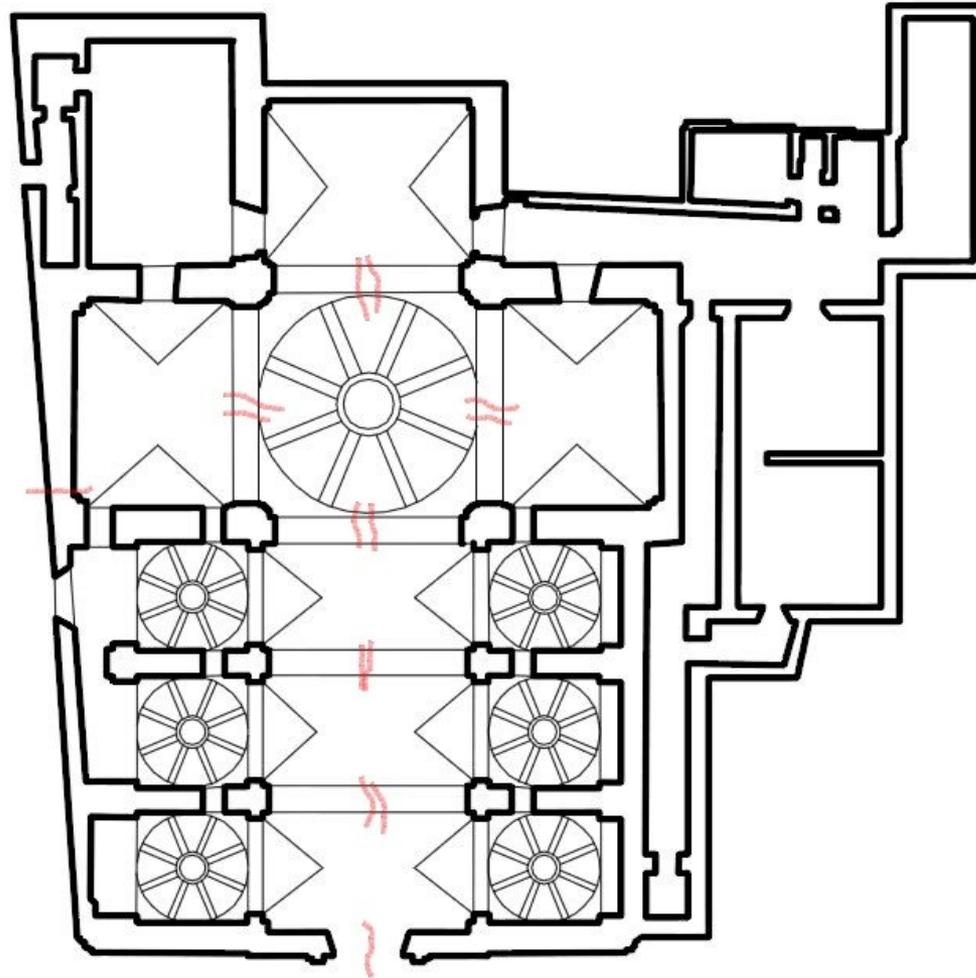
C-C' en gajo triangular de 60 cm de la cúpula de Santo Tomás y San Felipe Neri en Valencia.
 Se ha considerado que trabajan todos los elementos de la cúpula y que existe un tabiquillo cada 60 cm.
 Densidad de la teja 1,2. Densidad del ladrillo 1,7. Peso linterna 0,348 T.



C-A' en gajo triangular de 60 cm de la cúpula de Santo Tomás y San Felipe Neri en Valencia.
 Se ha considerado que trabajan todos los elementos de la cúpula, y que existe un tabiquillo cada 60 cm.
 Densidad de la teja 1,2. Densidad del ladrillo 1,7. Peso interna 0,348 T.

DOVELA	CARGA (T)	SECCIÒN (m2)	TENSIÒN (T/m2)	DOVELA	CARGA (T)	SECCIÒN (m2)	TENSIÒN (T/m2)
D01	0,544	0,209	2,602	D10	1,067	0,28	3,81
D02	0,588	0,215	2,734	D11	1,1	0,2382	4,621
D03	0,654	0,266	2,771	D12	1,134	0,18	6,3
D04	0,688	0,246	2,866	D13	1,271	0,13	9,776
D05	0,751	0,256	2,933	D14	1,353	0,13	10,107
D06	0,796	0,267	2,981	D15	1,5	0,12	12,5
D07	0,891	0,2816	3,164	D16	1,708	1,53	1,11
D08	0,961	0,2744	3,502	D17	1,73	0,978	1,768
D09	1,034	0,2659	3,888	D18	1,847	0,523	3,531

Análisis patológico



LESIONES EN ARCOS TORALES



•Descripción del daño

En la cúpula principal se observan grietas apareadas en la proximidad de la clave de los arcos torales, en continuidad desde el anillo de zunchado, arquivado, intradós del arco y bóveda de cañón. Aparecen también fisuras en sentido radial en la parte superior de la cúpula.

•Posibles causas

No se puede descartar que los contrafuertes en los que se apea la gran cúpula hayan tenido asentamientos diferenciales, ya que reciben cargas muy superiores al resto. Estos asentamientos diferenciales podrían ser la causa de las grietas en los arcos torales, que se prolongan en las bóvedas.

Estos arcos torales soportan un peso mayor que cualquier otro arco de la iglesia, ya que están soportando el peso de la gran cúpula con su tambor y linterna, las grietas se producen en la clave a causa de que la línea de presiones trabajando con la posición de empuje mínimo.

•Propuesta secuencia reparación

No se cree necesario efectuar una obra de zunchado del anillo de la cúpula, pero para reparar estas grietas hay que comenzar por limpiar los paramentos y comprobar si la pintura antigua es capaz de soportar una pintura nueva. Como las grietas no penetran profundamente pueden cubrirse con una masilla expansiva, taponando la grieta y haciendo que la tensión pase por la sección de la cúpula. Eliminar todo el polvo para una buena adherencia. Aplicar una primera capa de imprimación antióxido y una vez seca aplicar una segunda capa cuando se hayan secado aplicar el mortero de reparación.

LESIONES EN ARCOS FAJONES



- **Descripción del daño**

En la nave principal y transepto aparecen grietas en la proximidad de las claves de los arcos fajones que se transmiten longitudinalmente en las bóvedas. En las bóvedas existen grietas paralelas a dos arcos torales concurrentes en un contrafuerte

- **Posibles causas**

Estas grietas en la nave principal pueden ser debidas al peso propio de los tabiquillo conejeros. También pueden estar ocasionadas por el peso de la cúpula, ya que la bóveda de la nave principal es uno de los elementos que contrarresta el empuje de ésta.

- **Propuesta secuencia reparación**

En las grietas de la nave mayor se deberían colocar testigos. Una vez colocados se procederá a una observación de su comportamiento durante un periodo no inferior a un año, y a partir de la información obtenida se actuará consecuentemente. Para reparar estas grietas hay que comenzar por limpiar los paramentos y comprobar si la pintura antigua es capaz de soportar una pintura nueva. Como las grietas no penetran profundamente pueden cubrirse con masilla expansiva. Eliminar todo el polvo para una buena adherencia. Aplicar una primera capa de imprimación antióxido y una vez seca aplicar una segunda capa cuando se hayan secado aplicar el mortero de reparación.

Propuesta actuación

Actuaciones a corto plazo

Las grietas originadas en la cúpula, la nave principal y en las capillas laterales se han considerado como admisibles. En la cúpula, las grietas del anillo y arcos torales son consecuencia del empuje originado por el peso de la parte superior y el posible asiento diferencial de un contrafuerte. No se cree necesario efectuar una obra de zunchado del anillo. En las grietas de la nave mayor se deberían colocar testigos topográficos. Una vez colocados se procederá a una observación de su comportamiento durante un periodo no inferior a un año, y a partir de la información obtenida se actuará consecuentemente.

Actuaciones a medio plazo

En las cubiertas, se procederá a un repaso general reponiéndose las tejas rotas y recibiendo las sueltas con mortero. Se deberían colocar ganchos de acero anclados a un cajeadado relleno de hormigón, situados al menos uno por cumbre, con el fin de adecuar funcionalmente la cubierta. Se deberían crear también pasillos de acceso mediante un enrasillado sobre las tejas para permitir el recorrido sobre las cubiertas a efecto de mantenimiento.

Actuaciones a largo plazo

Se deberían coronar los muros no rematados con una capa de mortero mezclada con cerámica molida para impedir la penetración del agua de la lluvia, evitando los deterioros que el agua ocasiona.

Para mejorar la conservación de los elementos constructivos, se debería efectuar una ventilación de las cámaras de aire comprendidas entre el tablero de la cubierta y el trasdós de las bóvedas.

Se debería mejorar el acceso a la cubierta de la cúpula.

Conclusiones

El estado general de la cúpula es bueno, no siendo necesario ninguna actuación urgente.

De las 5 hipótesis realizadas según los puntos de inserción de las reacciones, sólo en uno la cúpula resulta estable. Hemos basado los cálculos en la hipótesis más desfavorable, trabajando como bóveda, descartando por tanto la capacidad para disipar tensiones de tracción, lo cuál ayudaría a verticalizar la línea de empuje.

- Inadecuación de la geometría de la cúpula con la línea de presiones.
- Quizás en esta cúpula se encuentre la presencia de refuerzos o tirantes.

FIN

