

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA CÚPULA DEL CRISTO (La Font d'En Carròs)



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

PROYECTO FINAL DE GRADO

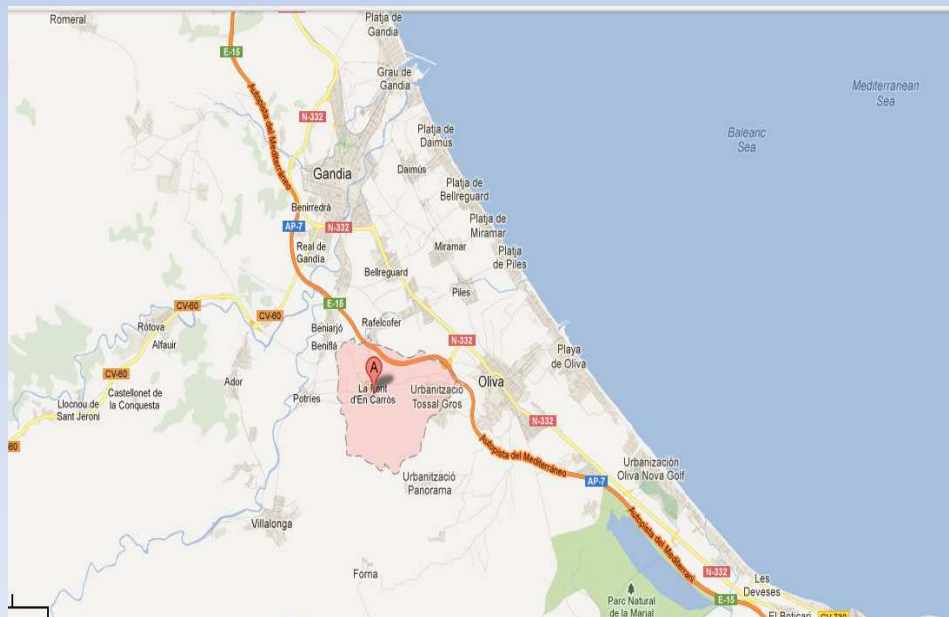
AUTOR: Raimon Camarena Peiró

OBJETIVO DEL ESTUDIO

- Conocer más a fondo el pueblo de La Font.
- Realizar una labor de interés sobre el inmueble, ya que se trata de una iglesia con muy poca documentación al respecto.
- Comprobar el estado actual en el que se encuentra la cúpula.
- Si es estable y segura frente a su peso propio.
- Medidas de precaución si no fuese estable y segura.
- Realización de planos generales.

LOCALIZACIÓN DEL INMUEBLE Y LA CÚPULA

- El municipio de La Font esta situado en el sureste de la provincia de Valencia, en la comarca de la Safor. La parroquia se encuentra en la parte más alta de la villa en la calle Cristo del Amparo 26.

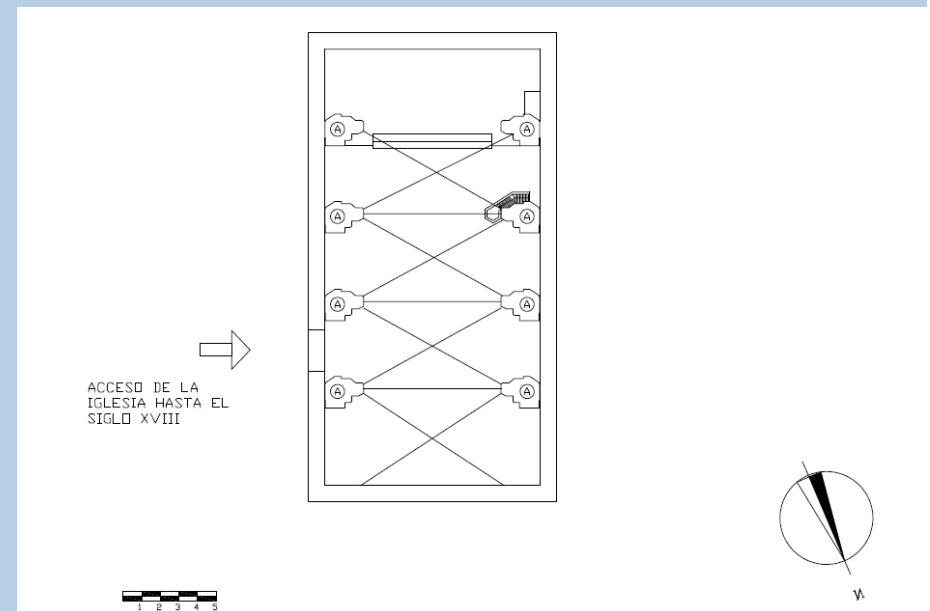


GUIÓN PROYECTO FINAL DE GRADO:

1. Introducción
2. Metodología de trabajo.
3. Fases de construcción y estado actual del edificio.
4. Metodología del levantamiento.
5. Trazados reguladores.
6. Análisis estructural.
7. Conclusiones.
8. Lesiones

1 INTRODUCCIÓN

- Se trata de una iglesia de reconquista (gótico valenciano) , surge como consecuencia de las necesidades de ese periodo 1220-1245.
- Asentada sobre la cimentación de una antigua mezquita se levanta la parroquia de San Antonino, esta mezquita árabe fue derribada para la construcción de la nueva iglesia cristiana en 1329.
- La nueva iglesia fue construida según las técnicas y el esquema estructural básico de la época:
 - Nave única de poca altura con escasa iluminación y estructurada con cuatro tramos cubiertos seguramente con arcos diafragma de planta rectangular.
 - La cubierta de la nave era de armadura de madera a dos aguas sobre arcos diafragma.
- La primitiva iglesia de la Font debiera tener un aspecto semejante al del esquema.



2. METODOLOGIA DE TRABAJO

- **RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN MEDIANTE FUENTES INDIRECTAS Y FUENTES DIRECTAS.**

- **FUENTES INDIRECTAS:** el párroco del pueblo y un aparejador que realizó una tasación del inmueble.

- **FUENTES DIRECTAS:** No había casi información sobre este monumento, se busco en los archivos parroquiales y no se encontró nada, debido a la quema de documentos en la guerra civil. La única fuente directa es el propio inmueble.

- **SE PROCEDIO A REALIZAR EL LEVANTAMIENTO GRAFICO MEDIANTE CROQUIS CON SU POSTERIOR MEDICIÓN Y ACOTACIÓN CON AYUDA DE UN DISTANCIOMETRO LASER.**

3.FASES DE CONSTRUCCIÓN

•En la iglesia de San Antonino se pueden diferenciar 4 periodos de construcción bien diferenciados.

1-Siglo XIV ,nave única de planta rectangular.

2-Siglo XVII, naves laterales de estilo renacentista.

3-Siglo XVIII,torre campanario y capilla del actual coro. De estilo barroco.

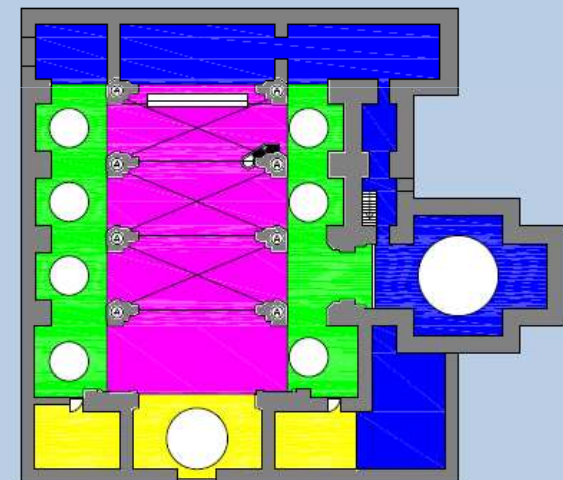
4-Finalmente ya en los Siglos XIX-XX, la construcción de la capilla del Crist de L' Empara y el actual presbiterio.

SIGLO XIV

SIGLO XVII

SIGLO XVIII

SIGLOS XIX-XX



•Vamos a ver con un poco mas de detalle las últimas reformas que se han realizado en el edificio en el Siglos XIX-XX que son:

1- El derrumbamiento de la casa abadía y la construcción de la Capilla del Cristo (1890) donde se localiza la Cúpula de nuestro estudio.



2- Se rebajó el pavimento de la iglesia 7 palmos.



3-Picado de los arcos apuntados en el año 1986.



- Nombrar que en la Comunidad Valenciana sólo hay dos construcciones de la misma época con idénticas técnicas de construcción: el Monasterio de San Jerónimo de Cotalba y la iglesia parroquial de Palma de Gandía.



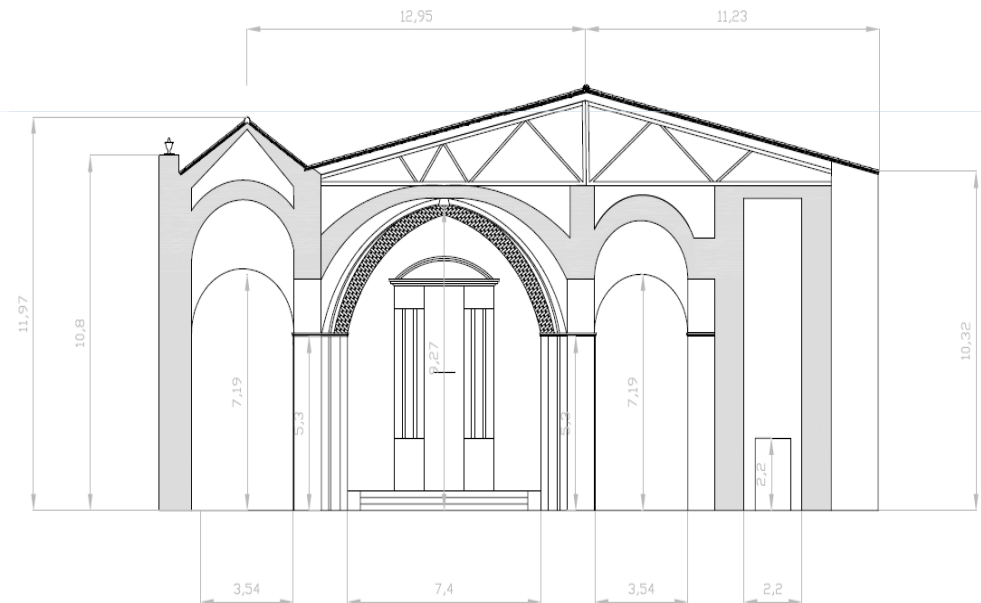
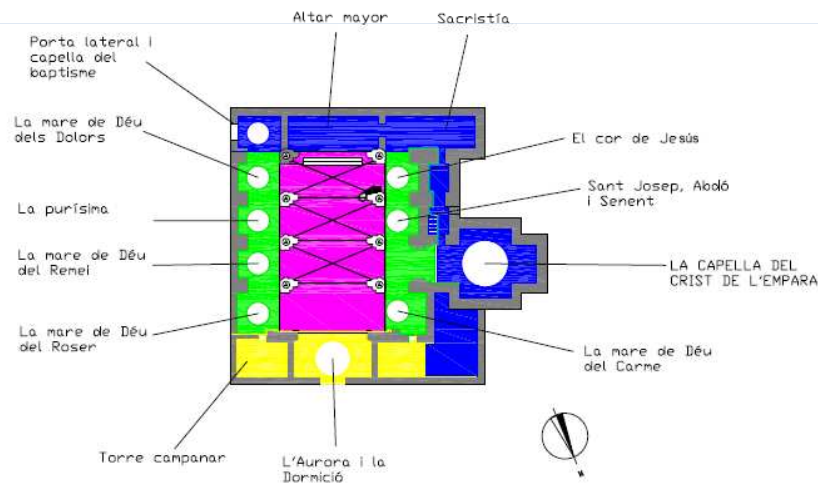
Monasterio de San Jerónimo de Cotalba.



Iglesia de Palma de Gandía

ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO

- La parroquia San Antonino dispone de una nave central y dos laterales donde se encuentran las capillas entre los contrafuertes interiores.
- El acceso al inmueble es por la fachada norte donde actualmente se encuentra el coro.
- El altar mayor se sitúa al final de la nave central, este altar dispone de un retablo gótico.

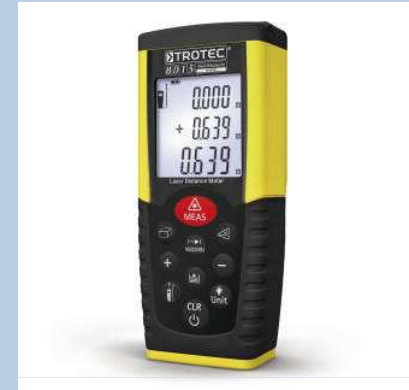


4.METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO

•Para realizar un buen levantamiento primero debemos realizar una buena toma de datos:

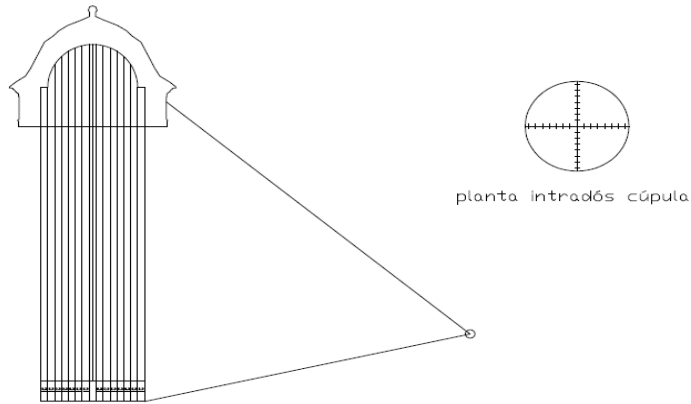
INMUEBLE

- 1- Realización de croquis a mano alzada .
- 2- Anotación de medidas mediante puntero láser, (triangulación).
- 3- Realización de las fotos oportunas.
- 4- Puesta a escala con el PC (autocad)



CÚPULA

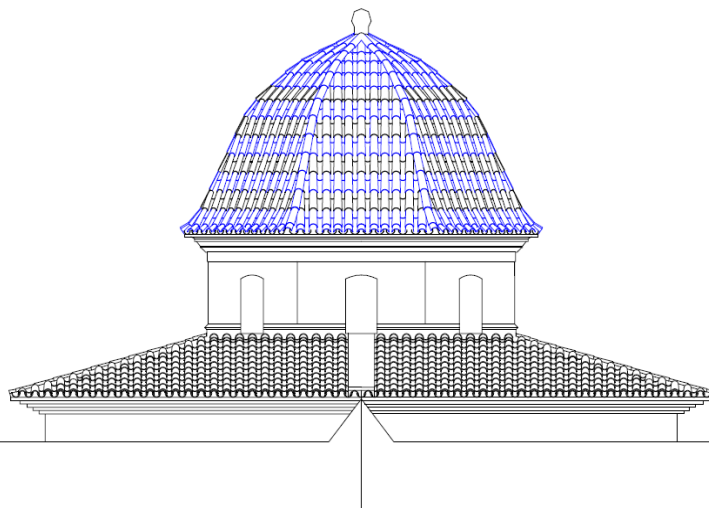
- 1-Elección de 2 ejes perpendiculares cuyo centro coincida con la clave de la cúpula.
- 2- Con los dos ejes y tomando puntos cada 30cm,un total de 17 puntos por cada eje, pude realizar la acotación del intradós de la cúpula.
- 3- Puesta a escala con los datos obtenidos del intradós.
- 4- Para el extradós cogí dos puntos en común que pudiera ver desde dentro y fuera de la iglesia.



ESQUEMA DE
OBTENCIÓN DE
PUNTOS

- Con ayuda del medidor láser obtuve 17 puntos en un eje y otros 17 en el otro eje.

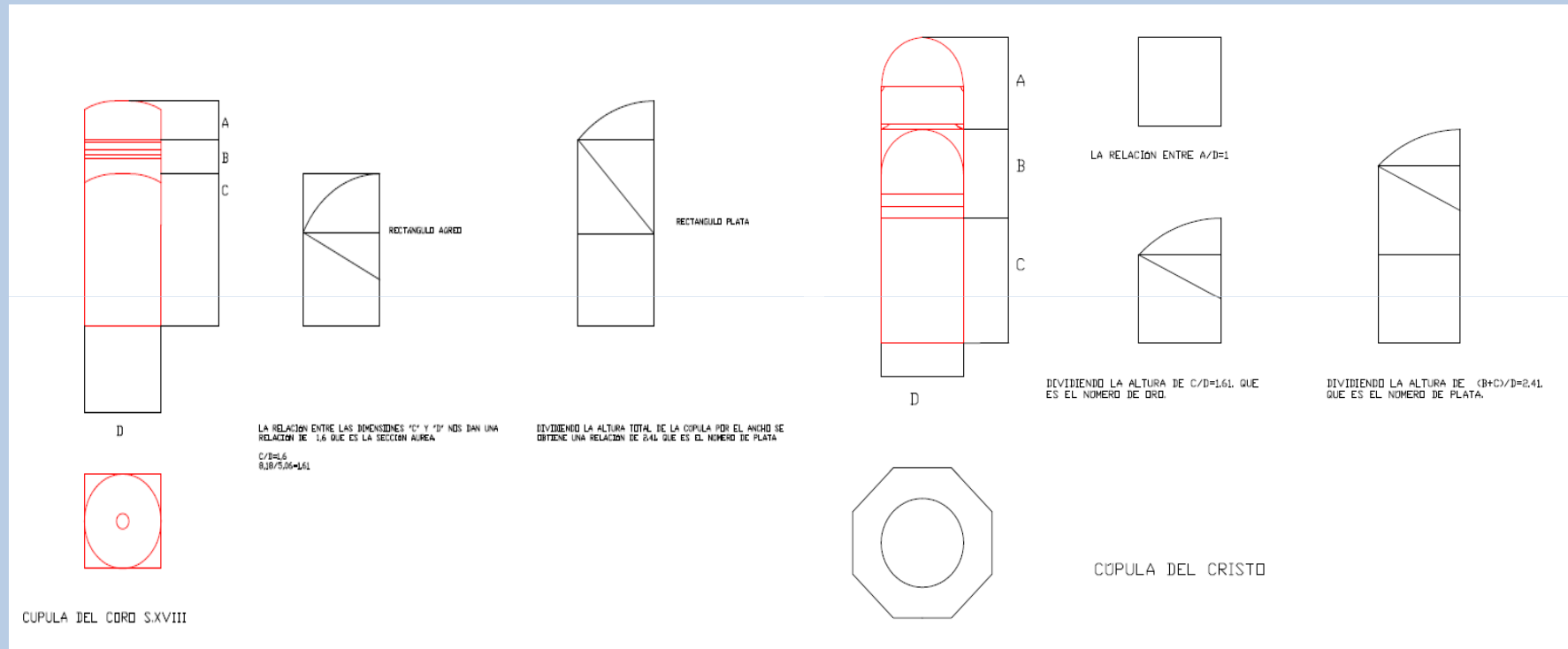
- Una vez rectificada y escalada la fotografía en autocad pude obtener los puntos del extradós de la cúpula.



5.TRAZADOS REGULADORES

Cúpula:

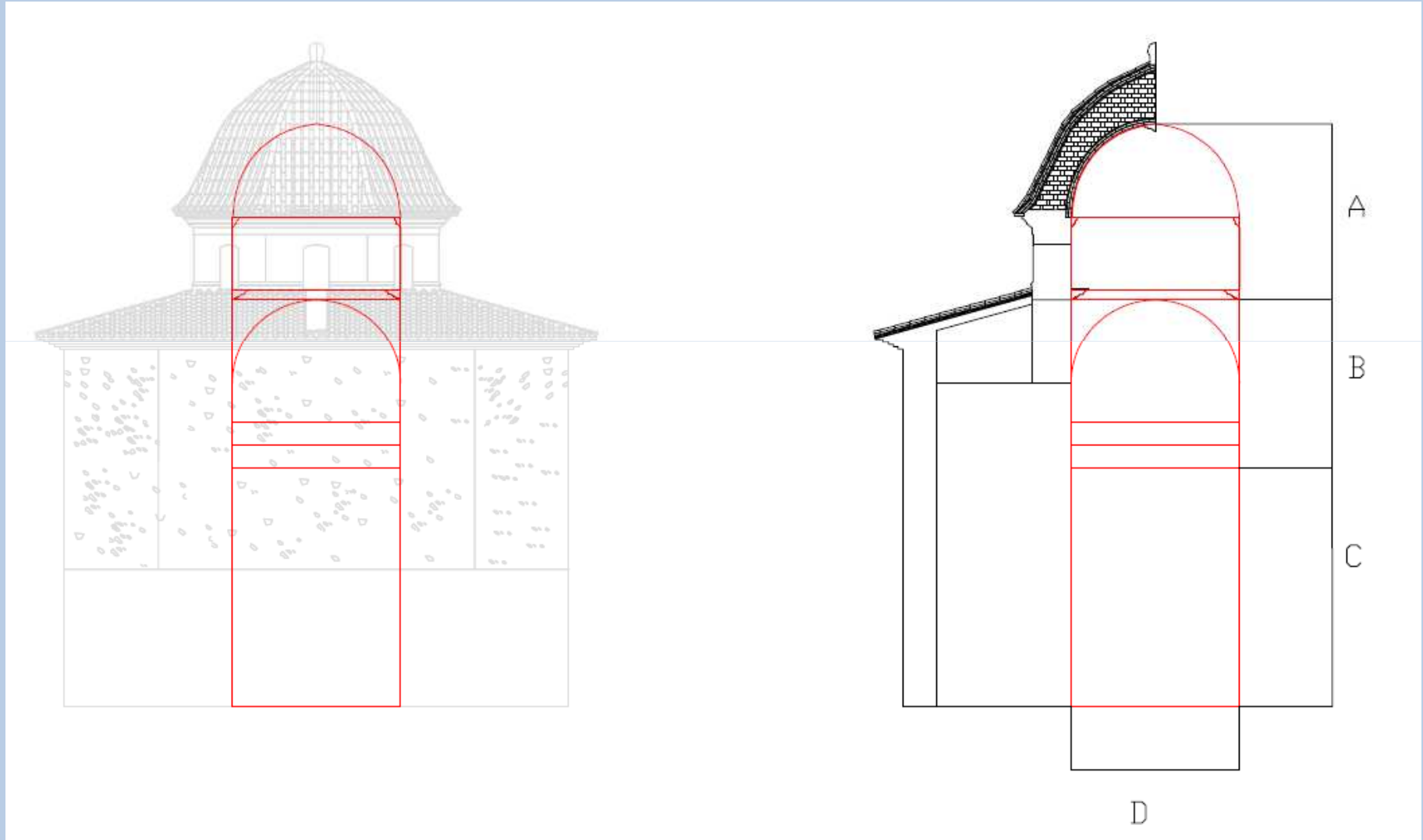
Para la obtención de los trazados reguladores de la cúpula del Cristo he comparado las dos cúpulas más destacables de la parroquia San Antonino ,



Cúpula del coro de estilo barroco.
 $C/D = 1,6$ número de oro
 $(C+B+A) = 2,41$ número de plata.

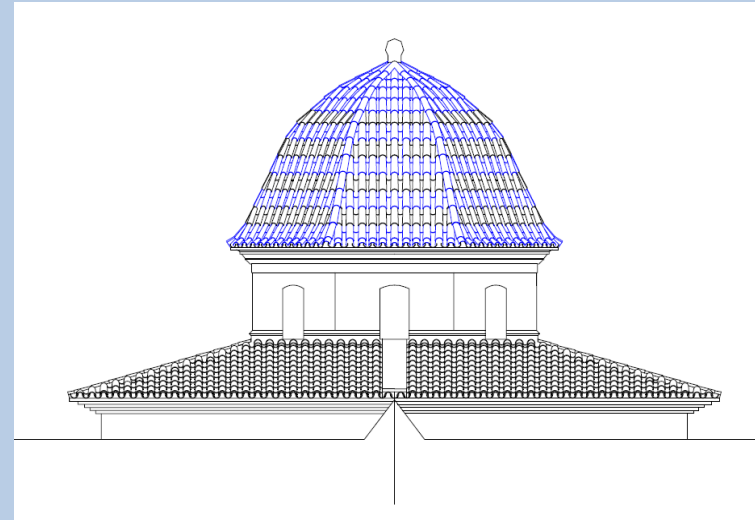
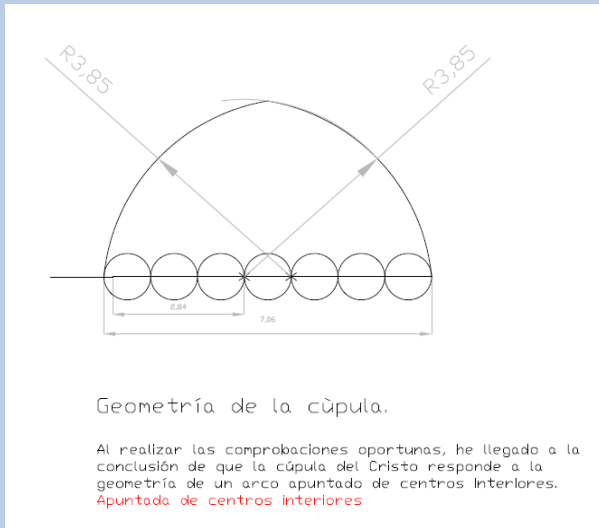
Cúpula del Cristo de estilo Neoclásico.
 $C/D = 1,6$ número de oro
 $(B+C)/D = 2,41$ número de plata
 $A/D = 1$

- Trazados reguladores de la cúpula del Cristo

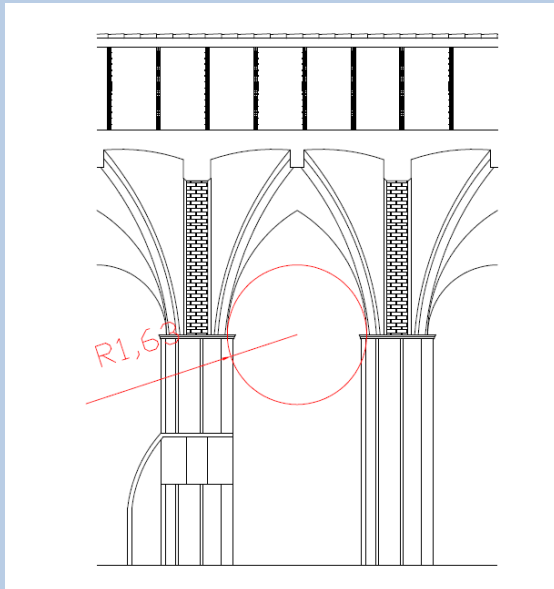


•Correspondencias geométricas de la cúpula y de la cubierta:

Cúpula:

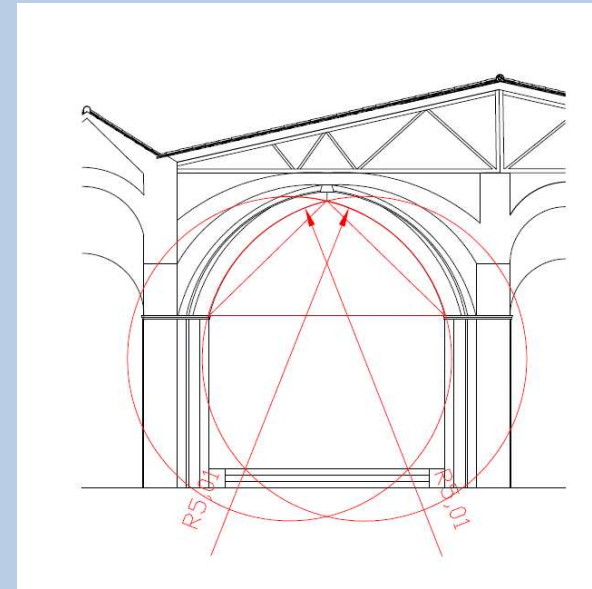


Cubierta:

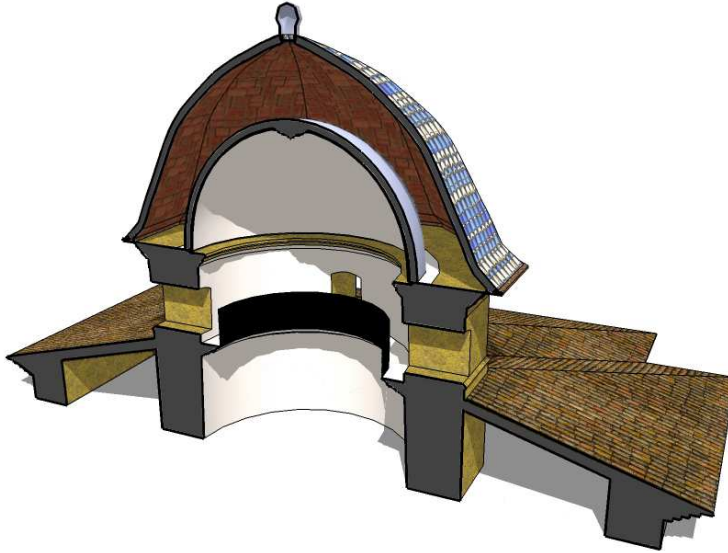


Arcos formeros
formados mediante
arcos de medio punto

Arcos fajones
formados mediante
arcos apuntados
rebajados.

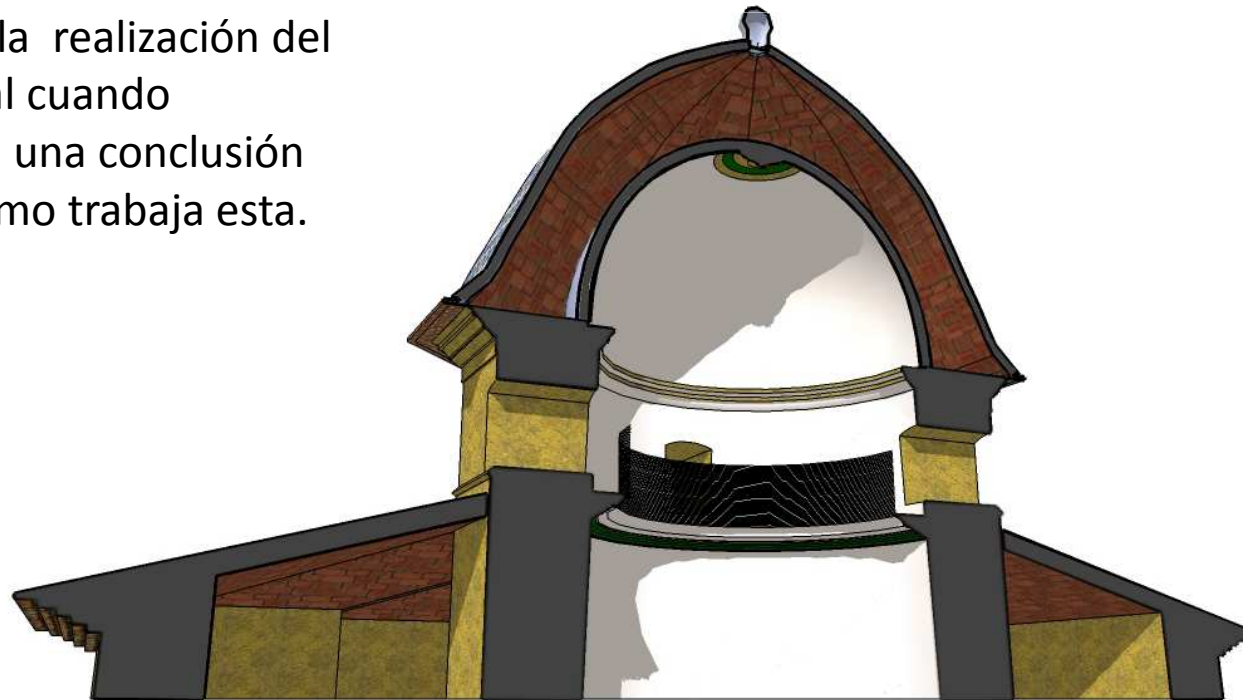


HIPÓTESIS



- Tras la realización de los trazados reguladores, comprobaciones geométricas, y según la Época y el espesor de la cúpula se ha llegado a la idea de que pudiera estar resuelta por 2 hojas.

- Será después de la realización del análisis estructural cuando podremos llegar a una conclusión más idónea de cómo trabaja esta.



6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

- Para la realización del análisis estructural nos basamos en las hipótesis realizadas por Heyman (1966-1995), donde dice:

- 1-La fábrica presenta una resistencia a compresión infinita.

- 2-La fábrica no resiste a compresión o tiene una resistencia nula.

- 3-No se puede producir fallo por deslizamiento.

- La primera y la tercera hipótesis no van a favor de la seguridad ya que evidentemente la fábrica no tiene una resistencia a compresión infinita y si se puede producir deslizamiento aunque en el caso de piedras y ladrillos es muy poco probable.

- Realizamos el análisis de la cúpula con el programa informático "STATICAL 2012" versión de Adolfo Alonso Durá.

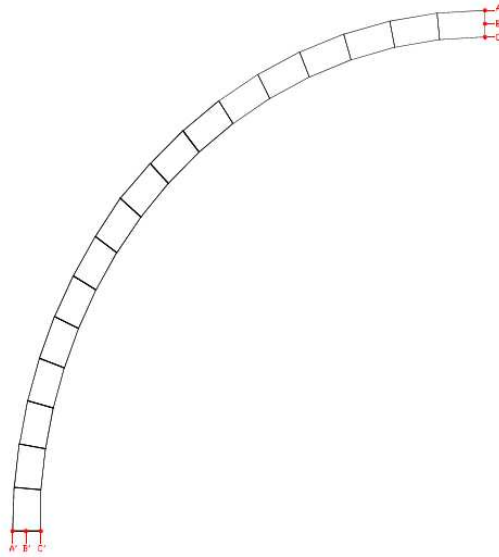
- Basándonos también en el Teorema de la Seguridad de Heyman (1966-1995) donde dice: *si es posible encontrar una distribución de esfuerzos internos en equilibrio con las cargas que no viole las condiciones de límite del material la estructura no colapsará, es segura.*
- Debemos realizar las comprobaciones oportunas para averiguar como trabaja esta, eso significa que:

1. Arco

- 1.1-Hoja interior (intradós) por separado.
- 1.2-Hoja exterior (extradós) por separado
- 1.3-Hoja interior y exterior conjuntamente, unidas por tabiquillos.

2.Bóveda

- 2.1-Hoja interior (intradós) por separado.
- 2.2-Hoja exterior (extradós) por separado.
- 2.3-Hoja interior y exterior conjuntamente , unidas por tabiquillos.



1.1 HOJA INTERIOR

Tras realizar todas las comprobaciones posibles AA',AB',AC',BA',BB',BC',CA',CB',CC', hemos llegado a la conclusión de que la hoja interior no es estable por sí sola.

DATOS: Ancho de dovelas=1m

Densidad de las dovelas= 1.77 T/m3

1.2 HOJA EXTERIOR

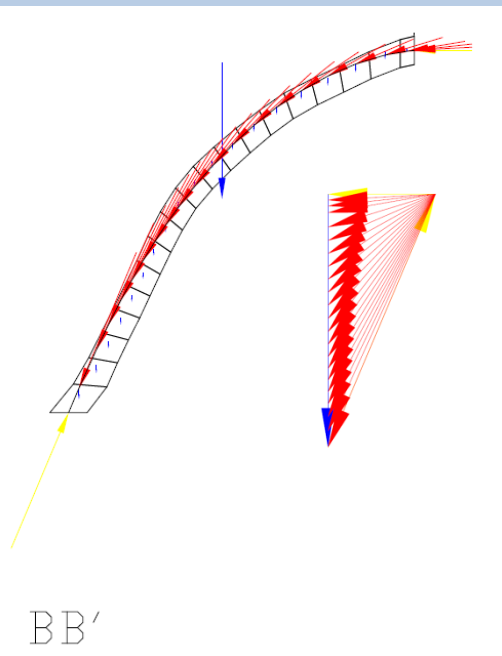
CASO BB'. En el caso BB' la línea de presiones está dentro de la sección de la hoja.

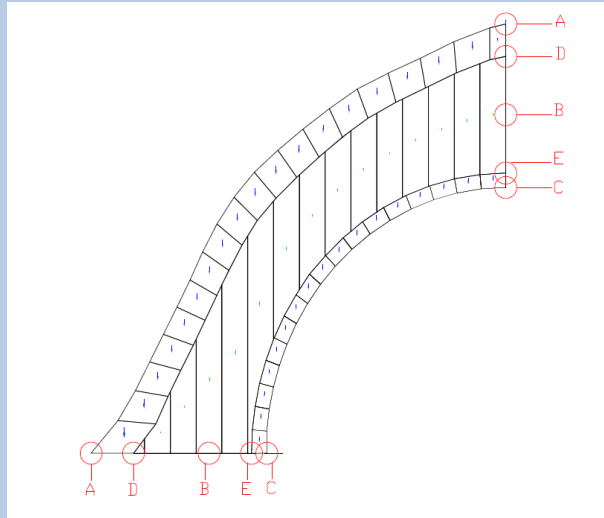
Los casos BC' y CD' también cumplen pero vamos a centrarnos en los casos de doble hoja que es donde hay una mayor estabilidad.

DATOS: Ancho de dovelas=1m

Densidad de las dovelas= 0.95T/m3

		BB'	
	Ancho	Densidad	Tensión
Dovela 1	1m	0.95 T/m3	0.55 T
Dovela 2	1m	0.95 T/m3	0.57 T
Dovela 3	1m	0.95 T/m3	0.59 T
Dovela 4	1m	0.95 T/m3	0.62 T
Dovela 5	1m	0.95 T/m3	0.66 T
Dovela 6	1m	0.95 T/m3	0.69 T
Dovela 7	1m	0.95 T/m3	0.74 T
Dovela 8	1m	0.95 T/m3	0.78 T
Dovela 9	1m	0.95 T/m3	0.83 T
Dovela 10	1m	0.95 T/m3	0.88 T
Dovela 11	1m	0.95 T/m3	0.93 T
Dovela 12	1m	0.95 T/m3	0.99 T
Dovela 13	1m	0.95 T/m3	1.04 T
Dovela 14	1m	0.95 T/m3	1.09 T
Dovela 15	1m	0.95 T/m3	1.14 T
Dovela 16	1m	0.95 T/m3	1.19 T
Dovela 17	1m	0.95 T/m3	1.25 T
Dovela 18	1m	0.95 T/m3	1.32 T
Dovela 19	1m	0.95 T/m3	1.39 T





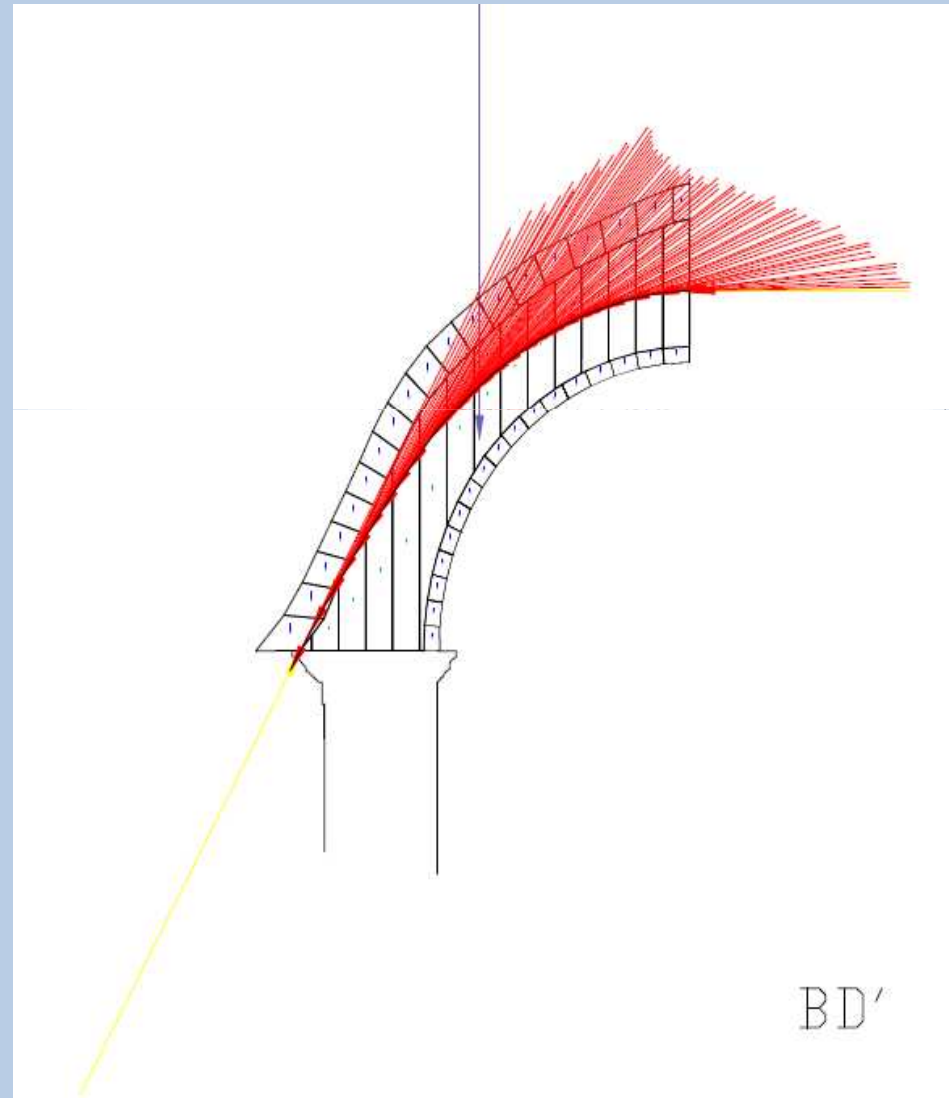
DATOS:

Ancho dovelas= 1m

Ddovelas hoja exterior= 0.95 T/m³

Ddovelas hoja interior= 1,77 T/m³

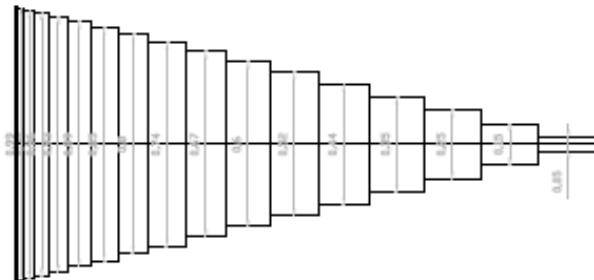
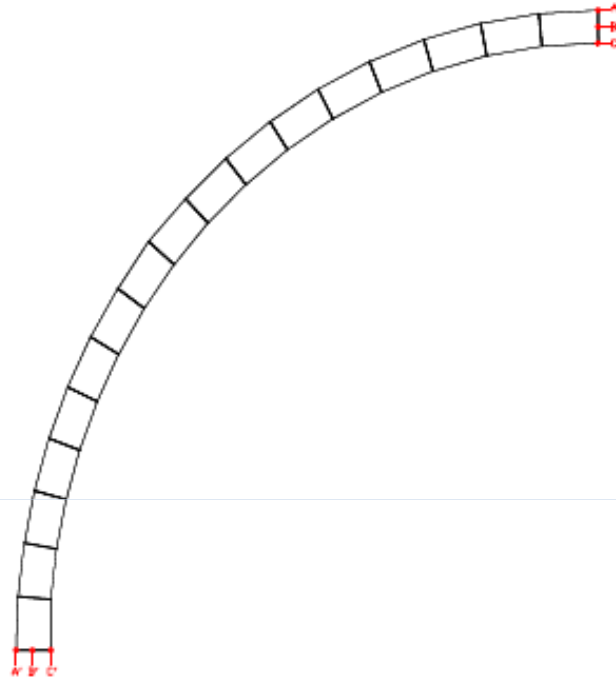
1.3. DOS HOJAS (interior y exterior)
Al tratarse de una sección mayor el abanico de posibilidades es mucho mayor y por lo tanto hay más opciones de estabilidad.



BÓVEDA

2.1 HOJA INTERIOR

- Cuando trabaja como bóveda cada dovela tiene un ancho distinto hasta 1m.
- Comprobando todas las opciones AA',AB',AC', BA',BB',BC',CA',CB',CC' no he encontrado ninguna línea de presiones que sea estable.

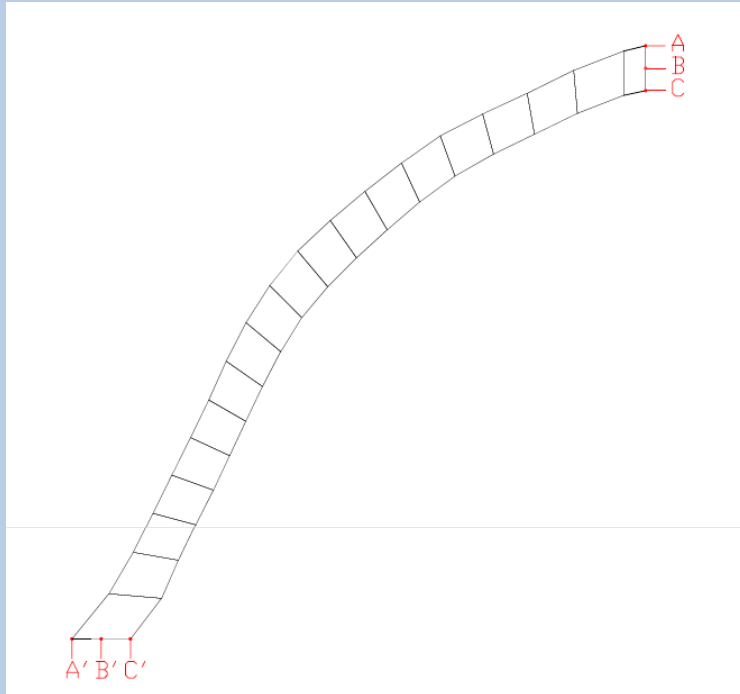


	Ancho
Dovela 1	0.05 m
Dovela 2	0.15 m
Dovela 3	0.25 m
Dovela 4	0.35 m
Dovela 5	0.44 m
Dovela 6	0.52 m
Dovela 7	0.6 m
Dovela 8	0.67 m
Dovela 9	0.74 m
Dovela 10	0.8 m
Dovela 11	0.85 m
Dovela 12	0.89 m
Dovela 13	0.93 m
Dovela 14	0.96 m
Dovela 15	0.98 m
Dovela 16	0.99 m
Dovela 17	1 m

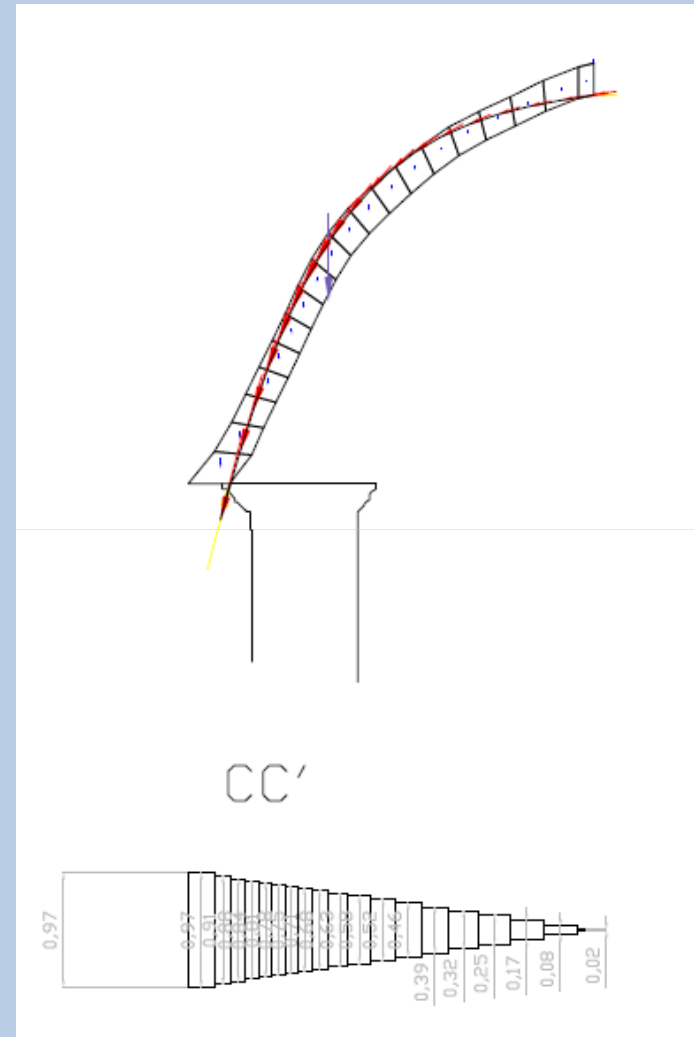
Datos:

D dovela = 1,77 T/m³

2.2 HOJA EXTERIOR

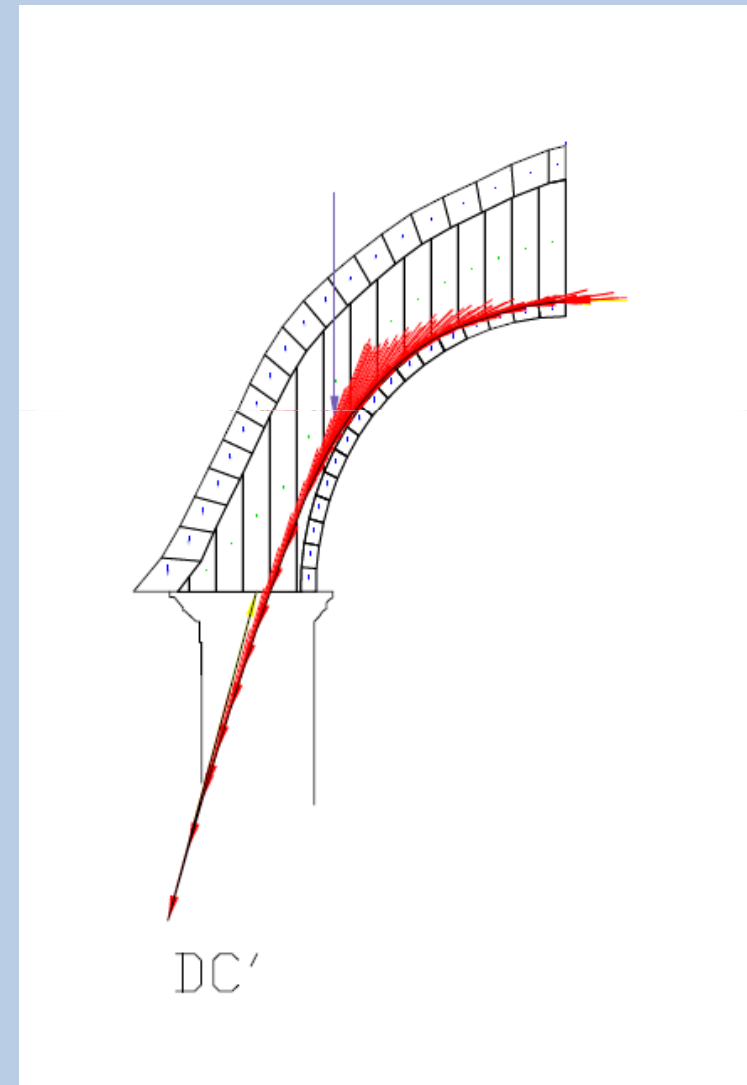
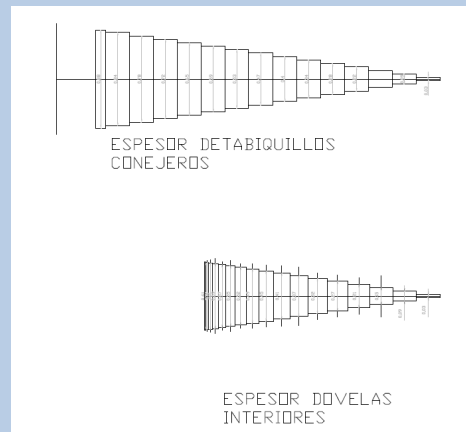
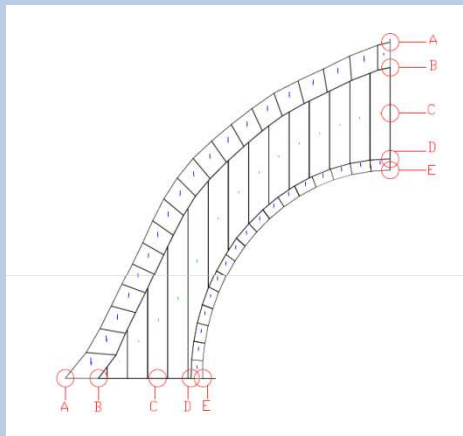


- En la comprobación de hoja exterior y que trabaja como bóveda, ha sido el único caso que me ha cumplido el de CC'.



2.3 HOJA EXTERIOR E INTERIOR

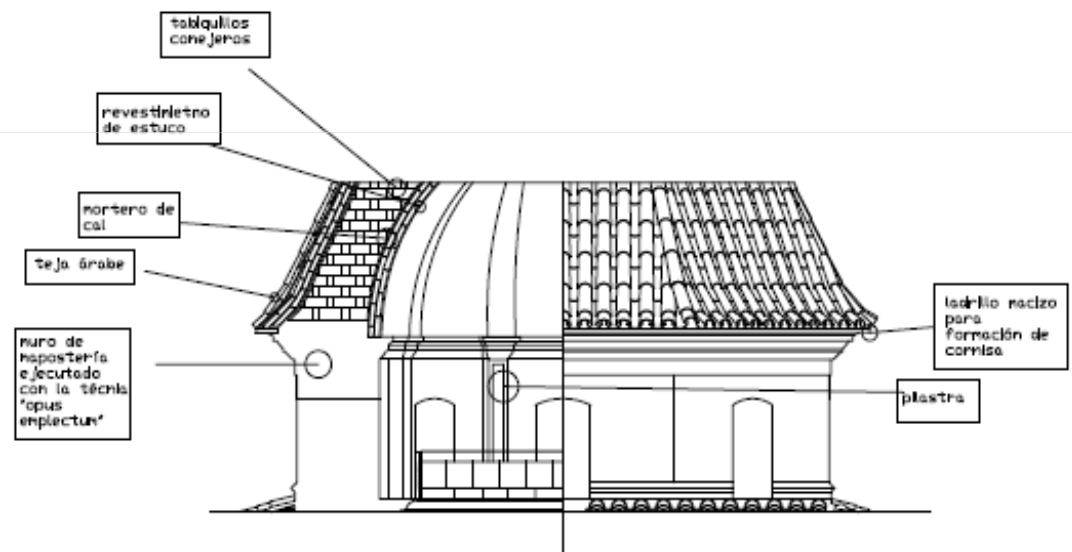
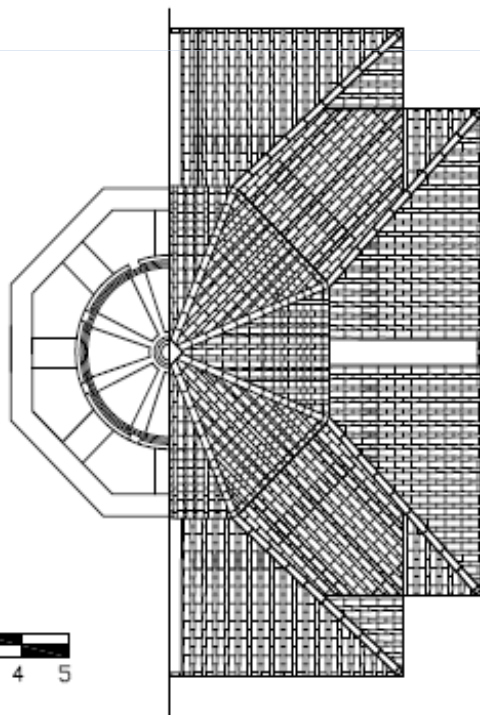
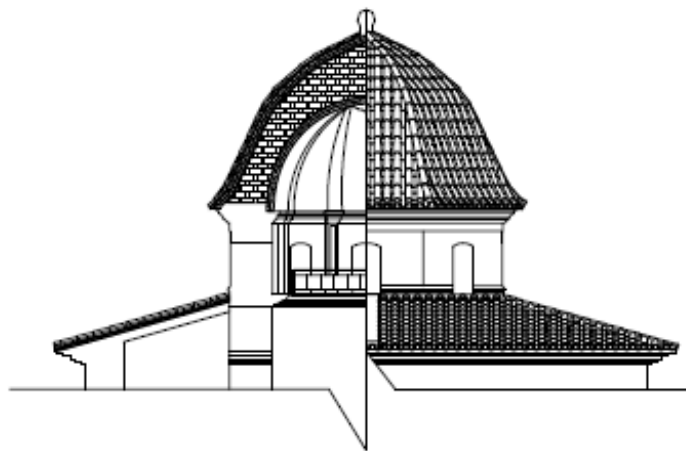
- Para el caso de dos hojas trabajando conjuntamente con tabiquillos conejeros nos salen 6 casos donde la línea de presiones es estable.
- BB' , BC' , CB' , CC' , DB' , DC' .



7. CONCLUSIONES

- Tras haber realizado las comprobaciones oportunas he llegado a la conclusión de que la cúpula del Cristo de la Font d'En Carròs trabaja como bóveda con dos hojas (interior y exterior) conjuntamente.
- Estas dos hojas están unidas mediante tabiquillos conejeros que permite el paso del aire entre ellos formando una cámara de aire que facilita su refrigeración.
- Para la realización de estas comprobaciones se han consultado otros informes como: *"informe sobre la estabilidad de la cúpula interior de la Basílica de los Desamparados (valencia) "* **Santiago Huerta Fernández**, *"Cúpulas históricas valencianas"* **Rafael Soler Verdú**.... , en nuestro caso no se ha podido realizar ninguna cata, por lo tanto no sabemos con certeza la composición de nuestra cúpula.

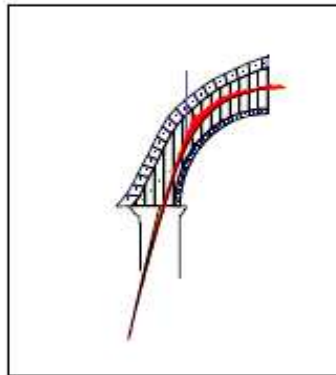
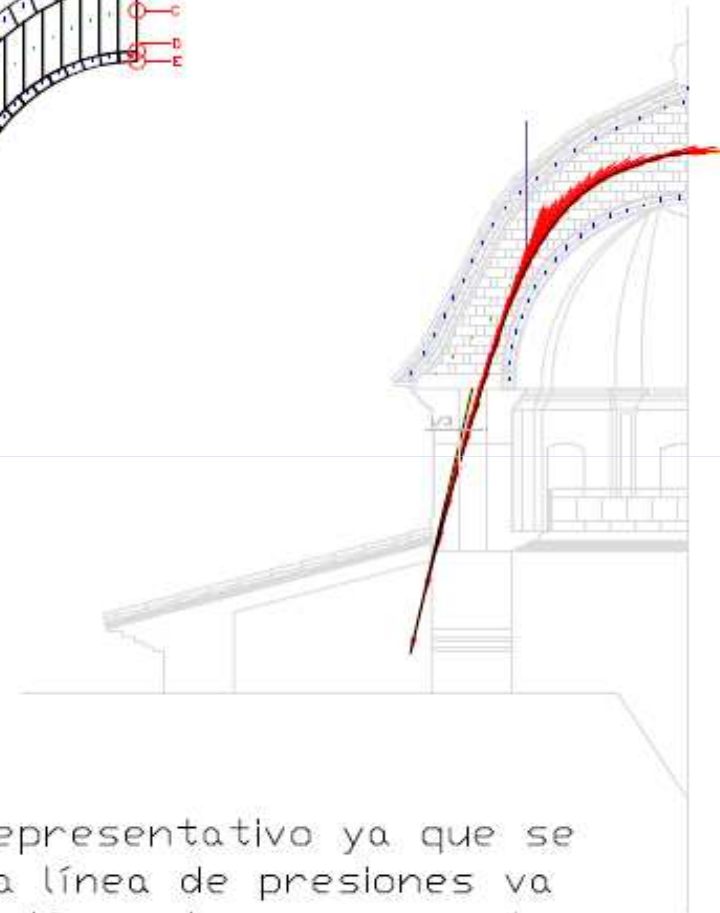
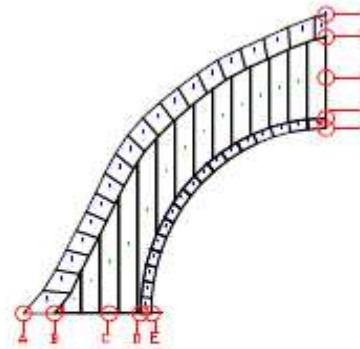
SECCIONES CONSTRUCTIVAS DE LA CÚPULA



REPRESENTACIÓN EN SECCIÓN REAL DE LA CÚPULA

2.3 Hoja exterior e Interior conjuntamente (tablillos conejeros)

DATOS:
Densidad dovela exterior: 0.95T/m³
Densidad dovela interior: 1.77T/m³
Densidad tablillo conejero: 0.13T/m³



CC'

El caso CC' es el más representativo ya que se ve perfectamente con la línea de presiones va por el centro de la sección y descarga en el tercio central del estribo.

8. LESIONES

- Al realizar una inspección visual de la cúpula y su entorno más inmediato se ha detectado lesiones de poca magnitud, la cúpula se encuentra aparentemente en buen estado.



TIPO DE PATOLOGÍA 1:

-Fisura en la flecha del arco toral donde descansa el tambor.

POSIBLES CAUSAS:

-Asiento diferencial en la cimentación
-Falta de adherencia entre los mampuestos y el mortero que componen la fábrica.

MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

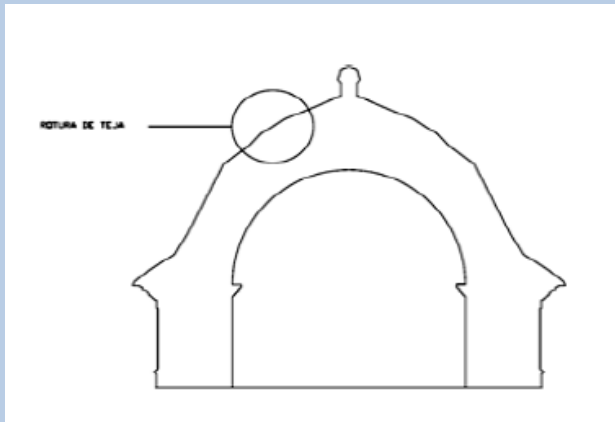
-Se procederá a la colocación de testigos para ver si la fisura va en aumento.

MEDIDAS DE REPARACIÓN

- 1-Montaje del andamiaje.
- 2-Picado del yeso.
- 3-Colocación de malla elástica para absorber los esfuerzos de tracción.
- 4-Colocación del nuevo revestimiento.



LOCALIZACIÓN



TIPO DE PATOLOGÍA 2:

-Rotura de teja en el extradós.

POSIBLES CAUSAS:

- Fuertes diferencias de temperatura entre el día y la noche.
- Gran retracción del mortero debido a su alta dosificación.
- Golpe por un objeto externo o por algún agente atmosférico.

MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Dosificación correcta del mortero de sujeción.
- Elegir otro tipo de teja que sea más resistente.

MEDIDAS DE REPARACIÓN

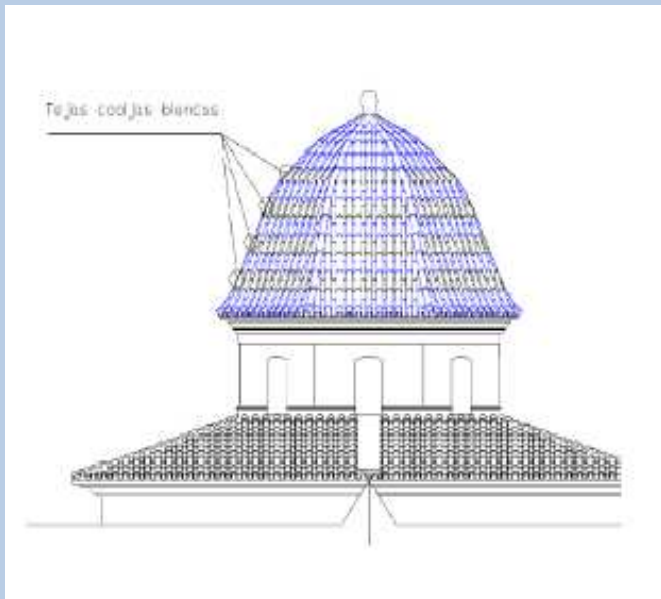
Para la reparación se deben seguir estos pasos:

- 1-Montaje de andamio.
- 2-Picado y extracción de la teja dañada y el mortero.
- 3-Colocación del mortero y posteriormente la teja.
- 4-Retirada del andamio.



LOCALIZACIÓN

-Extradós de la cúpula



TIPO DE PATOLOGÍA 3:

-Desprendimiento de pintura

POSIBLES CAUSAS

- Mala ejecución (falta de limpieza previa)
- Agentes atmosféricos (lluvia, granizo...)
- Ataque químico producido por animales. (excrementos)

MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

-Si el ataque es producido por erosión química debido a los excrementos de las aves, cabe la posibilidad de ahuyentarlas mediante ultrasonidos y olores especiales.

MEDIDAS DE REPARACIÓN

- 1-Montaje de andamiaje.
- 2-Limpieza pintura desprendida.
- 3-Pintado de las tejas o su sustitución por otras nuevas.
- 4-Desmontaje del andamio.

