

ESTUDIO PREVIO DE LA CÚPULA DE SAN MIGUEL Y SAN SEBASTIÁN (VALENCIA)

ANA MELLADO DASÍ

DIRECTOR ACADÉMICO: RAFAEL MARÍN SÁNCHEZ

GRADO EN INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN
MODALIDAD CIENTÍFICO TÉCNICO
JUNIO 2012



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN



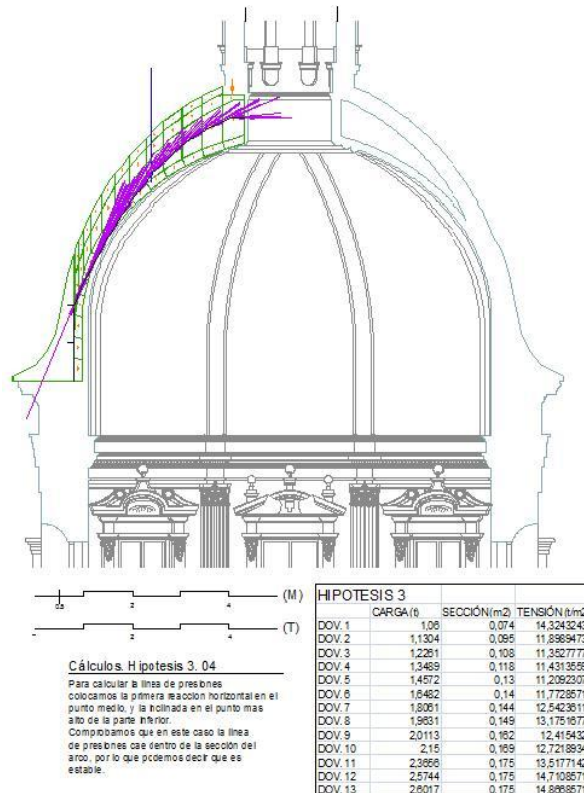
ÍNDICE

OBJETIVO : Estudio previo a la restauración orientada a profundizar en el conocimiento del comportamiento estructural, de las técnicas de ejecución y patología de los sistemas constructivos de la cúpula de la Iglesia de San Miguel y San Sebastián situada en Valencia.

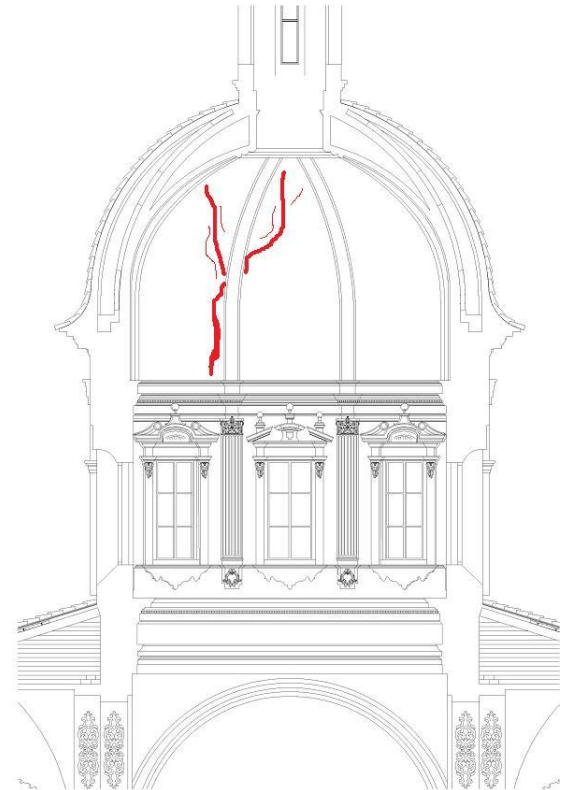
1. ANÁLISIS HISTÓRICO-CONSTRUCTIVO



2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL



3. PATOLOGÍAS



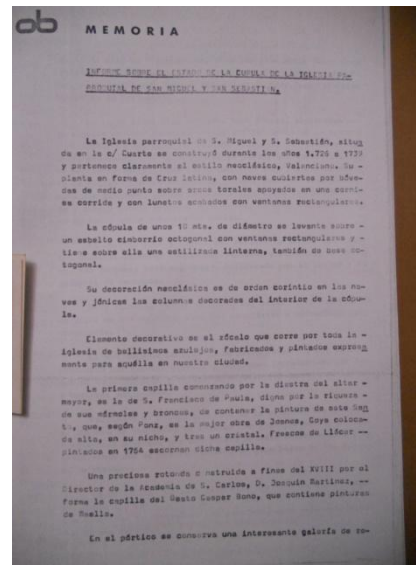
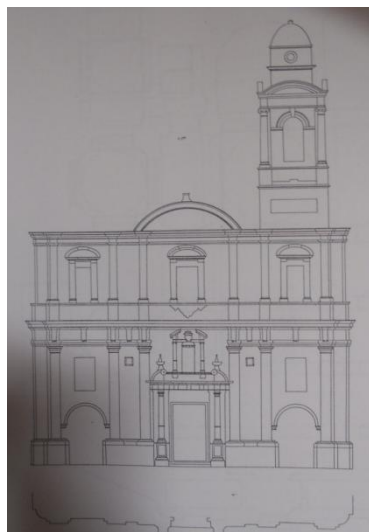
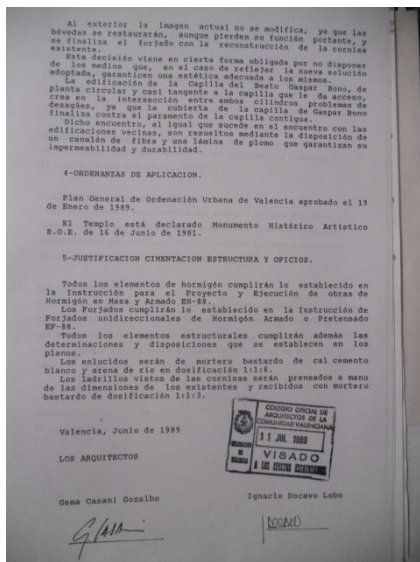
1. ANÁLISIS HISTÓRICO-CONSTRUCTIVO

METODOLOGÍA DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN:

DOCUMENTOS: - PRIMARIOS : Dibujos, láminas, proyectos...
- SECUNDARIOS: Libros, artículos de revistas...

FUENTES: - PRIMARIAS → DIRECTAS
→ INDIRECTAS

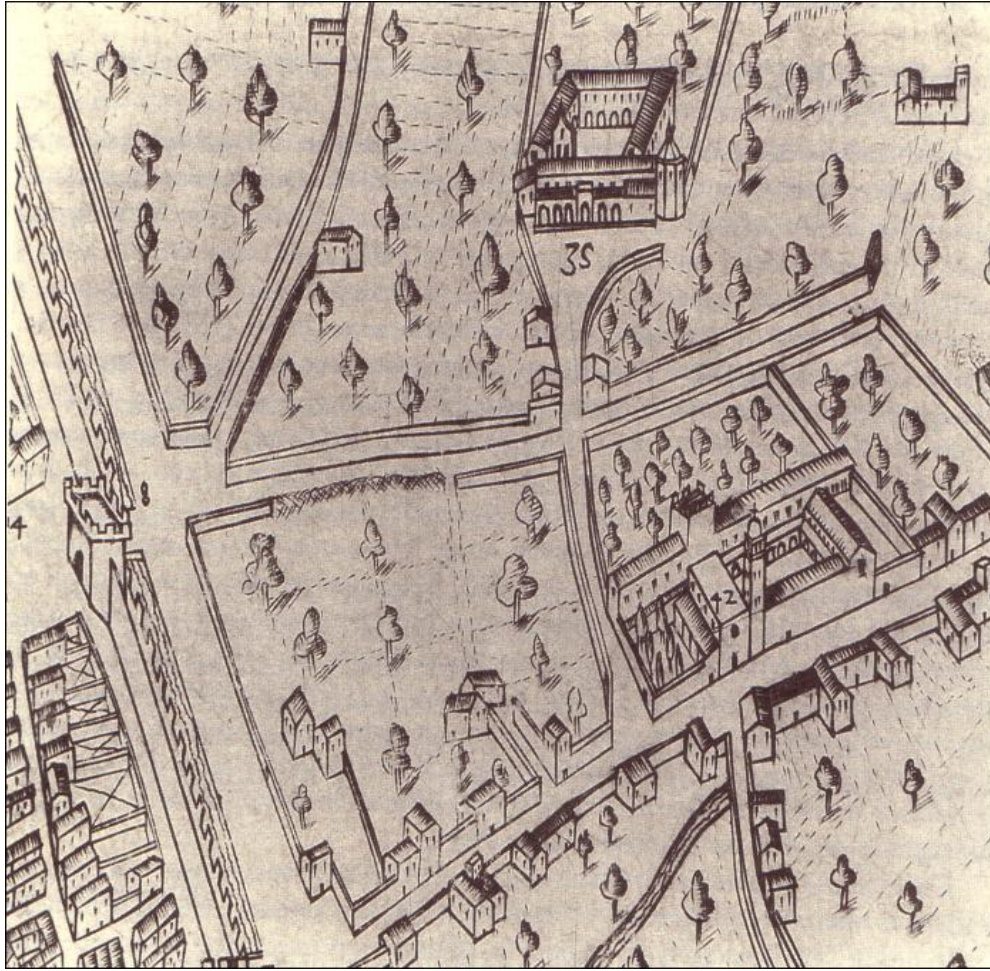
- SECUNDARIAS → VISIÓN INTUITIVA
→ VISIÓN INTELECTUAL



ARQUITECTURA		ONSTRUCCION Y		ROMOCION, S. A.		HOJA N.º	
		OBRA: SAN MIGUEL Y SAN SEBASTIÁN.					
UD	CLASE DE OBRA	Precio unidad	Medida	T O T A L			
M.º	Rejado de parte de la cubierta afectada por el plano de trabajo con aportación de la teja necesaria y limpieza de - escombros.	105	1,230	131.250.-			
P.A.	Reparación de bóveda a la catalana sobre capillas laterales mediante relleno de senos superiores con mortero especial y arcajes metálicos a los muros contrafuertes.	350.000	1	350.000.-			
M.º	Enfocados de los muros exteriores a nave principal.	120	1,660	199.200.-			
MI.	Canal de zinc recogida de aguas y de 33cm. de desarrollo colocado sobre garras metálicas.	1800	40	72.000.-			
MI.	Bajante de zinc Ø 100, inclina desviaciones del material.	1.480	40	59.200.-			
M.º	Pintura pétrea sobre enfocado de mortero de cemento.	600	120	72.000.-			
SUPA				3.581.250.-			
15% GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL				537.187,5			
TOTAL PRESUPUESTO				4.118.437,5			
				4.118.437,5			
				2.811.437,5			

NOTA: EN ESTE PRESUPUESTO NO ESTÁ INCLUIDO EL I.V.A., POR TANTO SE INCREMENTARÁ SEGUN LA NORMATIVA VIGENTE.

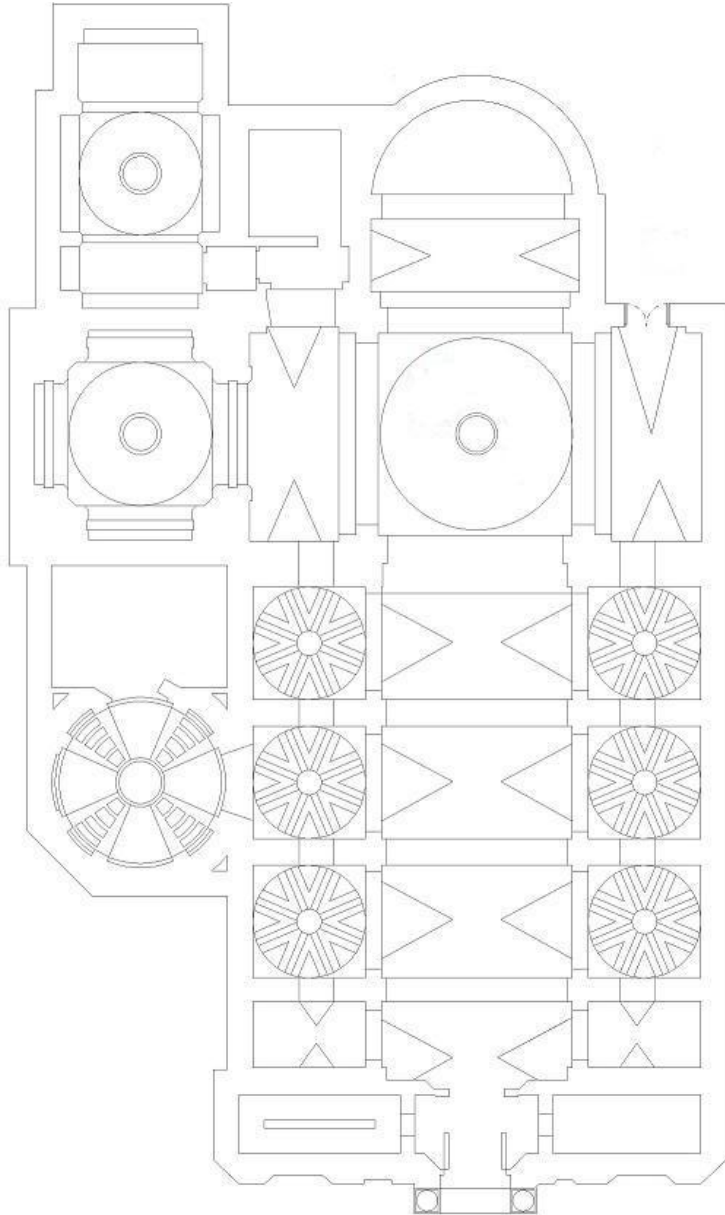
1. ANÁLISIS HISTÓRICO-CONSTRUCTIVO



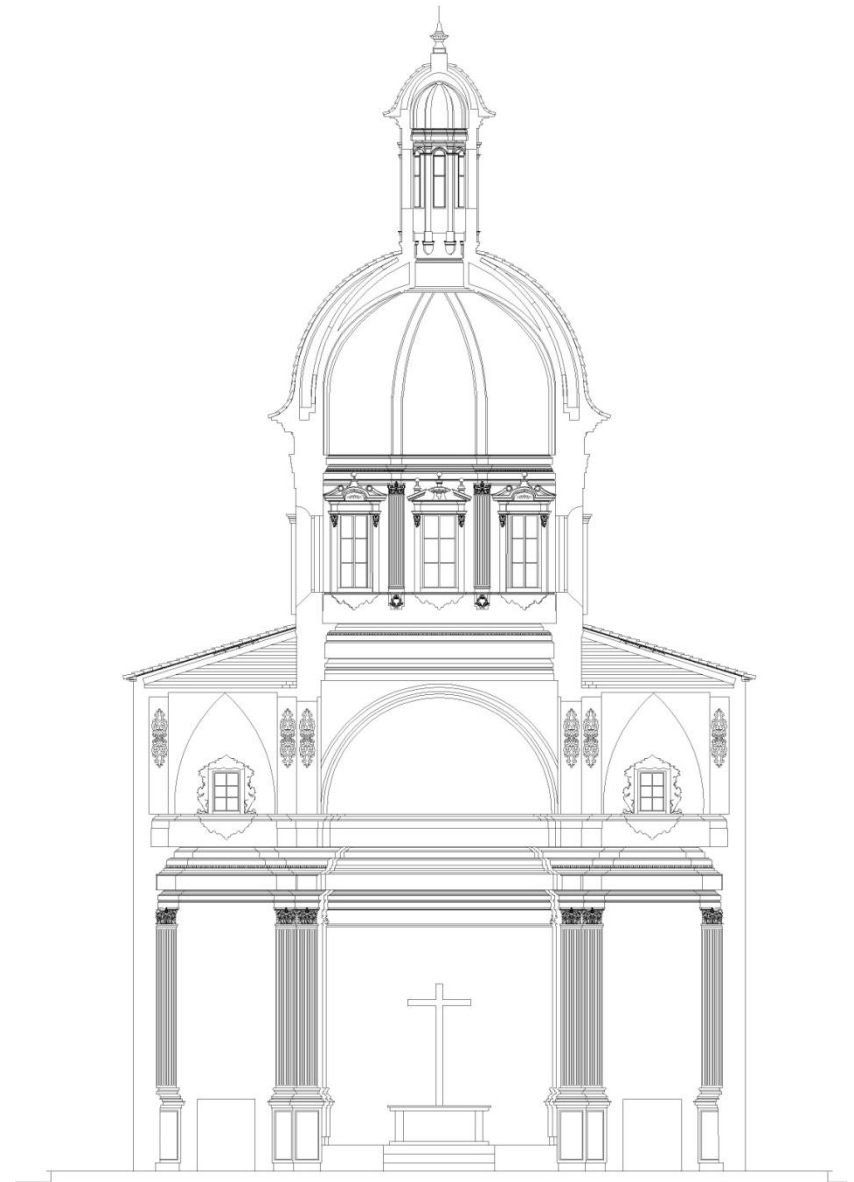
PADRE TOSCA 1.704



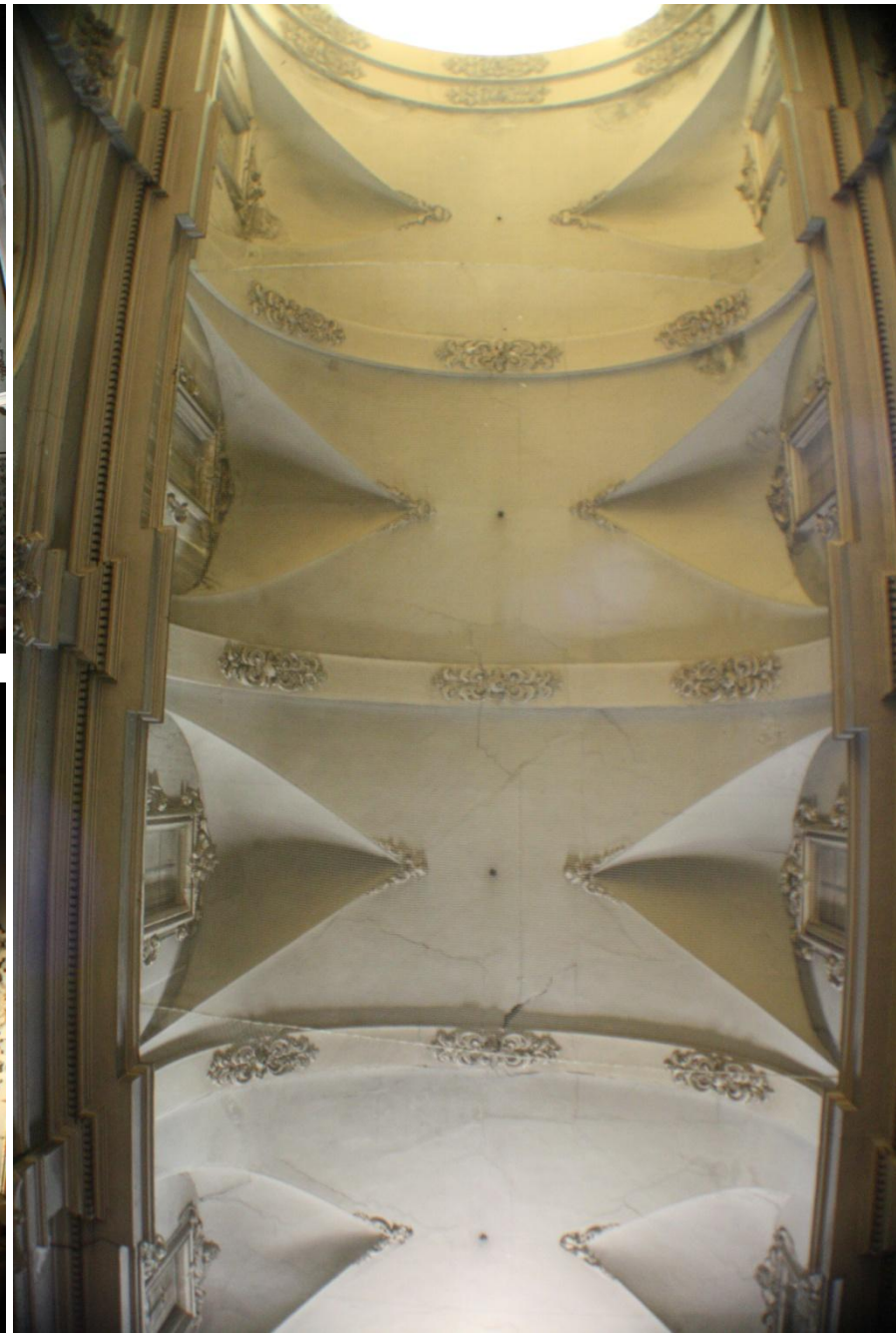
1. ANÁLISIS HISTÓRICO-CONSTRUCTIVO



PLANTA

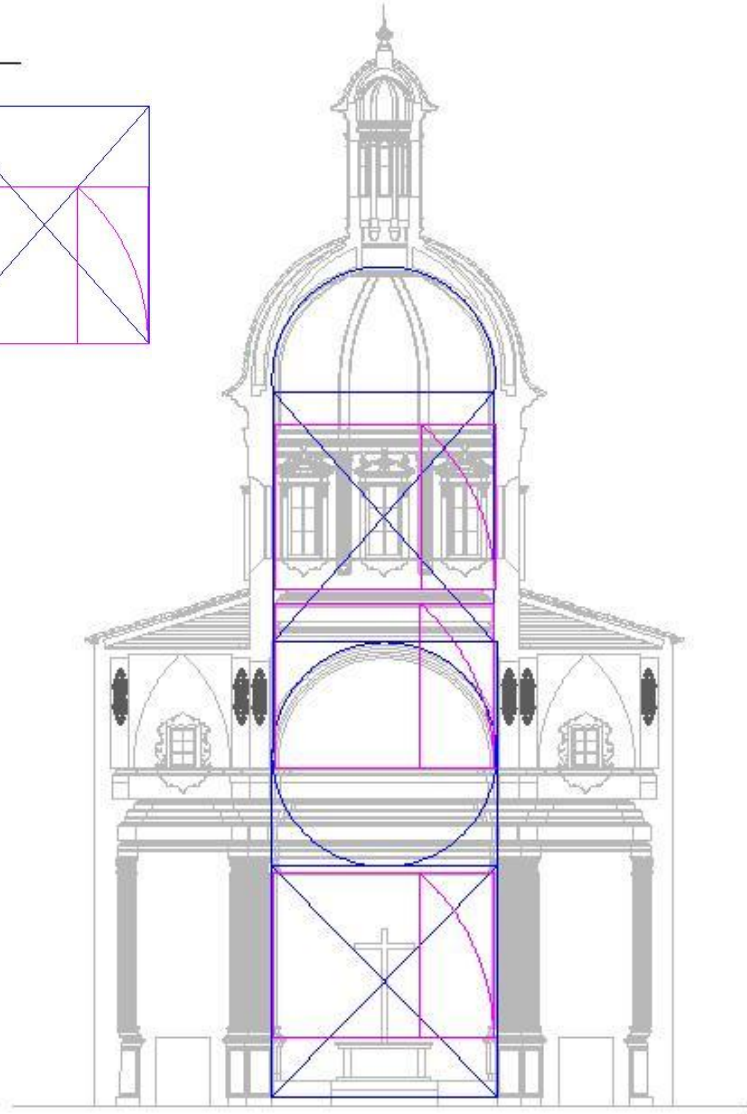
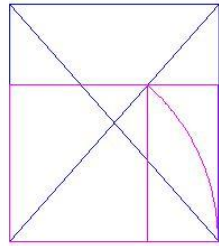
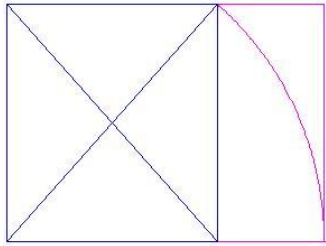


SECCION TRANSVERSAL



1. ANÁLISIS HISTÓRICO-CONSTRUCTIVO

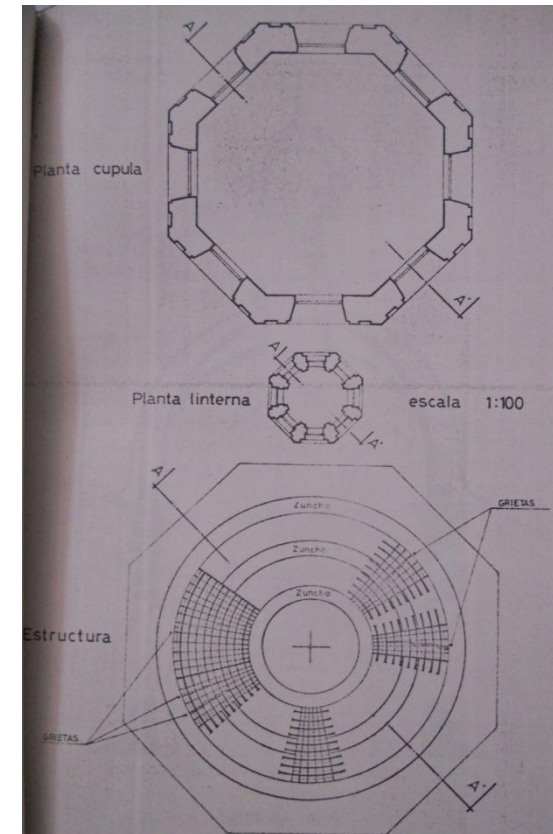
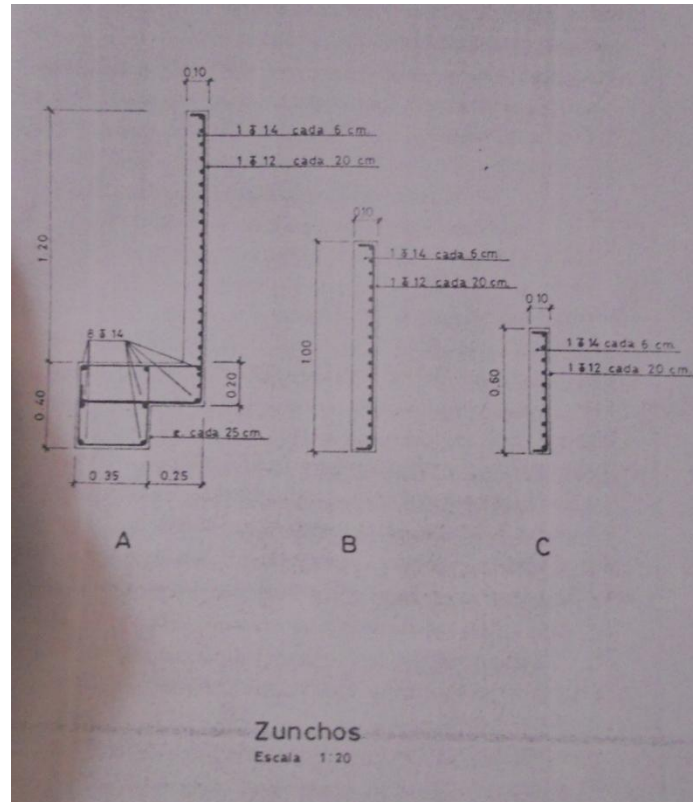
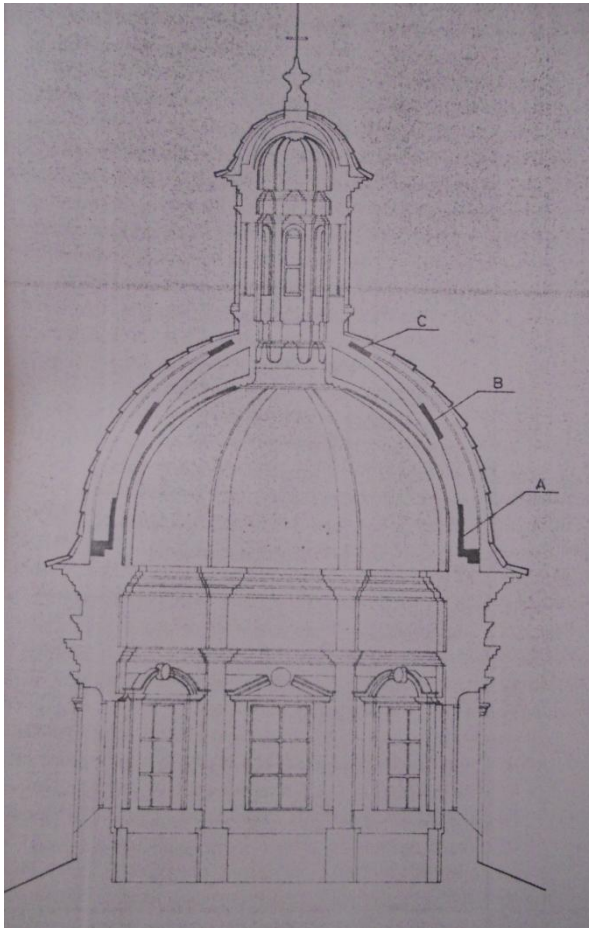
TRAZADOS REGULADORES



1. ANÁLISIS HISTÓRICO-CONSTRUCTIVO

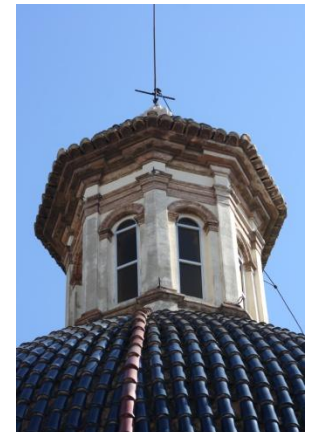
RESTAURACIONES:

- 1.977: RESTAURACIÓN DE LA CÚPULA



PLANOS ENCONTRADOS DE LA RESTAURACION

FOTOS CÚPULA ACTUAL:



1. ANÁLISIS HISTÓRICO-CONSTRUCTIVO

- 1.980: RESTAURACION DE LA FACHADA

- 1989: RESTAURACIÓN DE LA CUBIERTA

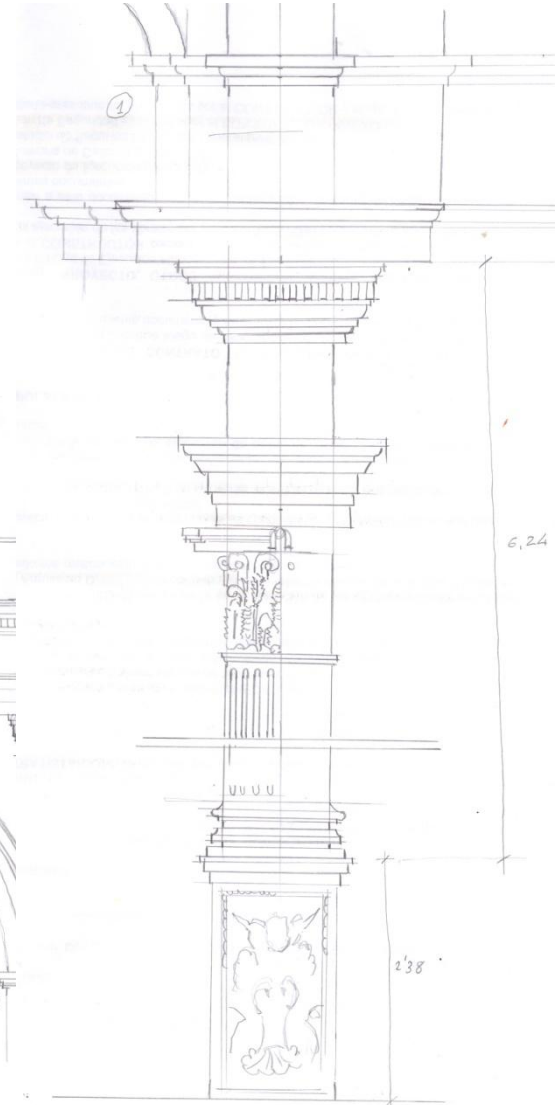
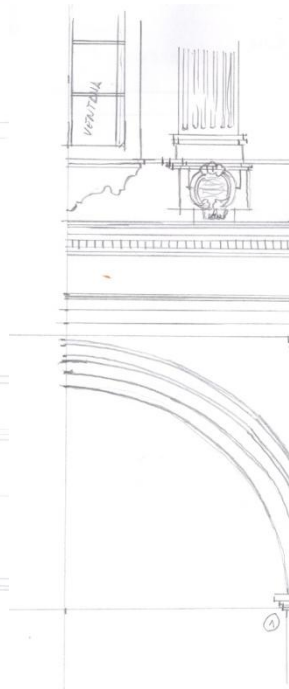
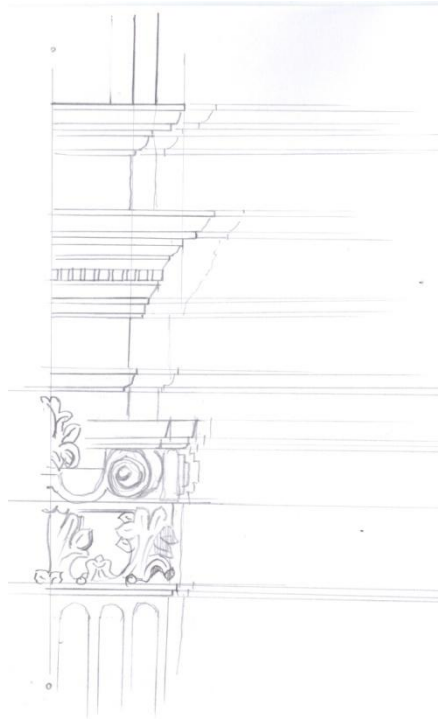
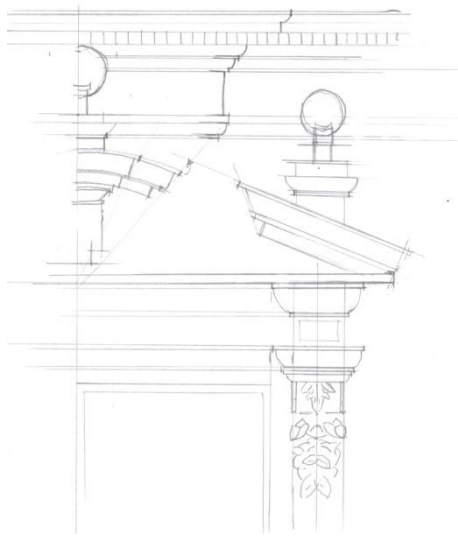


- 2.003: RESTAURACION DE LA CAPILLA DE BEATO GASPAR BONO

1. ANÁLISIS HISTÓRICO-CONSTRUCTIVO

METODOLOGÍA DE TOMA DE DATOS:

- Estación total (Estacionamiento libre)
- Autocad



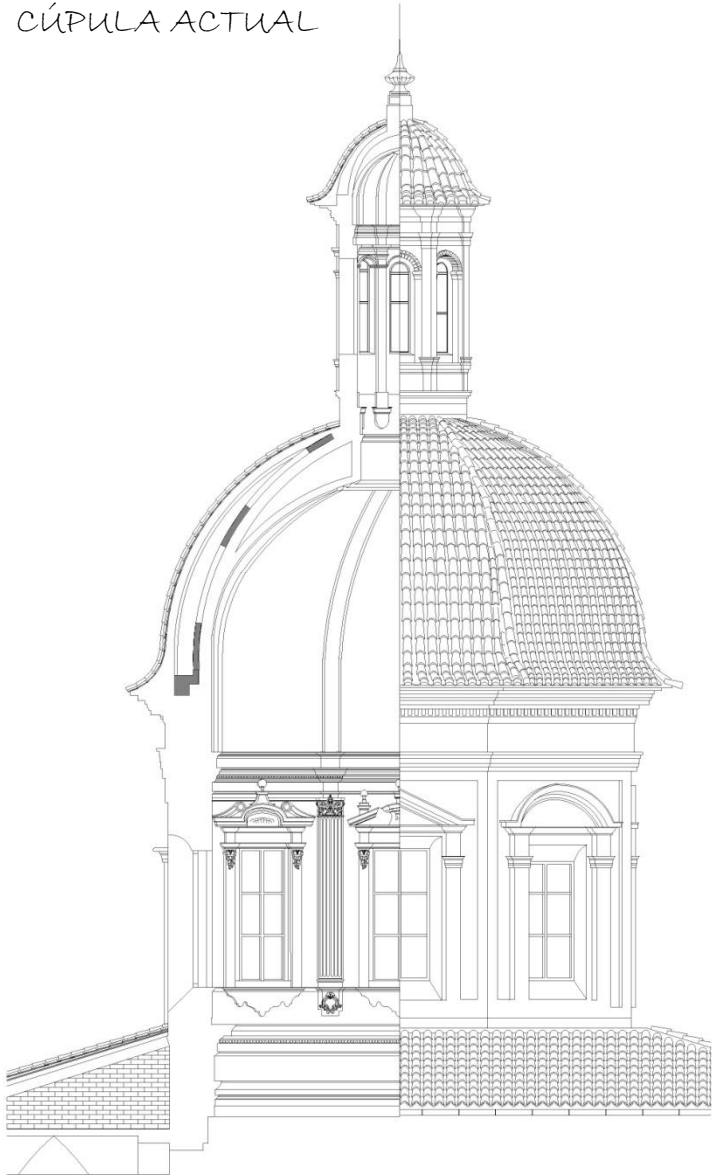
2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

TEORÍA DEL ANÁLISIS LÍMITE:

- MATERIAL RÍGIDO-UNILATERAL, QUE RESISTE COMPRESIONES PERO NO TRACCIONES.
 - TENSIONES BAJAS, NO HABIENDO PELIGRO DE FALLO POR RESISTENCIA
 - ROZAMIENTO ENTRE LOS LADRILLOS ES SUFICIENTEMENTE ALTO COMO PARA IMPEDIR SU DESLIZAMIENTO
-
- CÁLCULOS: Se han llevado a cabo mediante el STATICAL 2012, lenguaje Autoslíp, realizado por ADOLFO ALONSO, profesor de UPV.
-
- Para la realización de los análisis se a tomado la cúpula original, sin tener en cuenta la restauración llevada a cabo en 1.977

2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

CÚPULA ACTUAL



CÚPULA SOBRE LA QUE
HE REALIZADO LOS
CÁLCULOS

Tablero de ladrillo cerámico
que forma la segunda capa de
dimensiones (30.5 x 15 x 2.5 cm)

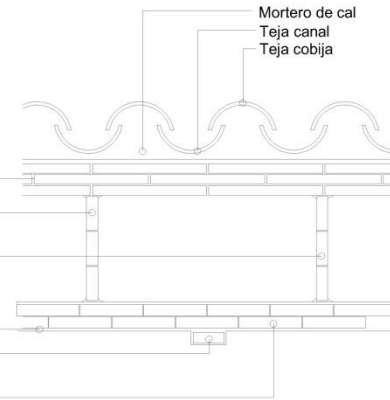
Maestra

Tabiquillo conejero formado por ladrillos
cerámicos de dimensiones (16.5 x 9 x 3 cm)

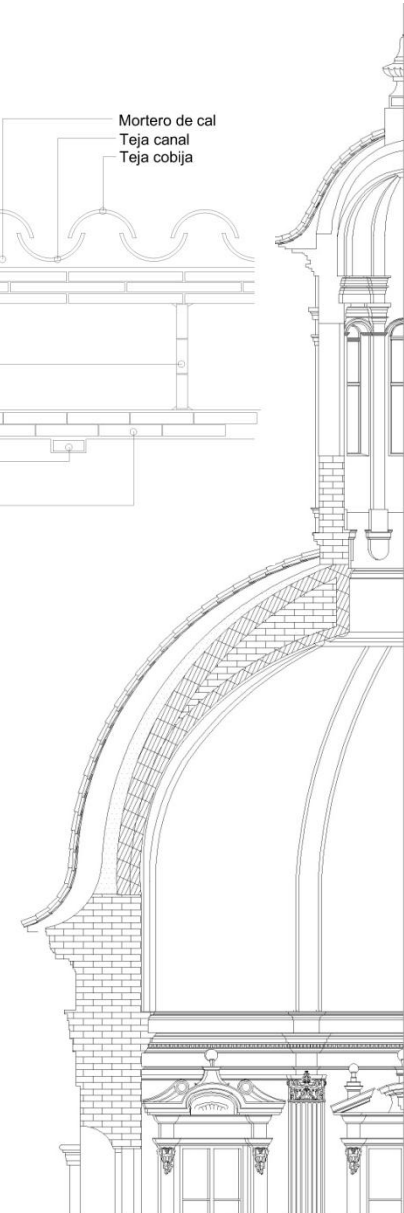
Enlucido de yeso

Nervio interior

Ladrillo cerámico que forma la primera capa
de la cúpula de medidas (16 x 8 x 3 cm)



Mortero de cal
Teja canal
Teja cobija



2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

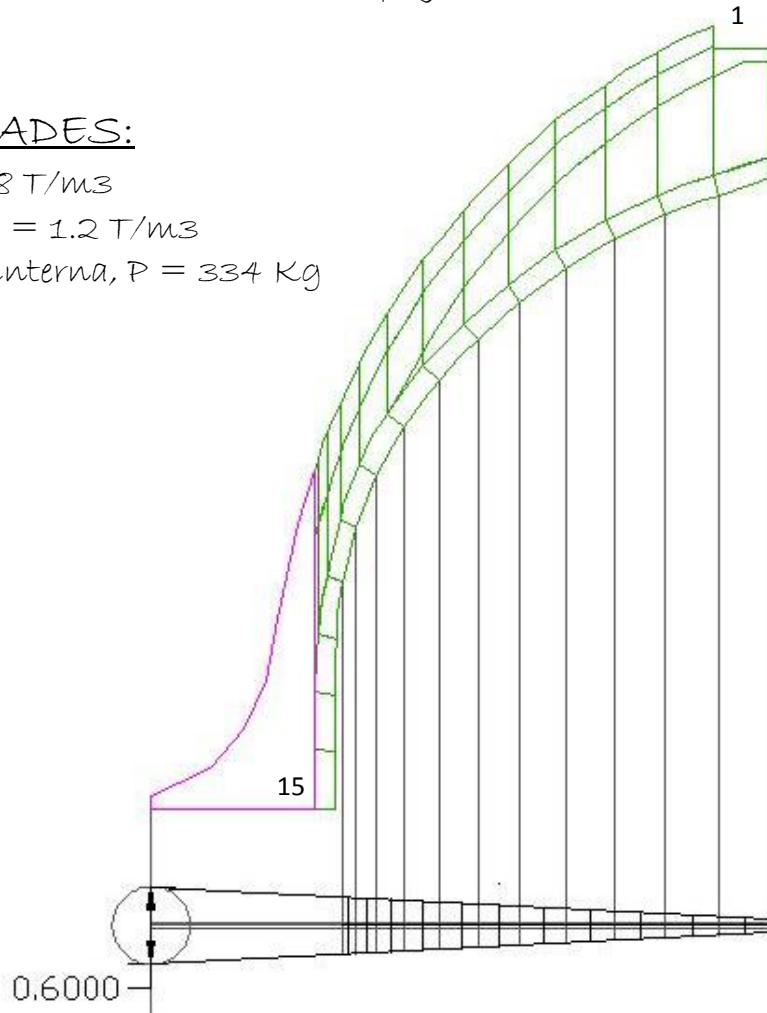
- Hemos basado los cálculos en la hipótesis más desfavorable de trabajo como bóveda, descartando la capacidad de disipar tracciones en sentido transversal, lo que ayudaría a verticalizar la línea de empujes

DENSIDADES:

$$\sigma_{\text{ladrillo}} = 1.8 \text{ T/m}^3$$

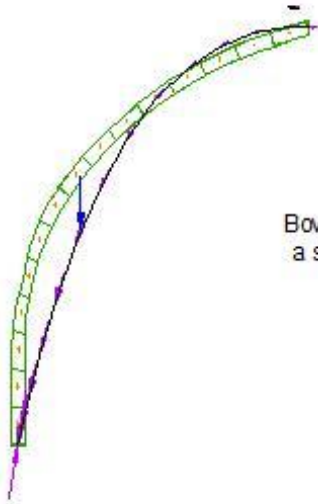
$$\sigma_{\text{teja + mortero}} = 1.2 \text{ T/m}^3$$

$$\text{Peso de la linterna, } P = 334 \text{ Kg}$$

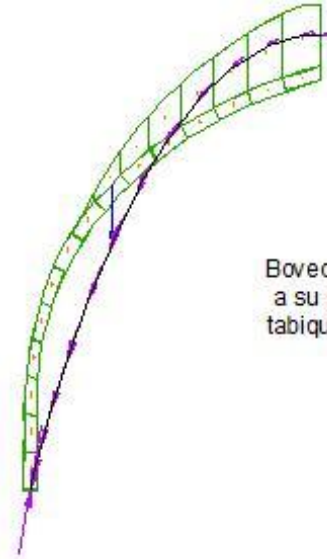


DOVELA	ANCHO DOVELA (m)
1	0.1245
2	0.1667
3	0.2083
4	0.248
5	0.2859
6	0.3214
7	0.3518
8	0.383
9	0.408
10	0.4275
11	0.4416
12	0.4416
13	0.4416
14	0.4416
15	0.4416

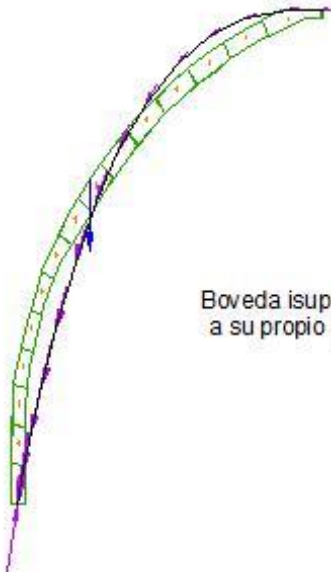
2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL



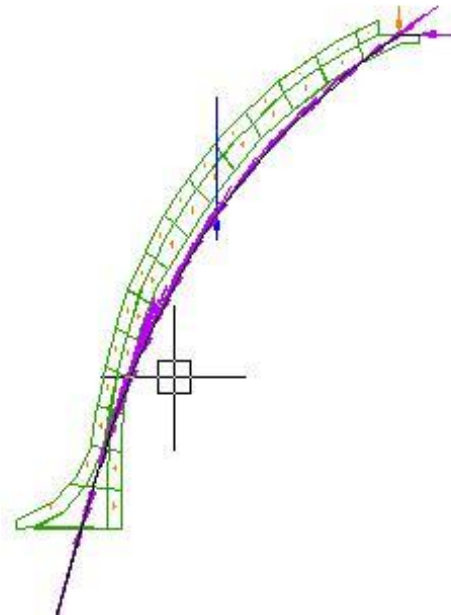
Boveda interior sometida
a su propio peso



Boveda interior sometida
a su propio peso + peso de los
tabiquillos



Boveda isuperior sometida
a su propio peso



Boveda superior sometida
a su propio peso + teja + peso
de la linterna

2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

HIPÓTESIS 1.

Datos: Las dos bóvedas son tabicadas, $\sigma_{\text{ladrillo}} = 1.8 \text{ T/m}^3$
Cubierta, $\sigma_{\text{teja + mortero}} = 1.2 \text{ T/m}^3$
Un tabiquillo cada 60 cm, de 4 cm de espesor, $\sigma_{\text{ladrillo}} = 1.8 \text{ T/m}^3$
Peso de la linterna, $P = 334 \text{ Kg}$

HIPÓTESIS 2:

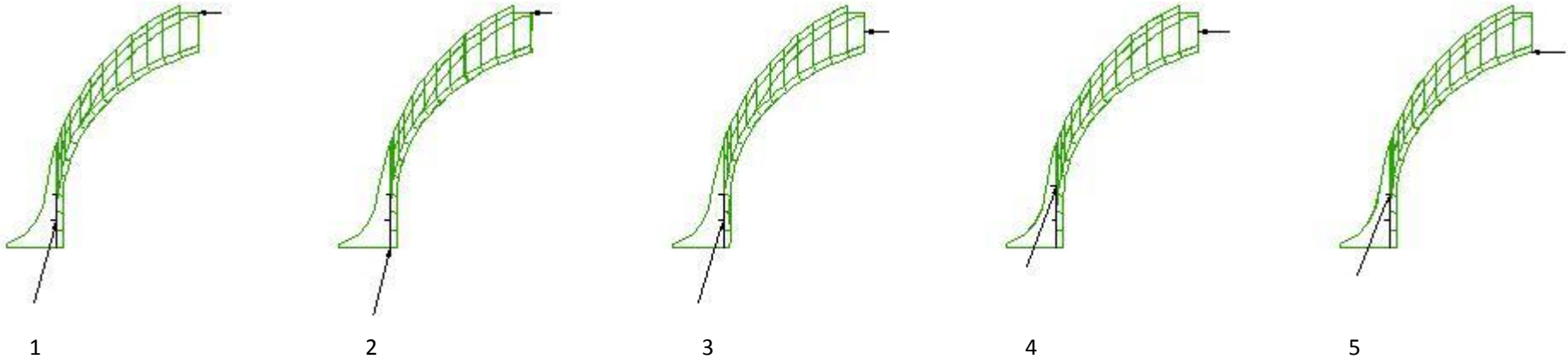
Datos: Las dos bóvedas son tabicadas, $\sigma_{\text{ladrillo}} = 1.8 \text{ T/m}^3$
Cubierta, $\sigma_{\text{teja + mortero}} = 1.2 \text{ T/m}^3$
Entre las bóvedas no existe tabiquillo
Peso de la linterna, $P = 334 \text{ Kg}$

HIPÓTESIS 3.

Datos: Las dos bóvedas son tabicadas, $\sigma_{\text{ladrillo}} = 1.8 \text{ T/m}^3$
Cubierta, $\sigma_{\text{teja + mortero}} = 1.2 \text{ T/m}^3$
Un tabiquillo cada 60 cm ($\sigma_{\text{ladrillo}} = 1.8 \text{ T/m}^3$) y el resto se encuentra
relleno con mortero $\sigma_{\text{mortero}} = 1.6 \text{ T/m}^3$
Peso de la linterna, $P = 334 \text{ Kg}$

2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

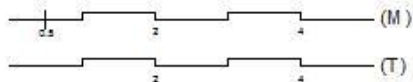
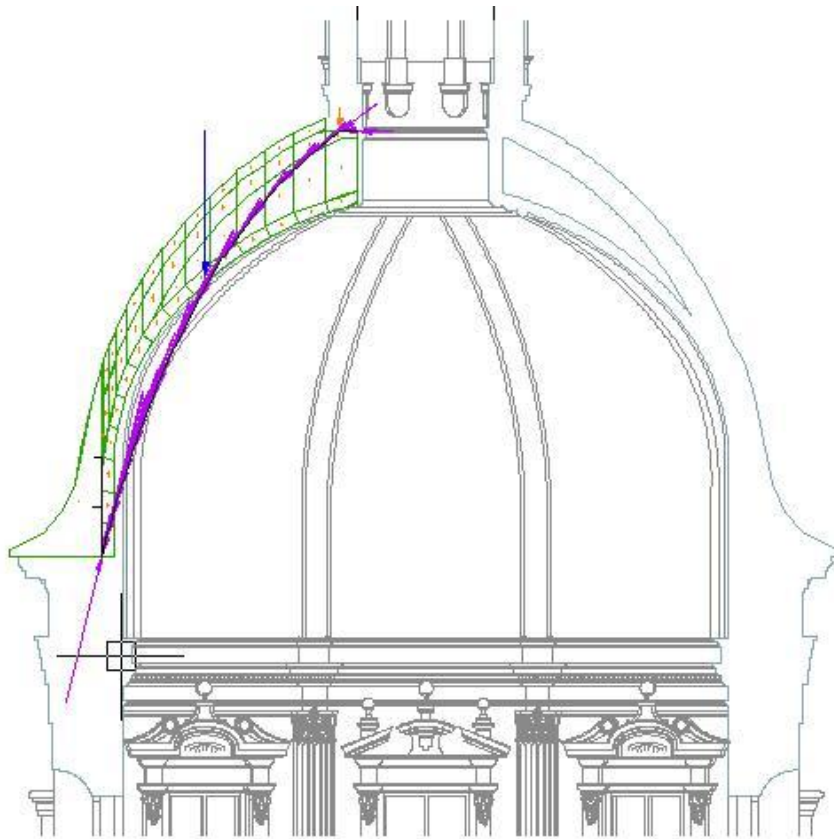
REACCIONES:



2 - EMPUJE MÍNIMO

5 - EMPUJE MÁXIMO

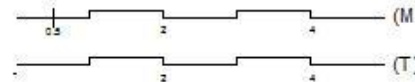
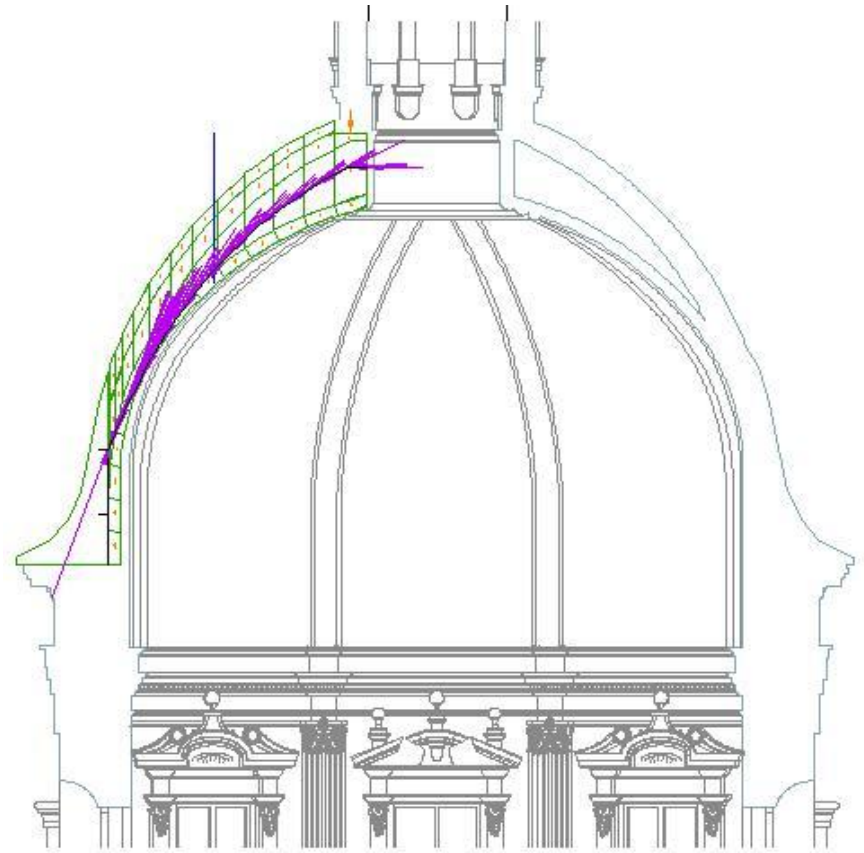
PRIMERA HIPOTESIS:



Cálculos. Hipotesis 1. 02

EMPUJE MÍNIMO

Para calcular la línea de presiones colocamos la primera reacción horizontal en el punto más alto, y la inclinada en el punto más bajo de la parte inferior. Comprobamos que en este caso la línea de presiones no cae dentro de la sección del arco, por lo que podemos decir que no es estable.

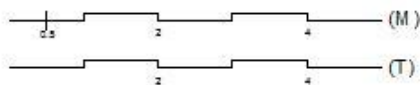
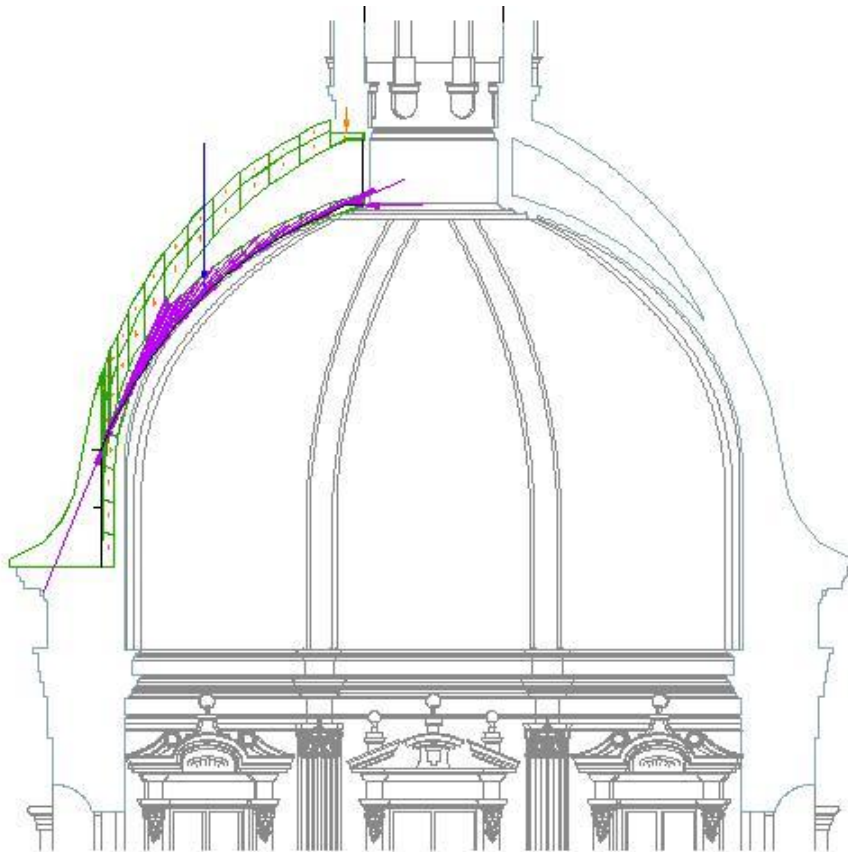


Cálculos. Hipotesis 1. 04

Para calcular la línea de presiones colocamos la primera reacción horizontal en el punto medio, y la inclinada en el punto más alto de la parte inferior. Comprobamos que en este caso la línea de presiones cae dentro de la sección del arco, por lo que podemos decir que es estable.

HIPOTESIS 1			
	CARGA (t)	SECCIÓN (m2)	TENSIÓN (t/m2)
DOV. 1	0,8404	0,074	11,35675676
DOV. 2	0,8669	0,096	9,125263158
DOV. 3	0,915	0,108	8,472222222
DOV. 4	0,9777	0,118	8,28569322
DOV. 5	1,0489	0,13	8,06461538
DOV. 6	1,155	0,14	8,25
DOV. 7	1,2665	0,144	8,788194444
DOV. 8	1,3604	0,149	9,130201342
DOV. 9	1,5584	0,162	9,619753088
DOV. 10	1,6975	0,169	10,0443787
DOV. 11	1,8721	0,175	10,69771429
DOV. 12	2,1254	0,175	12,14514286
DOV. 13	2,1529	0,175	12,30228571

SEGUNDA HIPOTESIS:

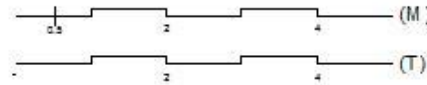
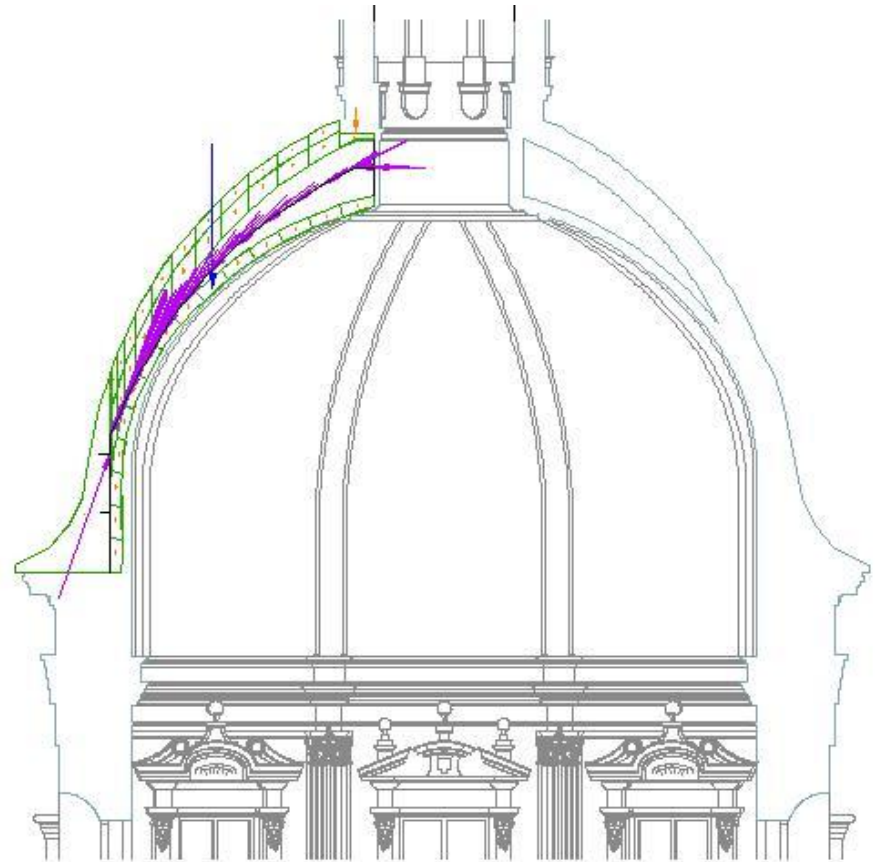


Cálculos. Hipotesis 2. 05

EMPUJE MÁXIMO

Para calcular la línea de presiones colocamos la primera reacción horizontal en el punto más bajo, y la inclinada en el punto más alto de la parte inferior.

Comprobamos que en este caso la línea de presiones no cae dentro de la sección del arco, por lo que podemos decir que no es estable.



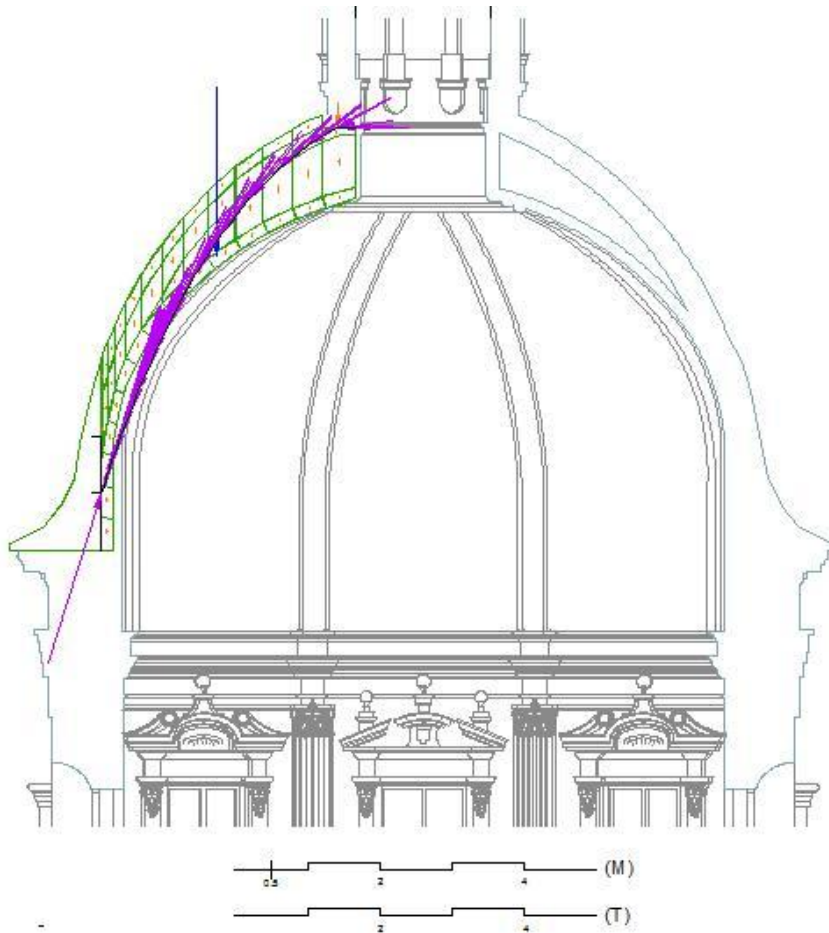
Cálculos. Hipotesis 2. 04

Para calcular la línea de presiones colocamos la primera reacción horizontal en el punto medio, y la inclinada en el punto más alto de la parte inferior.

Comprobamos que en este caso la línea de presiones cae dentro de la sección del arco, por lo que podemos decir que es estable.

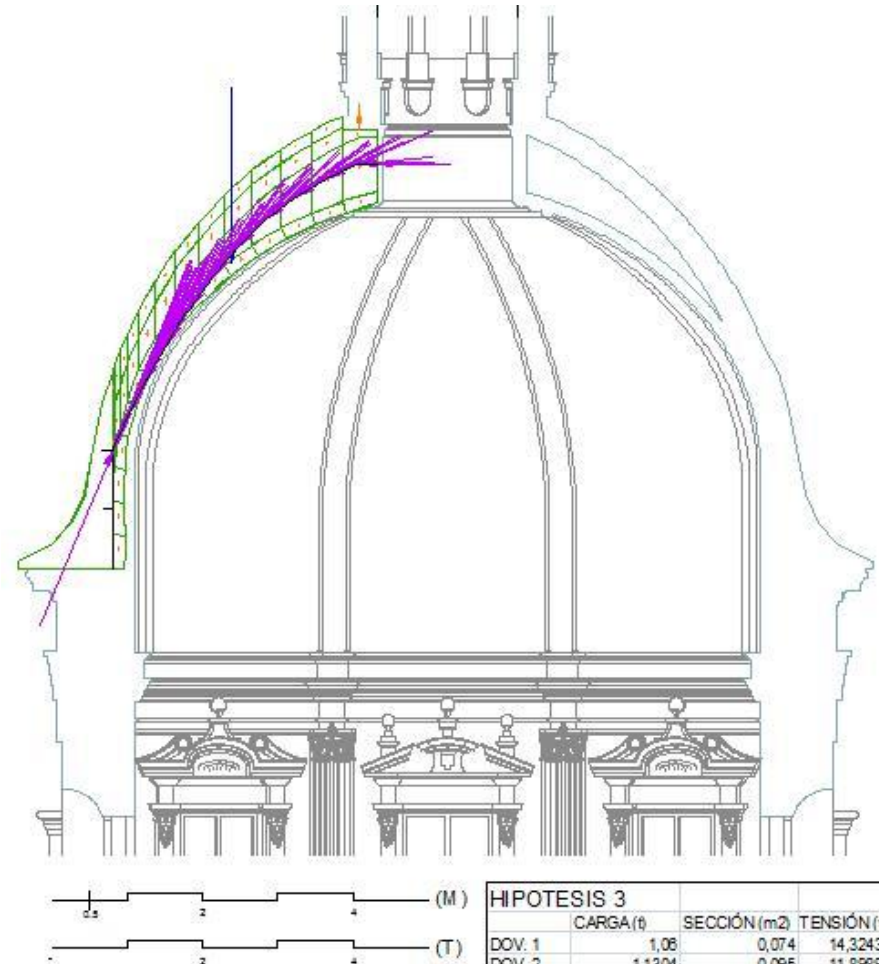
HIPOTESIS 2			
	CARGA(t)	SECCIÓN (m2)	TENSIÓN (tm2)
DOV. 1	0,7685	0,074	10,38513514
DOV. 2	0,8001	0,095	8,422105263
DOV. 3	0,8219	0,108	7,610185185
DOV. 4	0,8522	0,118	7,222033898
DOV. 5	0,9231	0,13	7,100769231
DOV. 6	1,0416	0,14	7,44
DOV. 7	1,123	0,144	7,798611111
DOV. 8	1,3346	0,149	8,95704698
DOV. 9	1,444	0,162	8,913580247
DOV. 10	1,592	0,169	9,420118343
DOV. 11	1,6948	0,175	9,684571429
DOV. 12	1,9481	0,175	11,132
DOV. 13	1,9757	0,175	11,28971429

TERCERA HIPOTESIS:



Cálculos. Hipotesis 3. 01

Para calcular la línea de presiones colocamos la primera reacción horizontal en el punto más alto, y la inclinada en el punto medio de la parte inferior.
Comprobamos que en este caso la línea de presiones no cae dentro de la sección del arco, por lo que podemos decir que no es estable.



Cálculos. Hipotesis 3. 04

Para calcular la línea de presiones colocamos la primera reacción horizontal en el punto medio, y la inclinada en el punto más alto de la parte inferior.
Comprobamos que en este caso la línea de presiones cae dentro de la sección del arco, por lo que podemos decir que es estable.

HIPOTESIS 3			
	CARGA (t)	SECCIÓN (m2)	TENSIÓN (t/m2)
DOV. 1	1,06	0,074	14,32432432
DOV. 2	1,1304	0,095	11,89894737
DOV. 3	1,2261	0,108	11,35277778
DOV. 4	1,3489	0,118	11,43135593
DOV. 5	1,4572	0,13	11,20923077
DOV. 6	1,6482	0,14	11,77285714
DOV. 7	1,8081	0,144	12,54236111
DOV. 8	1,9631	0,149	13,17516779
DOV. 9	2,0113	0,162	12,4154321
DOV. 10	2,15	0,169	12,72189649
DOV. 11	2,3686	0,175	13,51771429
DOV. 12	2,5744	0,175	14,71085714
DOV. 13	2,6017	0,175	14,8685714

2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

CONCLUSIONES:

- PROBLEMA DE DEFINICIÓN GEOMÉTRICA.

- PROBLEMAS DE ESTABILIDAD:

Tensión del ladrillo $\pm 300 \text{ Kg/m}^2$

HIPOTESIS 1			
	CARGA (t)	SECCIÓN (m2)	TENSIÓN (t/m2)
DOV. 1	0,8404	0,074	11,35675676
DOV. 2	0,8669	0,095	9,125263158
DOV. 3	0,915	0,108	8,472222222
DOV. 4	0,9777	0,118	8,28559322
DOV. 5	1,0489	0,13	8,068461538
DOV. 6	1,155	0,14	8,25
DOV. 7	1,2655	0,144	8,788194444
DOV. 8	1,3604	0,149	9,130201342
DOV. 9	1,5584	0,162	9,619753086
DOV. 10	1,6975	0,169	10,0443787
DOV. 11	1,8721	0,175	10,69771429
DOV. 12	2,1254	0,175	12,14514286
DOV. 13	2,1529	0,175	12,30228571

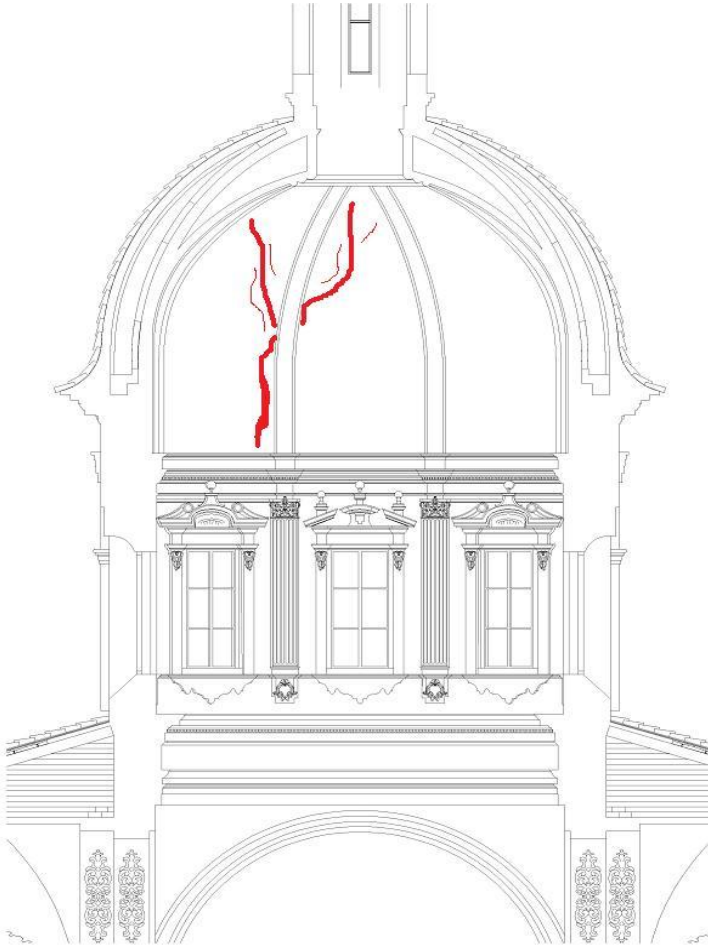
HIPOTESIS 2			
	CARGA (t)	SECCIÓN (m2)	TENSIÓN (t/m2)
DOV. 1	0,7685	0,074	10,38513514
DOV. 2	0,8001	0,095	8,422105263
DOV. 3	0,8219	0,108	7,610185185
DOV. 4	0,8522	0,118	7,222033898
DOV. 5	0,9231	0,13	7,100769231
DOV. 6	1,0416	0,14	7,44
DOV. 7	1,123	0,144	7,798611111
DOV. 8	1,3346	0,149	8,95704698
DOV. 9	1,444	0,162	8,913580247
DOV. 10	1,592	0,169	9,420118343
DOV. 11	1,6948	0,175	9,684571429
DOV. 12	1,9481	0,175	11,132
DOV. 13	1,9757	0,175	11,28971429

HIPOTESIS 3			
	CARGA (t)	SECCIÓN (m2)	TENSIÓN (t/m2)
DOV. 1	1,08	0,074	14,32432432
DOV. 2	1,1304	0,095	11,89694737
DOV. 3	1,2261	0,108	11,35277778
DOV. 4	1,3489	0,118	11,43135593
DOV. 5	1,4572	0,13	11,20923077
DOV. 6	1,6482	0,14	11,77285714
DOV. 7	1,8061	0,144	12,54236111
DOV. 8	1,9631	0,149	13,17516779
DOV. 9	2,0113	0,162	12,4154321
DOV. 10	2,15	0,169	12,72189849
DOV. 11	2,3656	0,175	13,51771429
DOV. 12	2,5744	0,175	14,71085714
DOV. 13	2,6017	0,175	14,86685714

Tensión mayor = $14.86 \text{ Kg/m}^2 < 300 \text{ Kg/m}^2$

3. LESIONES

- LESIÓN 1: GRIETA EN LA CÚPULA



2) DESCRIPCION

Se trata de una grieta en sentido radial que en su parte mas ancha puede llegar hasta los 3 centímetro de grosor.

Observamos en la foto como en la parte mas ancha de la grieta, en la reforma llevada a cabo en el año 1977 se pusieron unos listones de madera.



3. LESIONES

3) POSIBLES CAUSAS

Posiblemente las grietas aparecidas en la cúpula fueran causadas al asentarse las cimentaciones y por los movimientos de tierras

Las vibraciones causadas por el paso del tranvía por la calle Quart también podrían haber influido en la aparición de estas.



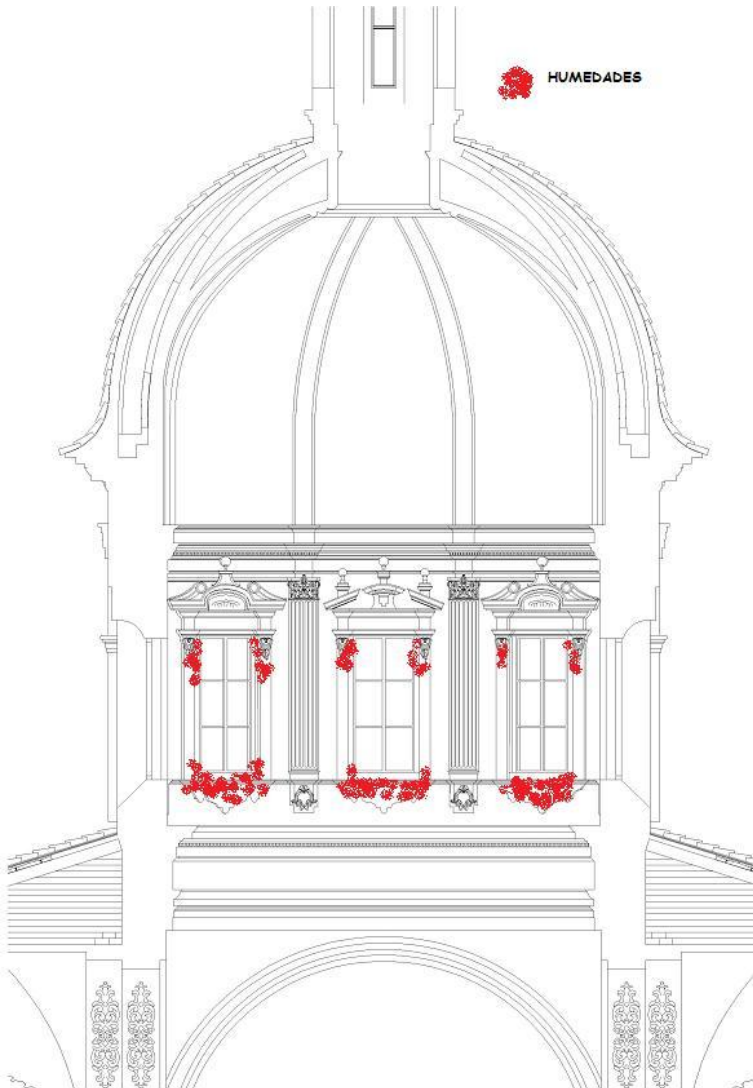
4) PROPUESTA SECUENCIAL PARA LA REPARACIÓN

1. Exploraciones para averiguar hasta que punto se ven afectadas las bóvedas que forman la cúpula
2. Una vez observados los daños ocasionados proceder al cosido de las grietas
3. Al observar la grieta lo mas probable es que haya ladrillos de los que forman la cúpula rotos o en mal estado, asique se procedería a cambiar los ladrillos por unos nuevos.
4. Se debería plantear el atirantamiento de algunas partes de la cúpula como es la linterna, debido a que la patología a conllevado al desplazamiento de algunas de sus partes.



3. LESIONES

- LESIÓN 2:



2) DESCRIPCION

Eflorescencias bajo las ventanas del tambor, con manchas visibles , incluso en algunas zonas perdidas de material.

Se observan una serie de fisuras por debajo de la ventana.

3) POSIBLES CAUSAS

La carpintería de las ventanas del tambor no es suficientemente estanca lo que hace que en días lluviosos entre el agua por diversas partes , produciendose manchas y deterioro de la carpintería.

Las fisuras pueden ser debidas a una concentración de tensiones bajo la ventana.

3. LESIONES

4) PROPUESTA SECUENCIAL PARA LA REPARACIÓN

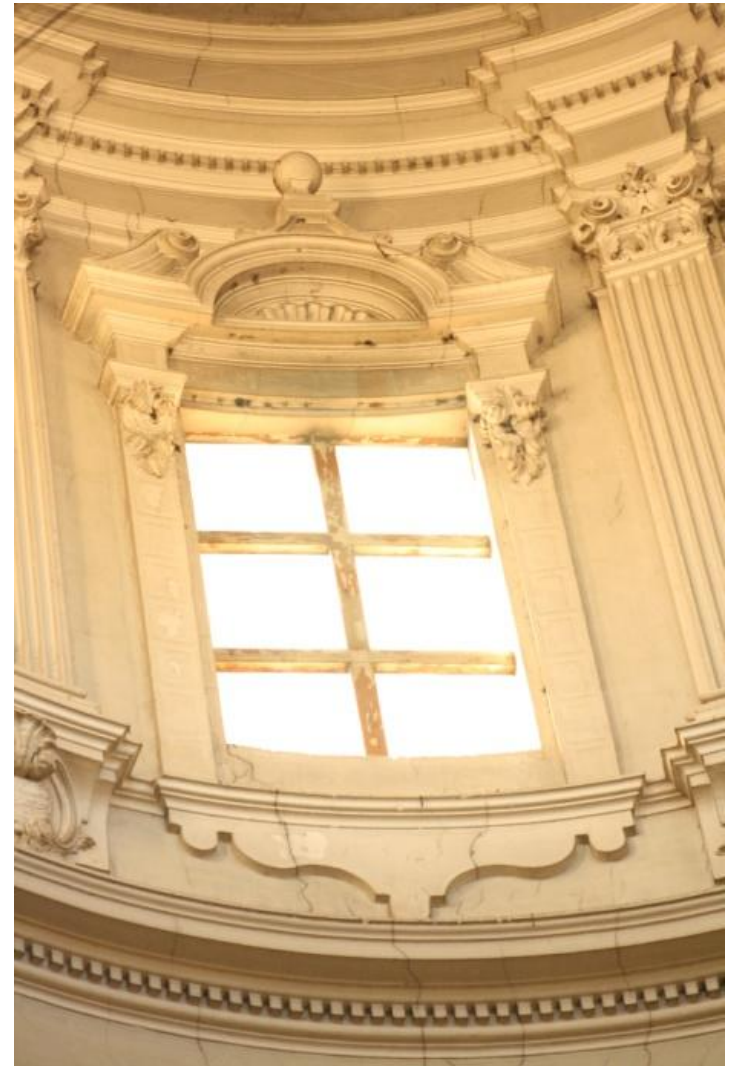
Se procedería al desmontaje de la carpintería de las ventanas y a la colocación de unas nuevas con un correcto sellado, utilizando lamina impermeabilizante que evite la penetración del agua.

En las zonas donde se a producido perdida del material, se procedería al relleno de las zonas afectadas con mortero.

Las eflorescencias se limpian mediante los productos adecuados.

Para la reparación de las fisuras de debajo de la ventana se colocaría un durmiente de un material mas rígido, que no permitiera la concentración de tensiones.

Mejorar la ventilación



FIN

