

## xeometría da forma arquitectónica

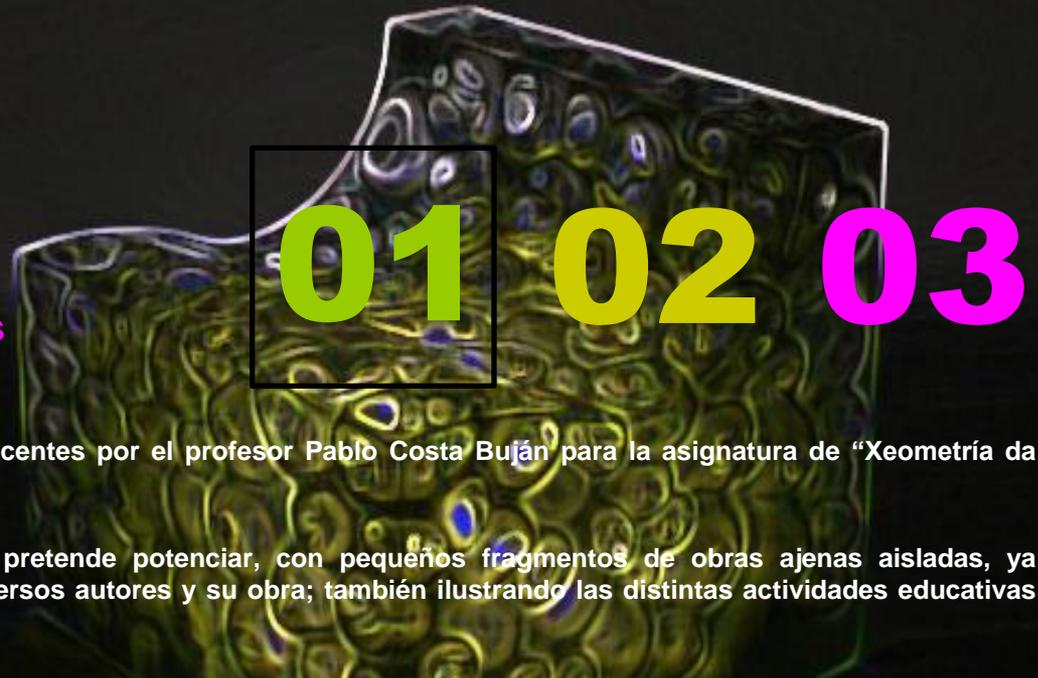
departamento de representación + 1ª arquitectónica

profesor: pablo *costa buján*

**BLOQUE 1:** superficies curvas

**BLOQUE 2:** superficies poliedrales

**BLOQUE 3:** ampliación de teoría de sombras



Estudio y montaje realizado con fines exclusivamente docentes por el profesor Pablo Costa Buján para la asignatura de “Xeometría da Forma Arquitectónica” de la ETSA de A Coruña, Galicia.

Exposición de carácter gráfico, plástico y sonoro que pretende potenciar, con pequeños fragmentos de obras ajenas aisladas, ya divulgadas, análisis, comentarios o juicios críticos de diversos autores y su obra; también ilustrando las distintas actividades educativas del aula.

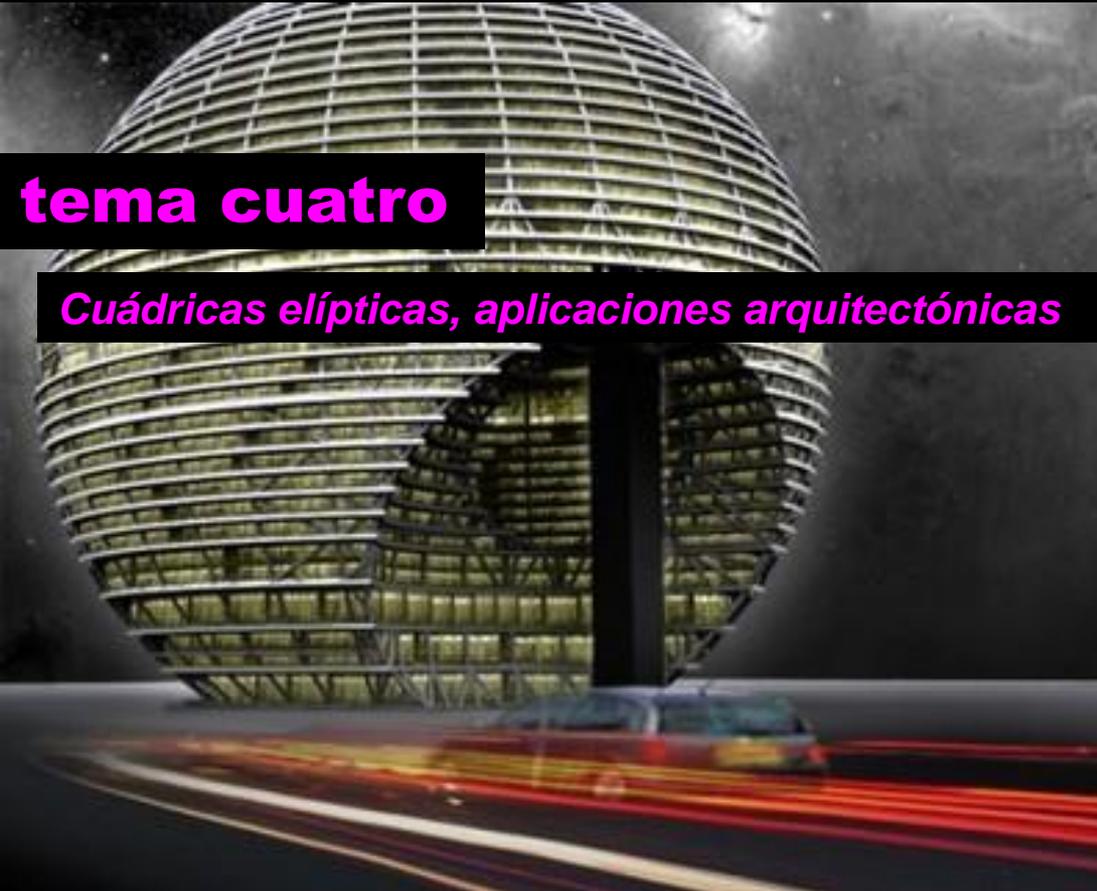
Su reproducción, distribución y comunicación se enmarca en los parámetros legales redactados según Ley 23/2006, de 7 de julio, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, aprobado por el RD 1/1996, de 12 de abril; por ello se establecen las referencias de autoría de su contenido, atendiendo a los esquemas, conceptos, imágenes y videos que se muestran. Su visualización, reproducción, grabación en soporte informático o impresión se concibe, específicamente, como material didáctico. En ningún caso se permite el uso lucrativo, comercial, del presente documento. Los derechos de reproducción serán los establecidos por los titulares de la propiedad intelectual referenciada en los créditos o fichas técnicas adjuntos al final del presente documento, según está regulado en la normativa legal de aplicación

# XFA tema cuatro

profesor : pablo costa buján

# 02

parte segunda, superficies curvas



tema cuatro

*Cuádricas elípticas, aplicaciones arquitectónicas*

Isla ecológica\_Dubai

Rem Koolhaas\_en proyecto

- 1.- CUÁDRICAS ELÍPTICAS DE REVOLUCIÓN.  
LA ESFERA
- 2.- OTRAS CUÁDRICAS ELÍPTICAS DE REVOLUCIÓN.  
ELIPSOIDE. PARABOLOIDE. HIPERBOLOIDE
- 3.- CUÁDRICAS ELÍPTICAS ESCALENAS
- 4.- INTERSECCIÓN ENTRE SUPERFICIES DE DOBLE  
CURVATURA. BÓVEDAS VAÍDAS

# XFA tema cuatro

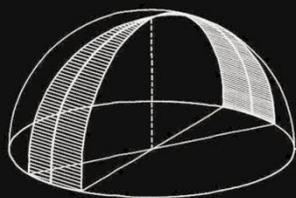
profesor : pablo costa buján

## Cuádricas elípticas de revolución. La esfera. Sistemas de estructuras

# 02

parte segunda, superficies curvas

Mecanismo portante de la membrana en cúpula (de rotación)



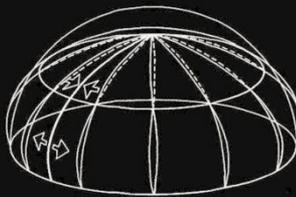
división en segmentos

Mecanismo portante de casca esférica (rotativa)



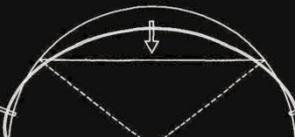
divisão em segmentos

La curvatura transversal de dos segmentos opuestos no coincide con la catenaria. La diferencia se pone de relieve a la altura de 52° medidos desde la cumbre. A curvatura do arco formado por dois segmentos opostos difere de sua linha de pressão real. A diferença muda de sinal a 52° de elevação, contados a partir do topo.



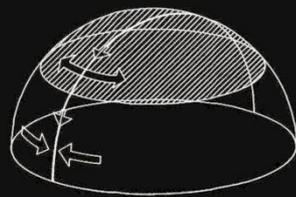
deformación de los segmentos

deformação de segmentos



Las partes superiores de los segmentos descienden y se solapan con sus cantos al disminuir la curvatura. Las partes inferiores se deforman hacia el exterior y se abren cuanto mayor sea la curvatura.

As partes superiores dos segmentos formam flecha e saltam pelas bordas, reduzindo sua curvatura. As partes inferiores deformam-se em direção ao exterior e abrem-se, aumentando sua curvatura.



efecto de la forma anular

efeito anular

La capacidad de la membrana en cúpula para generar esfuerzos anulares evita que se deforme hacia el interior o el exterior a causa de la desviación de la catenaria meridional. Esta capacidad también permite perfiles transversales para membranas de rotación que no sean circulares.



La continuidad horizontal (anular) se opone a la deformación; la parte superior se comporta como una sucesión de anillos comprimidos y la parte inferior como una sucesión de anillos a tracción.

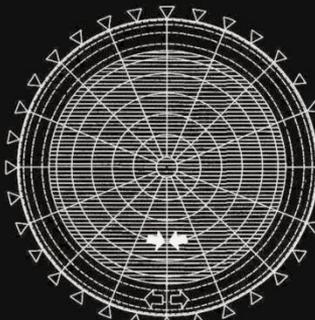
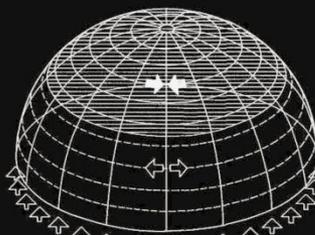
A continuidade horizontal (anular) resiste à deformação, enquanto a parte superior atua como uma série de anéis de compressão horizontal, e a parte inferior como uma série de anéis de tração.

D potencial da casca esférica para desenvolver forças anulares impede a deformação, tanto para dentro quanto para fora da membrana, causada pelo desvio da linha de pressão meridional. Esse potencial permite, então, adotar também perfis transversais em cascas rotativas que não são circulares.

Esfuerzos de membrana en membranas de rotación bajo una carga simétrica



Transmisión de cargas en membranas en forma de cúpula bajo una carga simétrica



Los esfuerzos se transmiten según la dirección de los meridianos y los paralelos

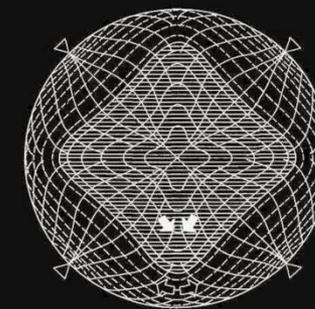
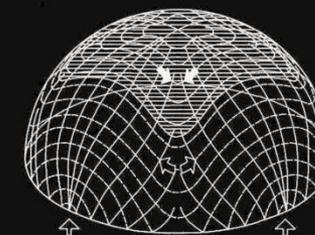
As forças seguem a direção dos meridianos e paralelos

Forças de membrana em cascas rotativas sob carga simétrica

Cada elemento de membrana aislado alcanza un estado de equilibrio a través del esfuerzo meridional y el esfuerzo anular. Debido a la simetría de la carga, no se originan esfuerzos cortantes en ninguna sección.

Um elemento de casca mantém-se em equilíbrio unicamente pela força meridional e pela força anular. Em virtude da carga simétrica, não se desenvolve esforço cortante em nenhuma seção da casca.

Linhas de esfuerzos principales nas cascas esféricas sob carga simétrica



La dirección de los esfuerzos meridianos y anulares se modifican igual que si estuvieran sometidos a un campo magnético

As direções das forças meridional e anular são defletidas como em um campo magnético

# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

## Cuádricas elípticas de revolución. La esfera. Sistemas de estructuras

# 02

parte segunda, superficies curvas

Flexión del borde inferior de la membrana:  
perturbaciones de borde

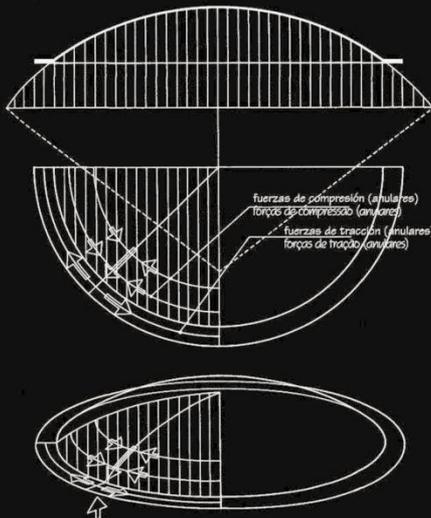


En el caso de apoyos deslizantes, se puede dilatar libremente el borde de la membrana: tensiones puras de membrana. En cambio, al movimiento se limita debido al rozamiento en los apoyos, aparecen perturbaciones de flexión. Igual sucede en el caso de que la tangente en el punto de apoyo no sea vertical y se coloque un anillo inferior de rigidización que se deforme de manera diferente al resto de la membrana.

Flexão da borda inferior: perturbações de borda

Com apoios flexíveis, a borda inferior da casca pode expandir-se livremente sob o efeito dos esforços de membrana. Se, porém, esse movimento não for obstinado pelo atrito dos apoios, introduzindo-se as perturbações de flexão. O mesmo ocorrerá quando, no caso de tangente fixal de borda não vertical, construída-se uma viga anular cuja expansão seja diferente da borda inferior da casca.

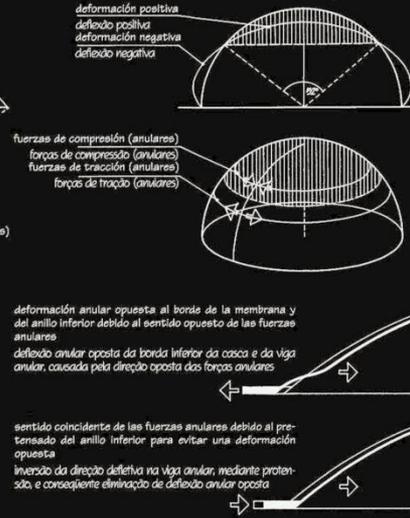
Reducción de las perturbaciones de borde  
pretensando del anillo inferior



fuerzas anulares en membrana en cúpula rebajada  
forças anulares na casca esférica rebajada

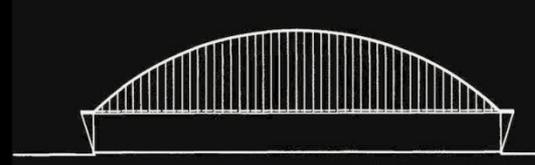
con anillo a tracción en el borde de la membrana  
com anel de tração na borda inferior da casca

Redução das perturbações de borda mediante pretensão da viga anular

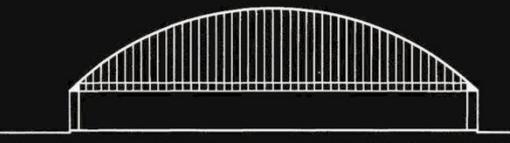


reducción de la perturbación por flexión en el borde inferior de la membrana  
redução da perturbação por flexão da borda inferior da casca

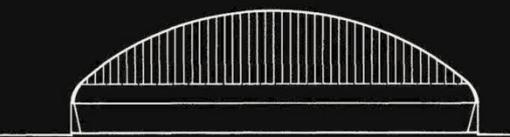
Diseño del borde inferior en membranas en cúpula rebajada



La deformación centrífuga del anillo a tracción se invierte para hacerla coincidir con la deformación centrípeta de la membrana  
A deflexão centrífuga do anel de tração inverte-se à para seguir a deflexão anular centrípeta da borda inferior da casca



El mecanismo para evitar las perturbaciones de borde se basa, igual que en el caso anterior, en invertir la tendencia de deformación  
O mecanismo para a eliminação de perturbações de borda baseia-se, como foi visto, na inversão da tendência a deformação

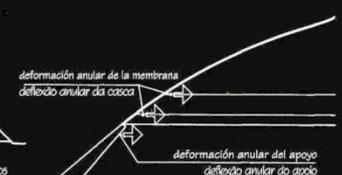
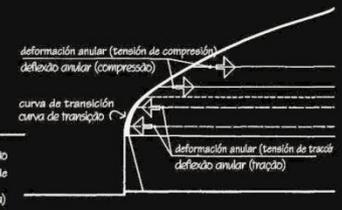
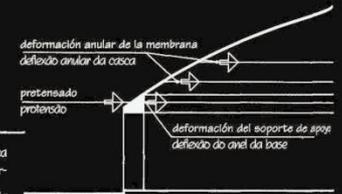
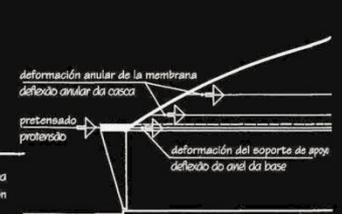


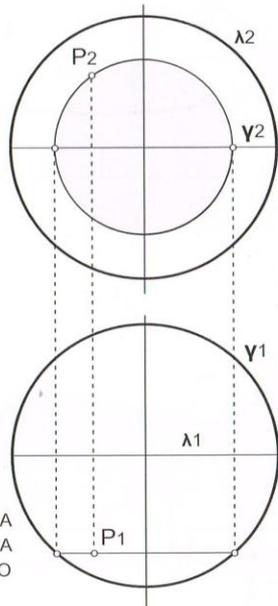
El cambio de la deformación anular centrípeta a centrífuga se produce gradualmente y en el interior de la membrana  
A transformação da deflexão anular centrípeta ocorre gradualmente e dentro da casca (como na semi-esfera)



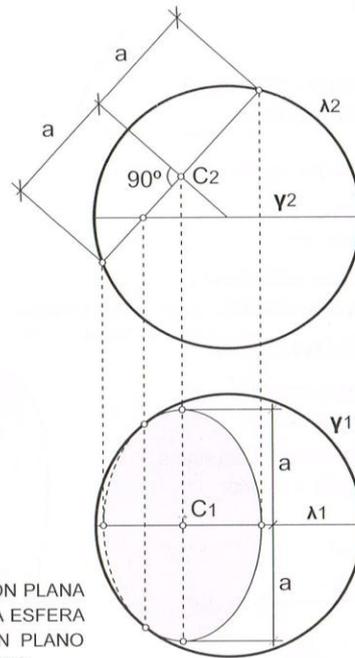
La deformación anular del apoyo tiene tendencia centrípeta, igual que la deformación anular del borde inferior de la membrana  
A deflexão anular dos apoios tem tendência centrípeta, analogamente à deflexão anular da borda inferior da casca

Proleto da borda inferior em casca esférica rebajada

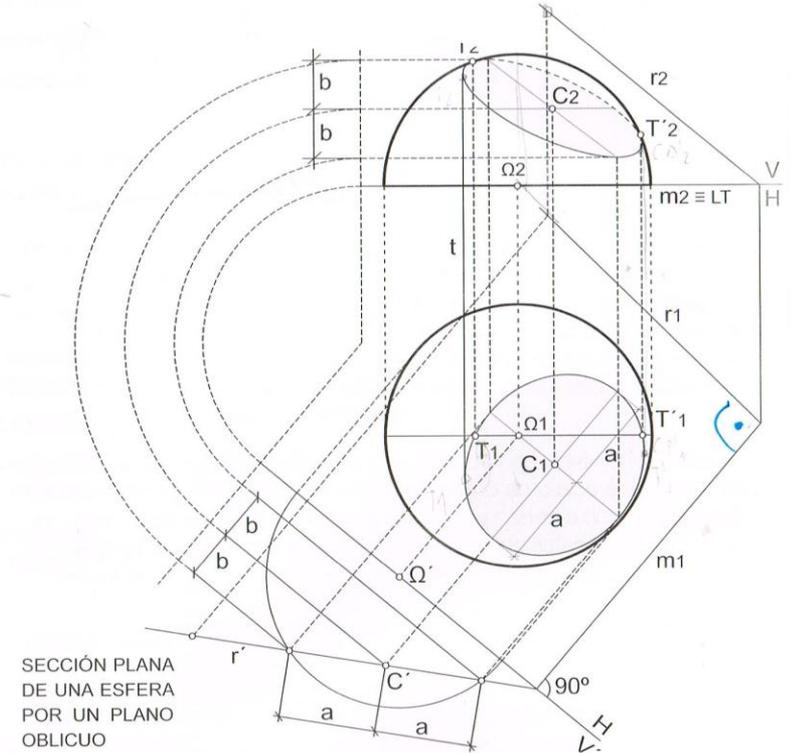




SECCIÓN PLANA DE UNA ESFERA POR UN PLANO FRONTAL



SECCIÓN PLANA DE UNA ESFERA POR UN PLANO DE CANTO



SECCIÓN PLANA DE UNA ESFERA POR UN PLANO OBLICUO

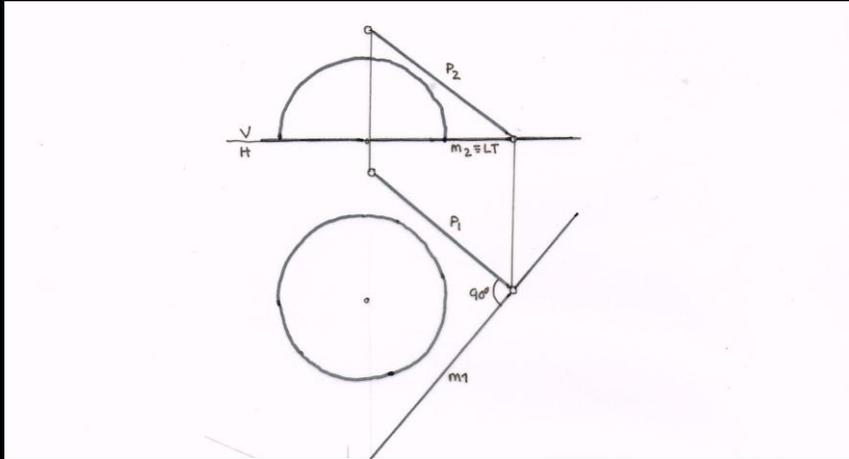
# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

# 02

parte segunda, superficies curvas

**Cuádricas elípticas. Ejemplo sección de semiesfera con un plano cualquiera. PASO 1**



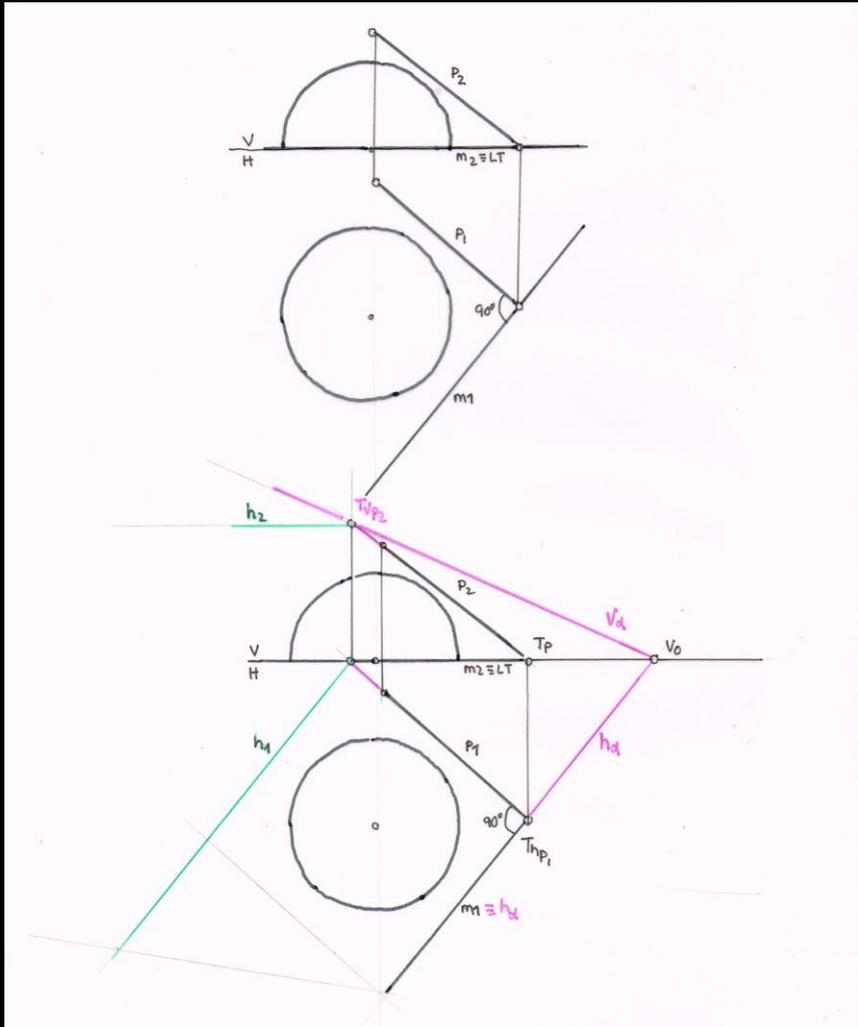
# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

# 02

parte segunda, superficies curvas

Cuádricas elípticas. Ejemplo sección semiesfera con un plano cualquiera. PASO 2





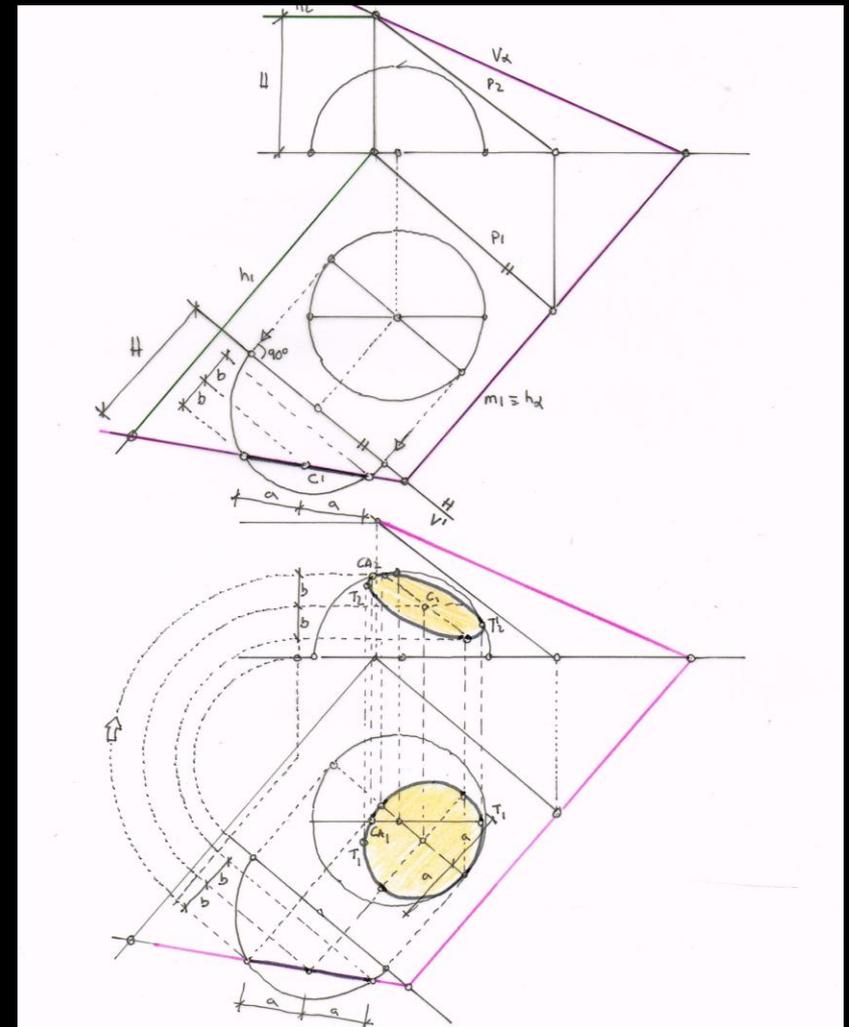
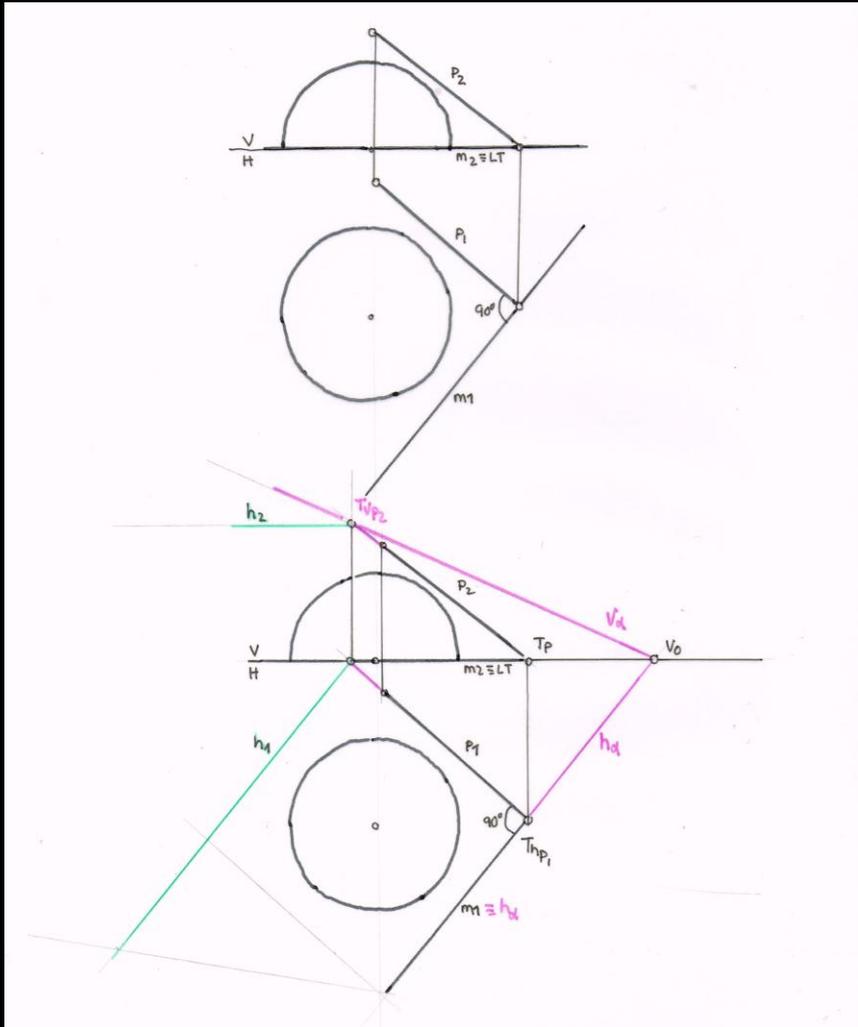
# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

Cuádricas elípticas. Sección de una semiesfera con un plano cualquiera

# 02

parte segunda, superficies curvas



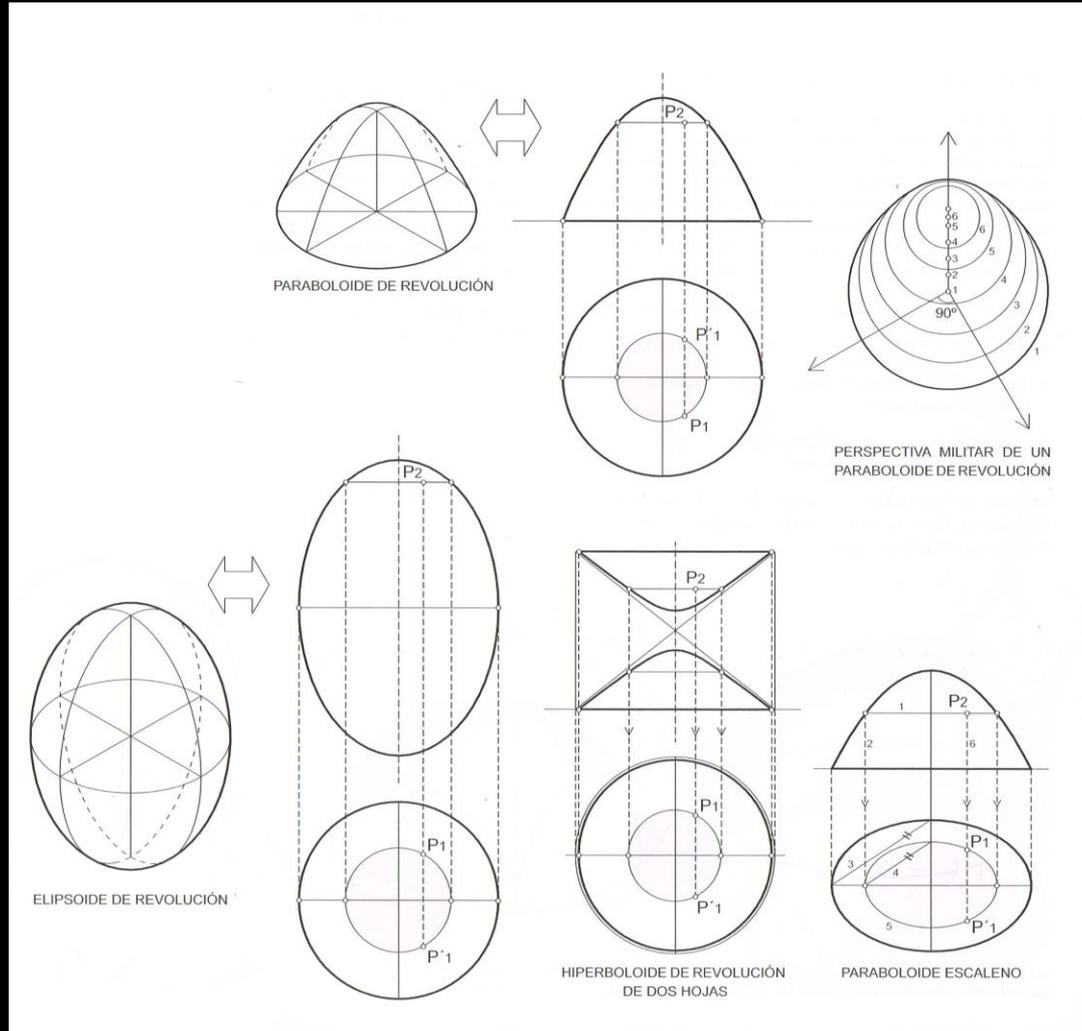
# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

Cuádricas elípticas. Las otras cuádricas elípticas y escalenas

# 02

parte segunda, superficies curvas



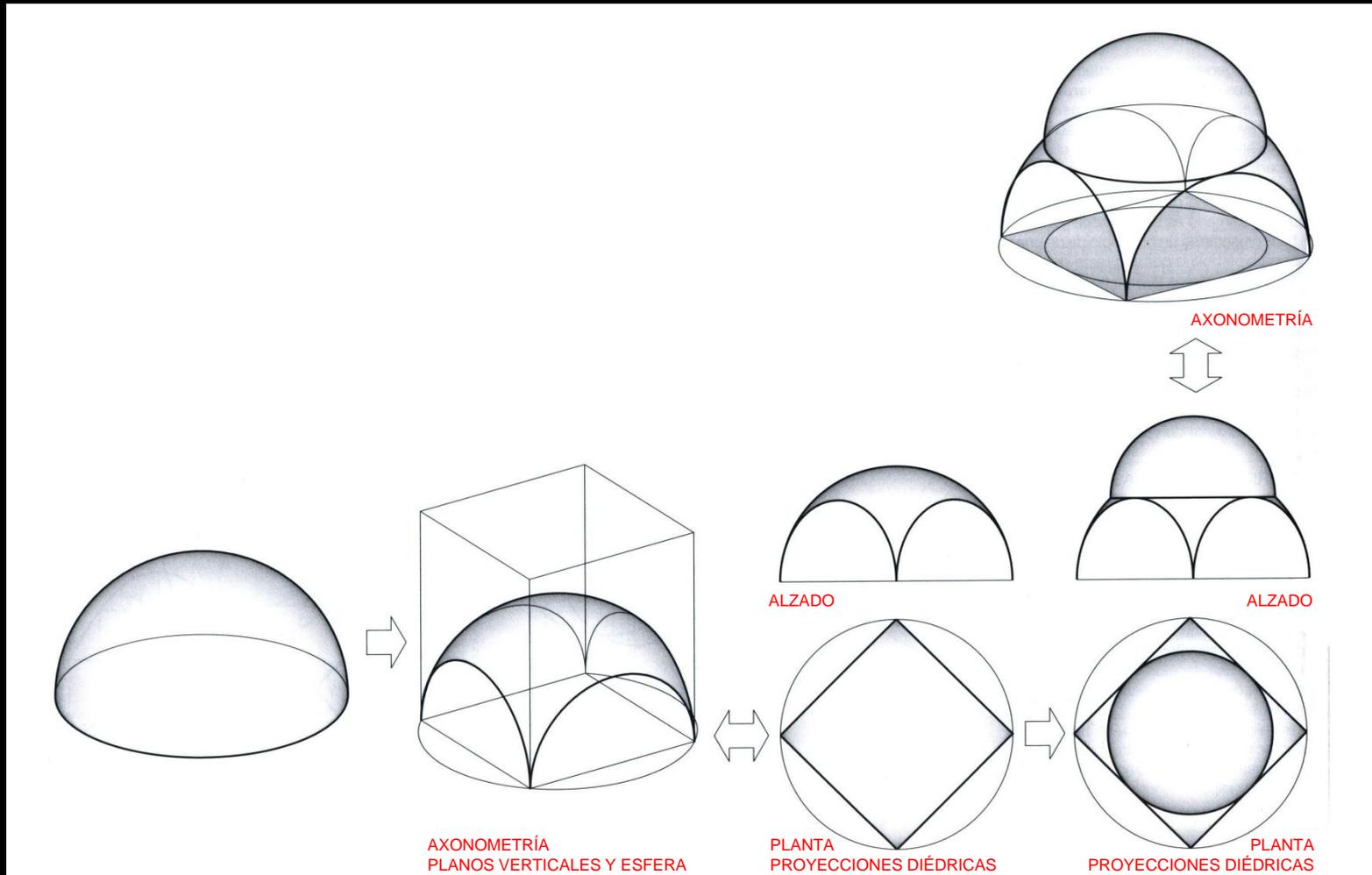
# XFA tema cuatro

profesor : pablo costa buján

Cuádricas elípticas. Aplicaciones arquitectónicas

# 02

parte segunda, superficies curvas



Semiesfera

Bóveda vaída

Cúpula bizantina

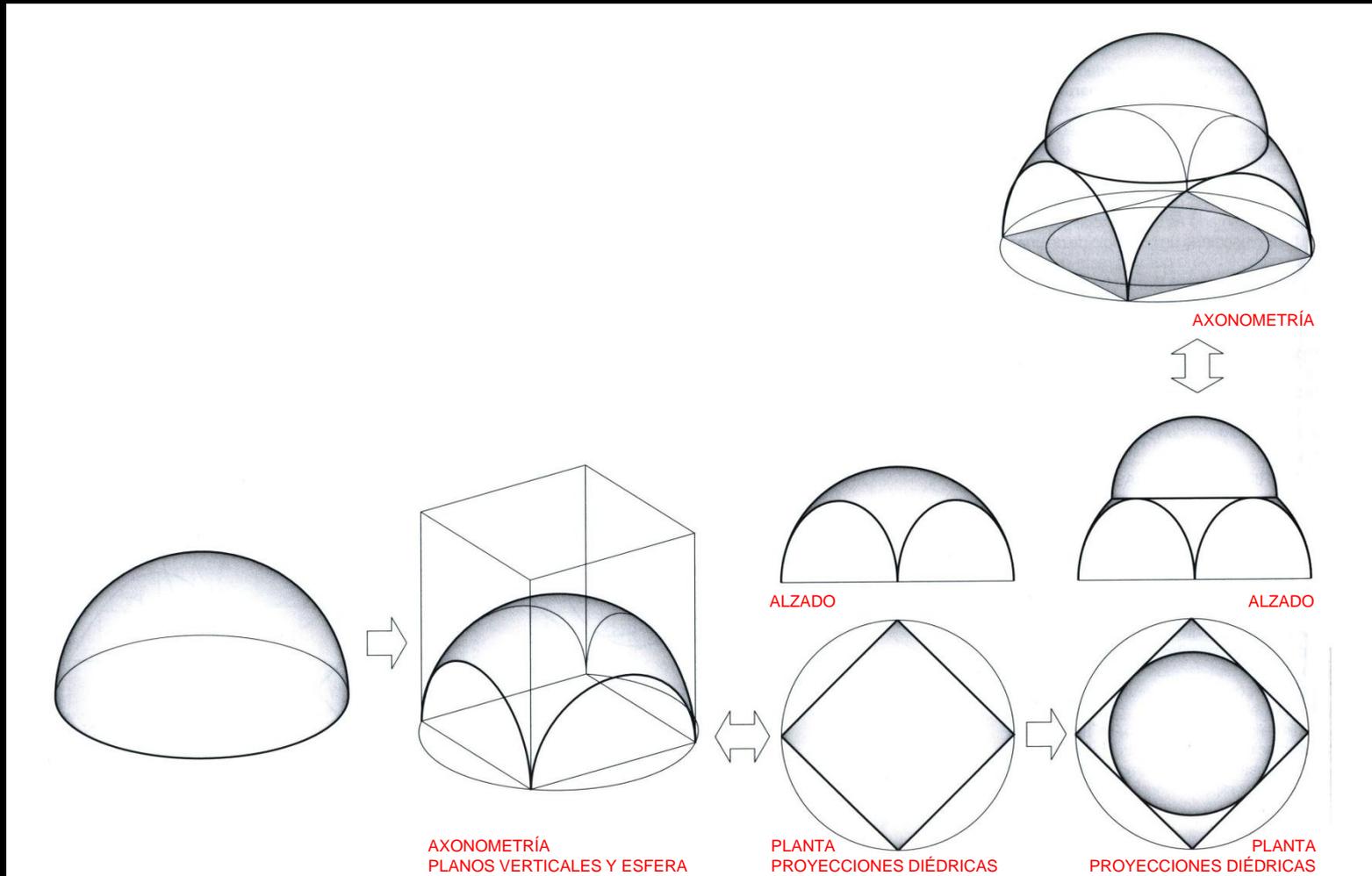
# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

Cuádricas elípticas. Aplicaciones arquitectónicas

# 02

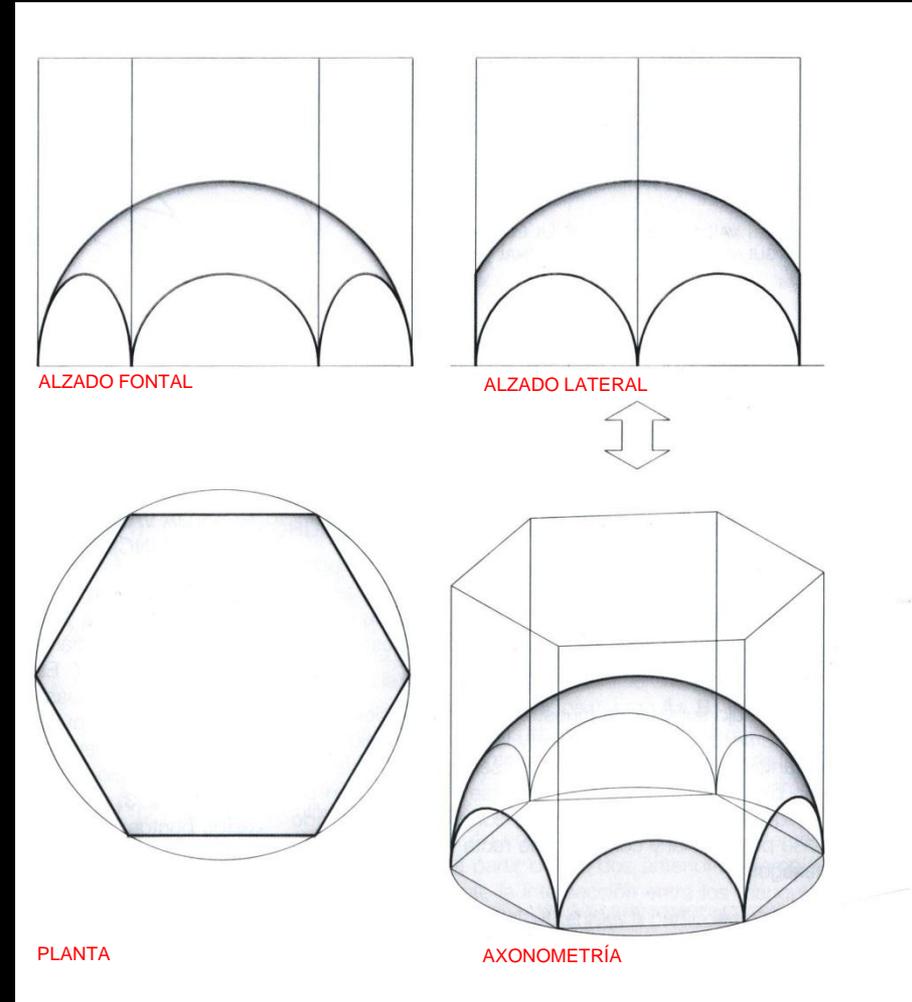
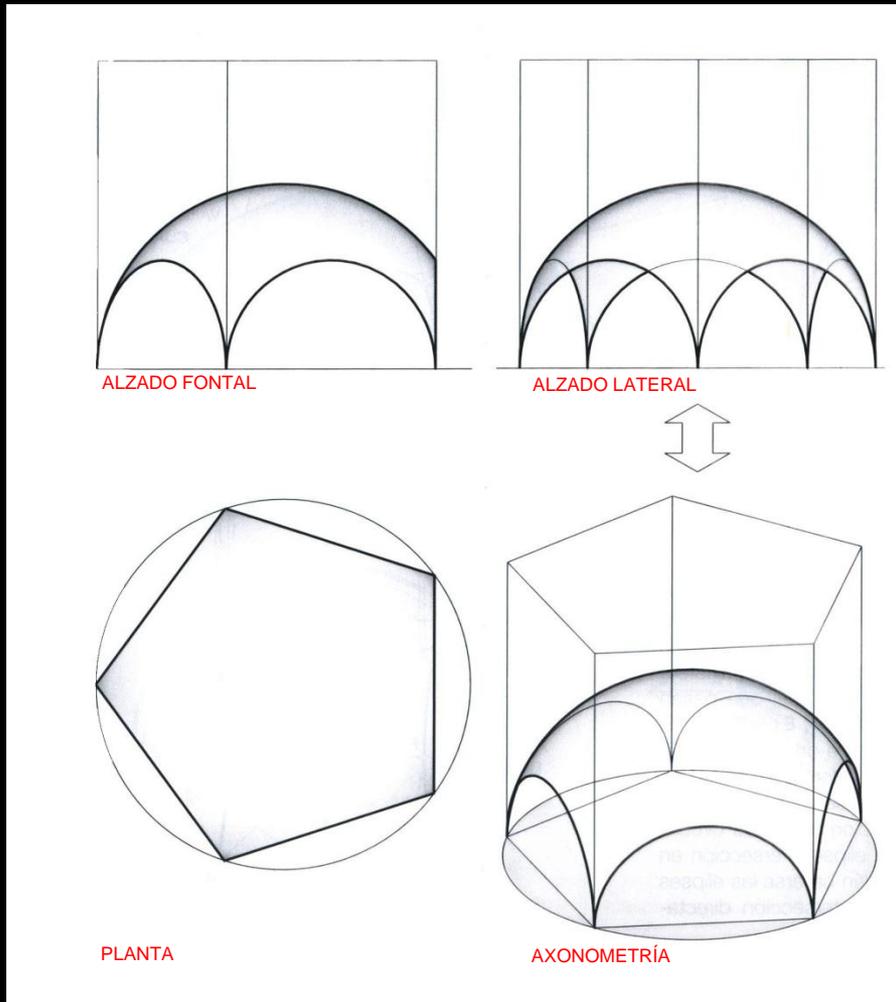
parte segunda, superficies curvas



Semiesfera

Bóveda vaída

Cúpula bizantina



**Semiesfera y su intersección con prisma recto pentagonal**

**Semiesfera y su intersección con prisma recto hexagonal**

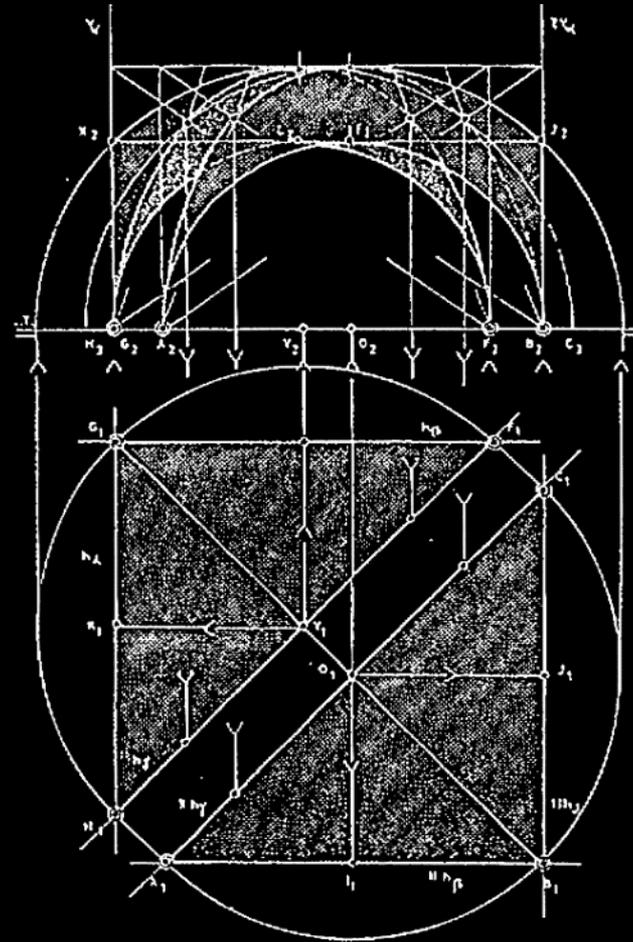
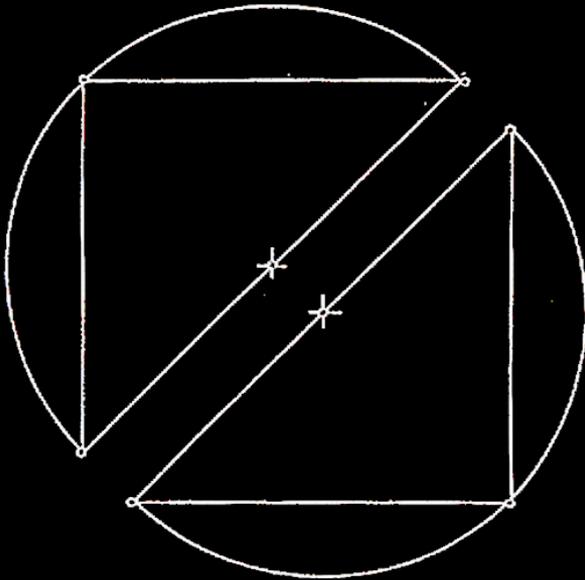
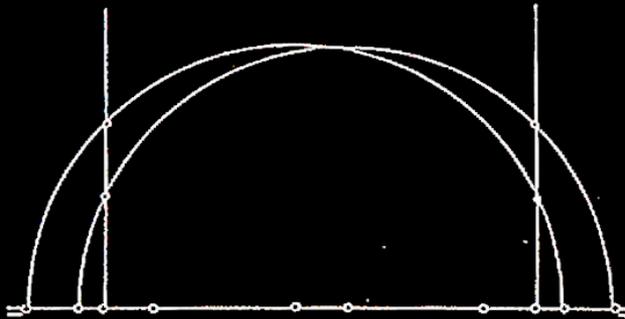
# XFAtema cuatro

02

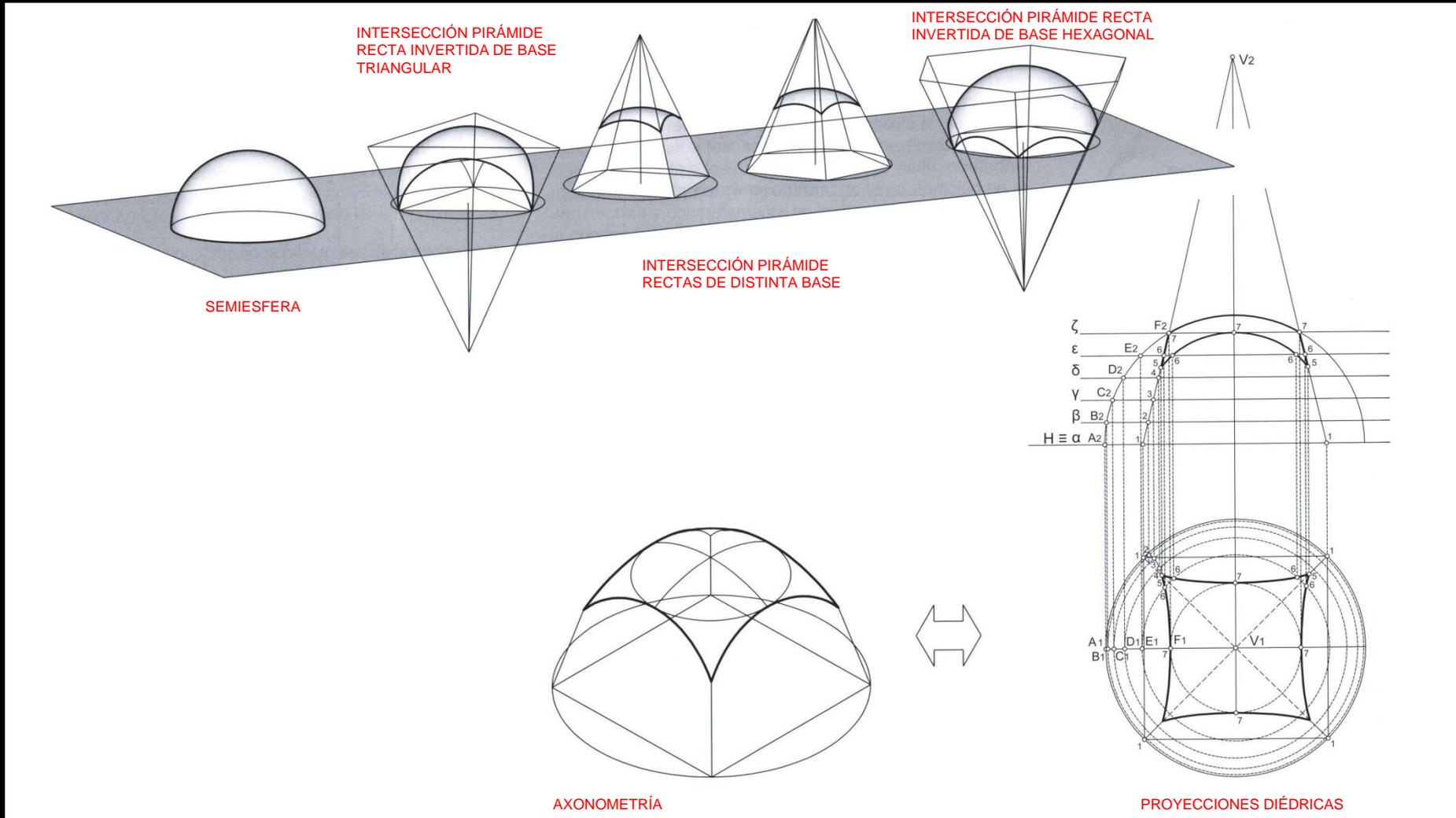
profesor : pablo costa buján

parte segunda, superficies curvas

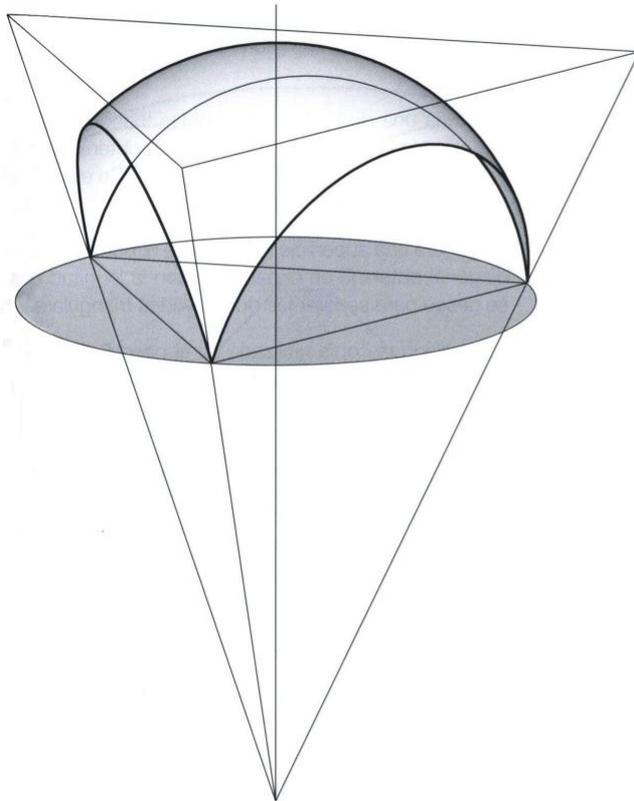
Cuádricas elípticas de revolución. La esfera. Aplicaciones arquitectónicas  
Bóvedas y cúpulas



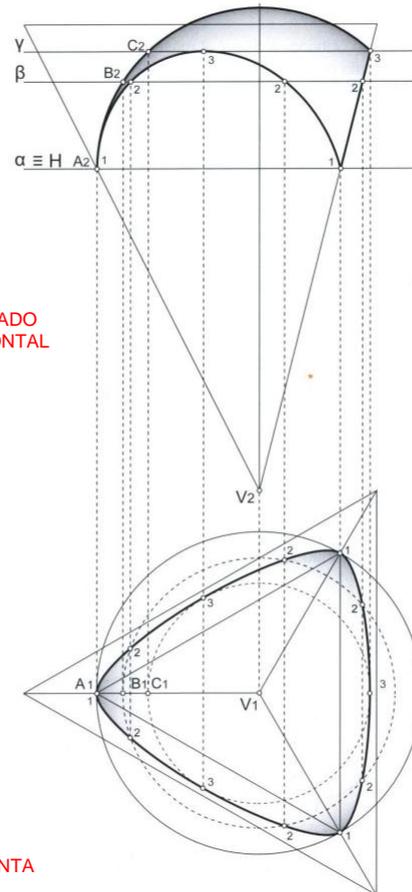
REALIZAR PARTIENDO DE LOS DATOS EL SIGUIENTE EJERCICIO: BÓVEDA VAÍDA



### Intersección de una semiesfera con una pirámide recta de base cuadrada

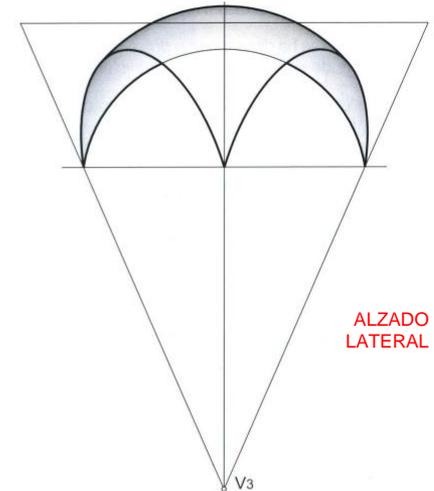


AXONOMETRÍA



ALZADO  
FRONTAL

PLANTA



ALZADO  
LATERAL

PROYECCIONES DIÉDRICAS

### Intersección de una semiesfera con una pirámide invertida recta de base triangular

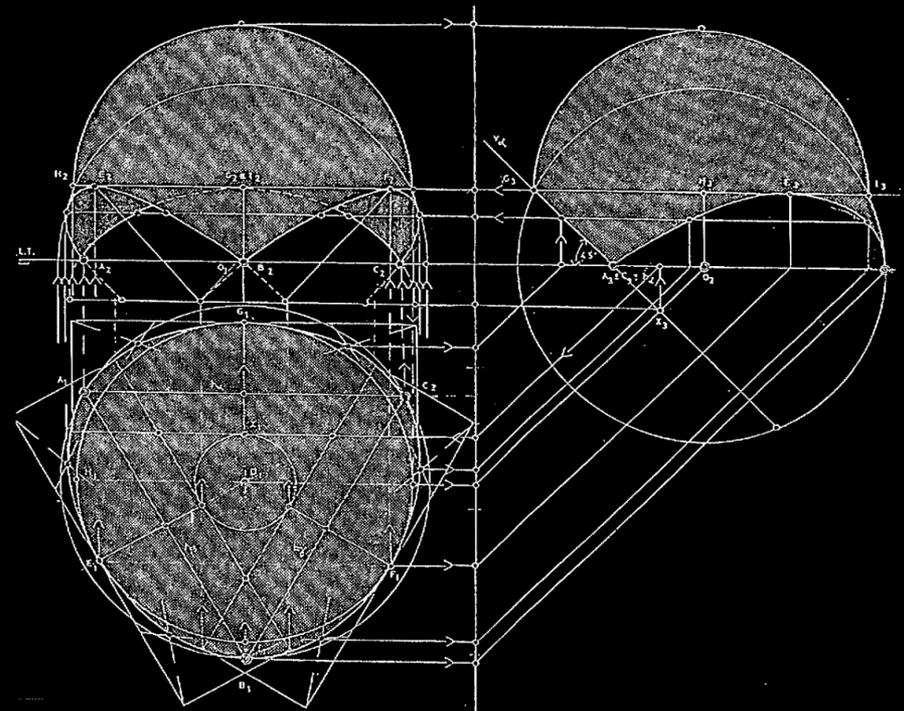
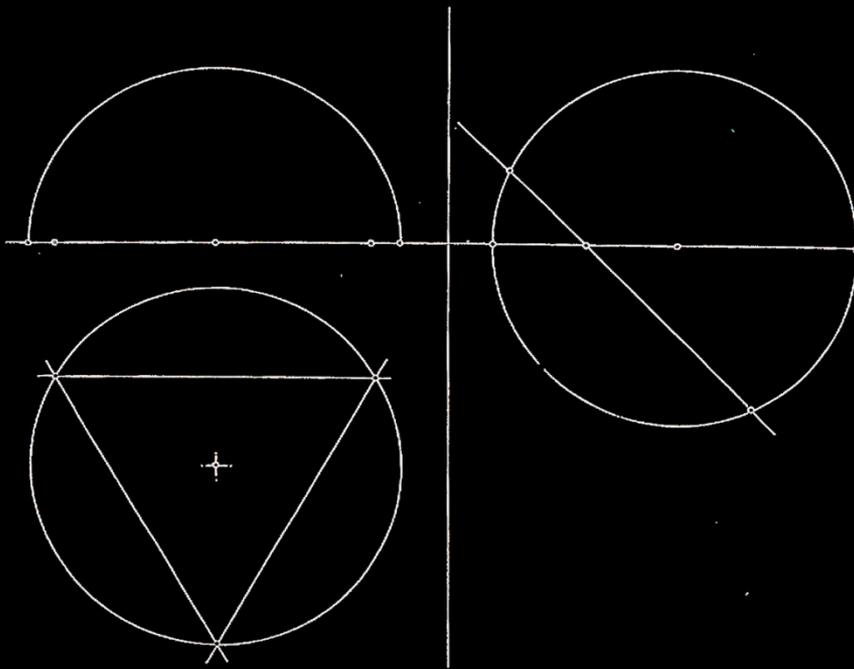
# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

# 02

parte segunda, superficies curvas

**Cuádricas elípticas de revolución. La esfera. Aplicaciones arquitectónicas**  
**Bóvedas y cúpulas**



REALIZAR PARTIENDO DE LOS DATOS EL SIGUIENTE EJERCICIO: CÚPULA SOBRE BÓVEDA VAÍDA OBLÍCUA

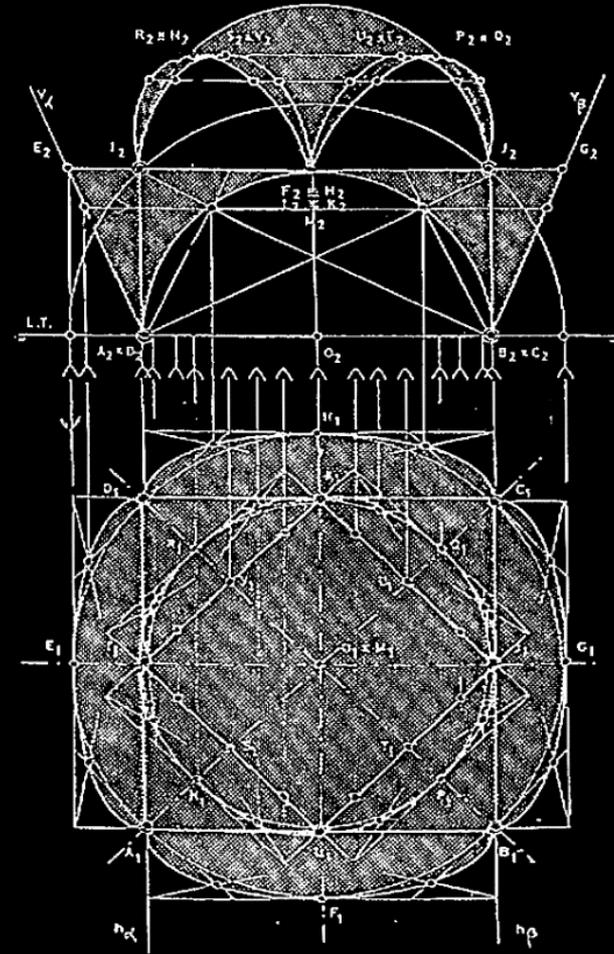
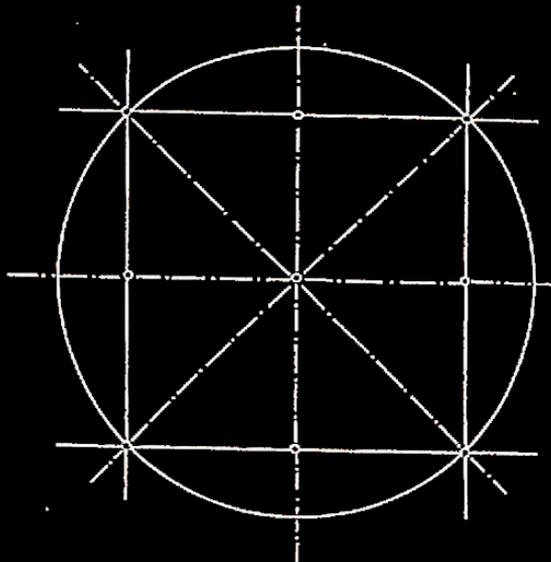
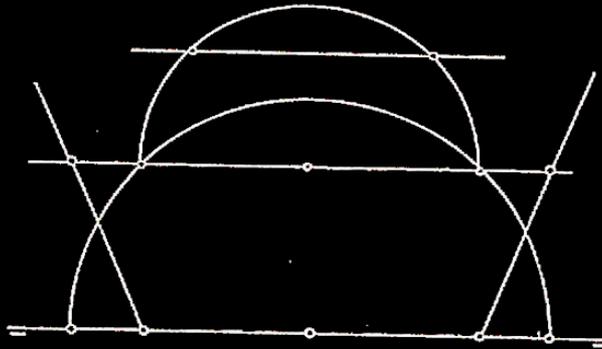
# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

# 02

parte segunda, superficies curvas

**Cuádricas elípticas de revolución. La esfera. Aplicaciones arquitectónicas**  
**Bóvedas y cúpulas**



REALIZAR PARTIENDO DE LOS DATOS EL SIGUIENTE EJERCICIO: CÚPULA BIZANTINA CON ALEROS CILÍNDRICOS

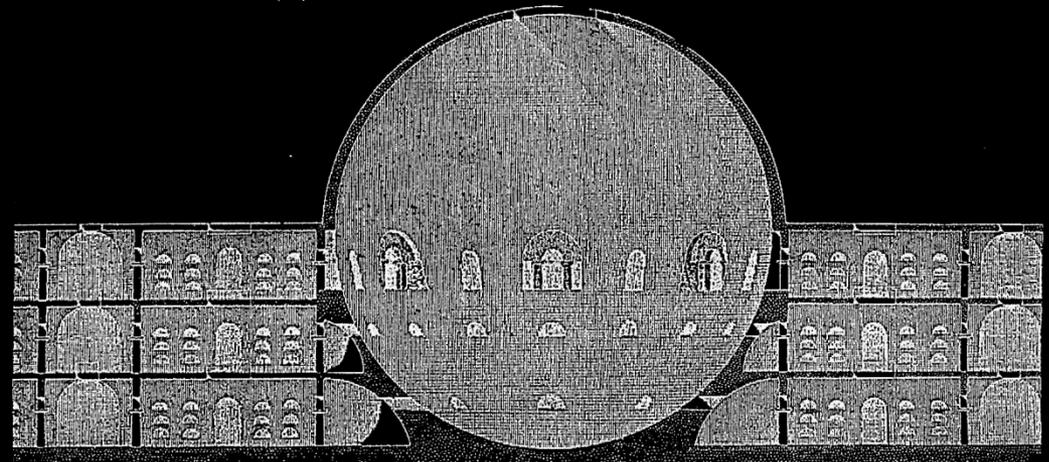
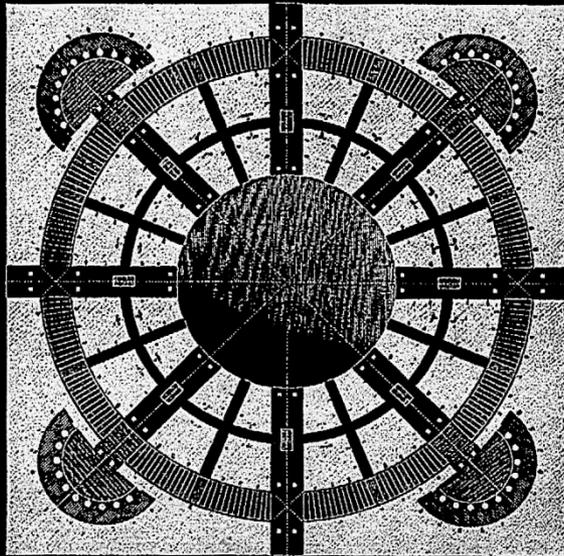
# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

# 02

parte segunda, superficies curvas

## Cuádricas elípticas de revolución. La esfera. Aplicaciones arquitectónicas Bóvedas y cúpulas



DADA LA ESFERA DE RADIO INTERIOR 16 M Y EXTERIOR DE 17 M QUE TIENE COMO BASAMENTO UN CILINDRO TANGENTE, AL QUE LLEGAN LAS GALERÍAS RADIALES FORMADAS POR BÓVEDAS DE CAÑÓN CUYA SECCIÓN ESTÁ DIBUJADA EN ALZADO Y SUS EJES EN PLANTA, REALIZAR:

1º.- PLANTA Y ALZADO DE LA SEMIESFERA DE CENTRO "O" Y DEL CILINDRO. INTERSECCIÓN DE LAS GALERÍAS CON EL CILINDRO Y CON LA CARA INTERIOR DE LA ESFERA.

2º.- PERSPECTIVA MILITAR DEL CONJUNTO

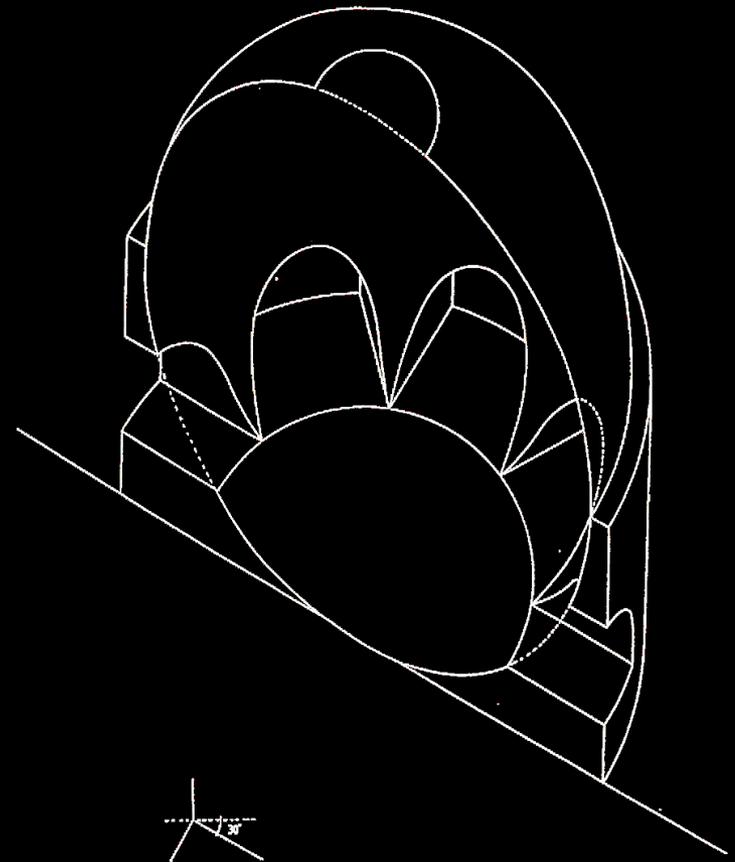
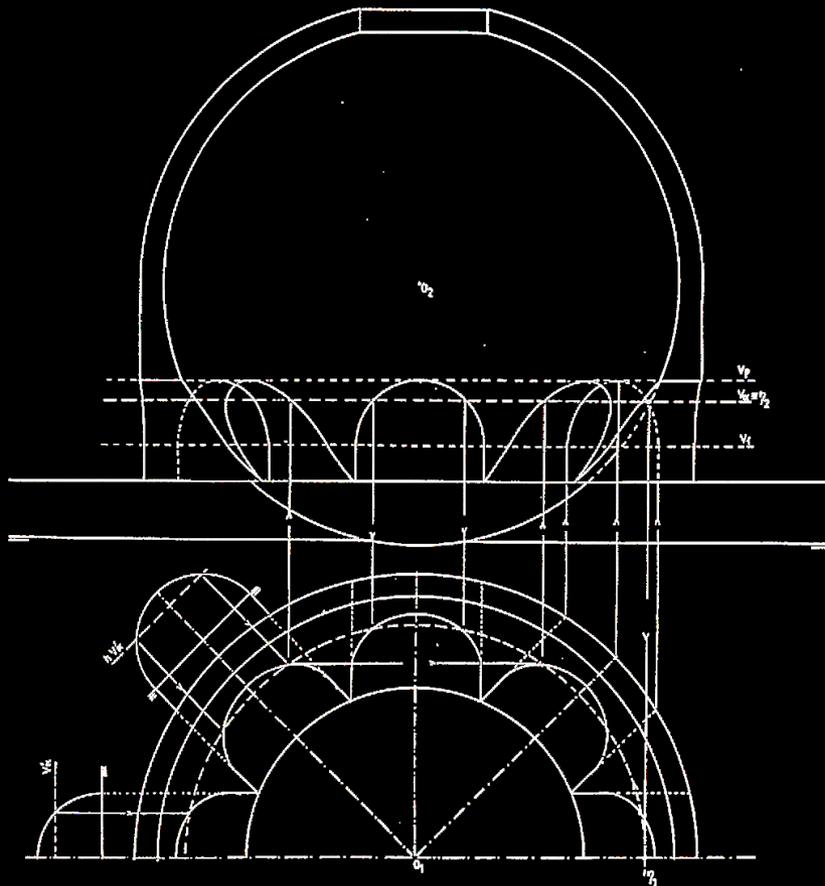
# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

# 02

parte segunda, superficies curvas

**Cuádricas elípticas de revolución. La esfera. Aplicaciones arquitectónicas**  
**Bóvedas y cúpulas**



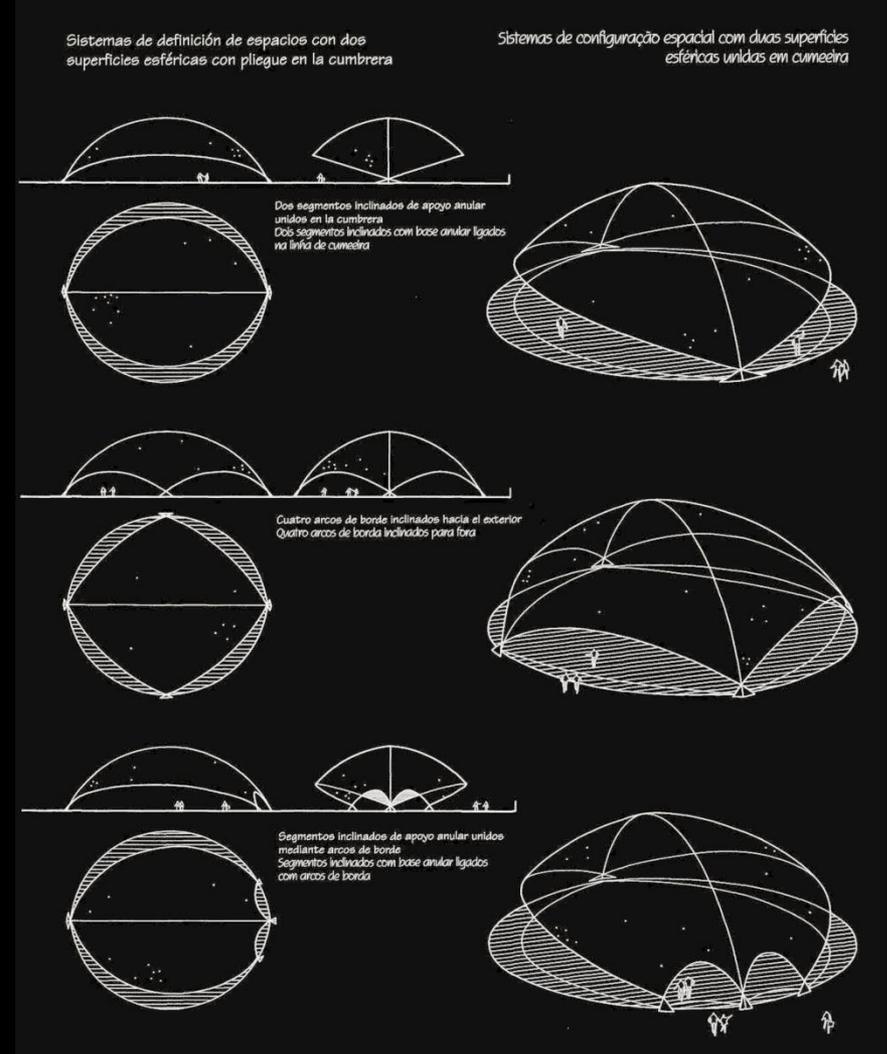
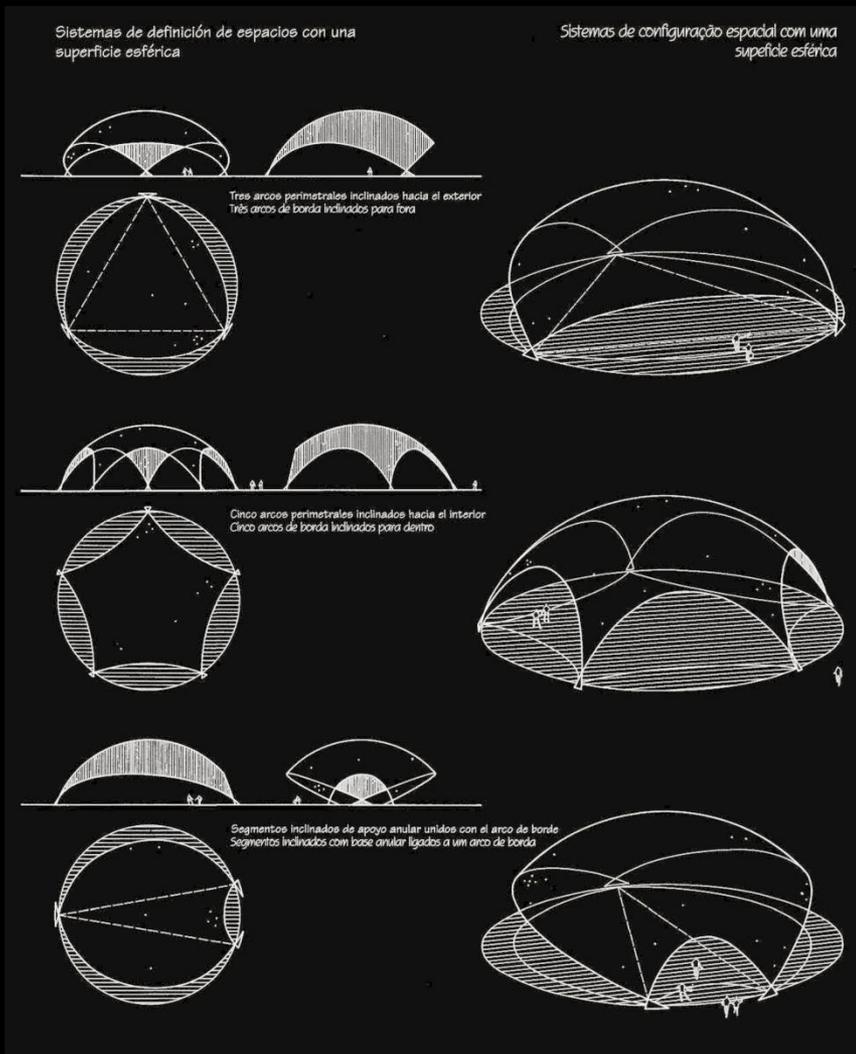
# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

# 02

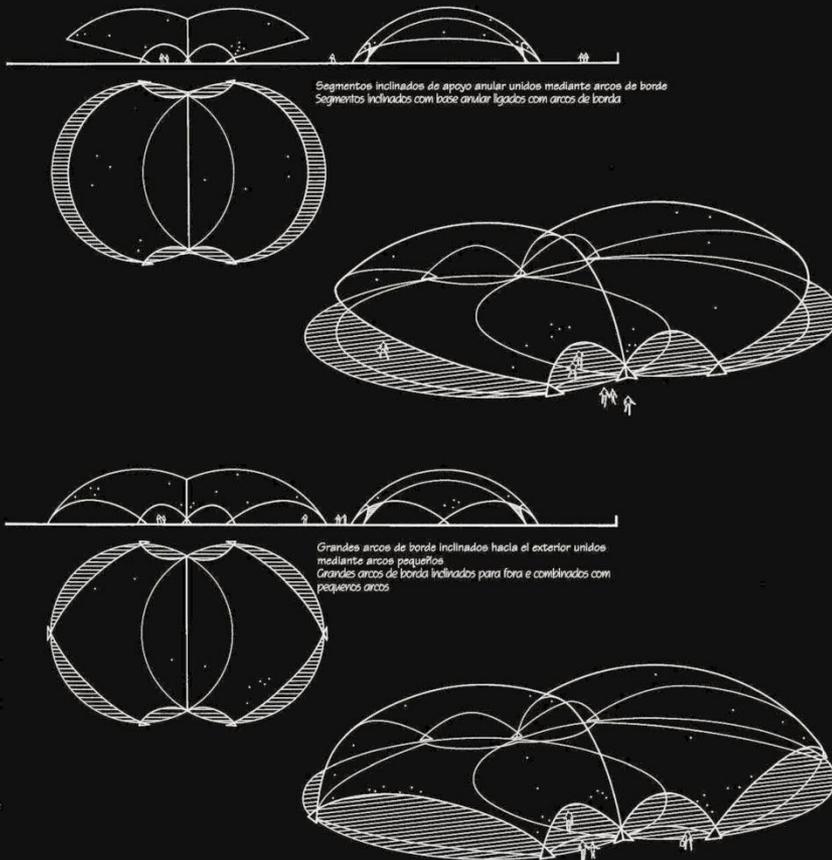
parte segunda, superficies curvas

## Cuádricas elípticas de revolución. La esfera. Sistemas de estructuras



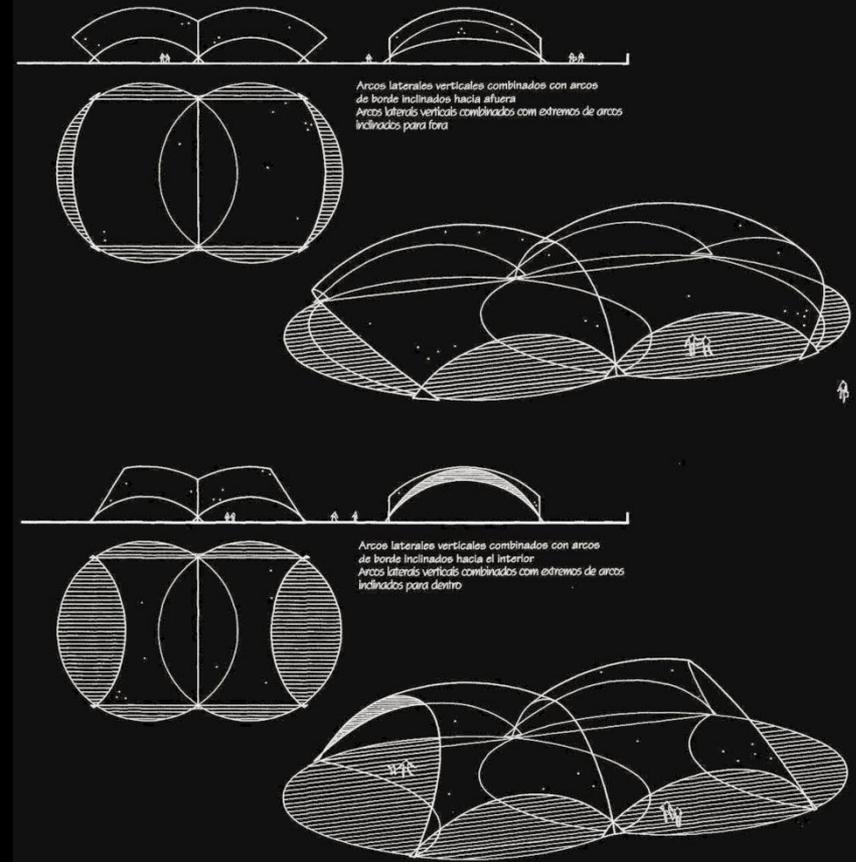
Sistemas de definición de espacios con dos superficies esféricas con unión acanalada

Sistemas de configuração espacial com duas superficies esféricas unidas em água furtada



Sistemas de definición de espacios con dos superficies esféricas con pliego en la limahoya

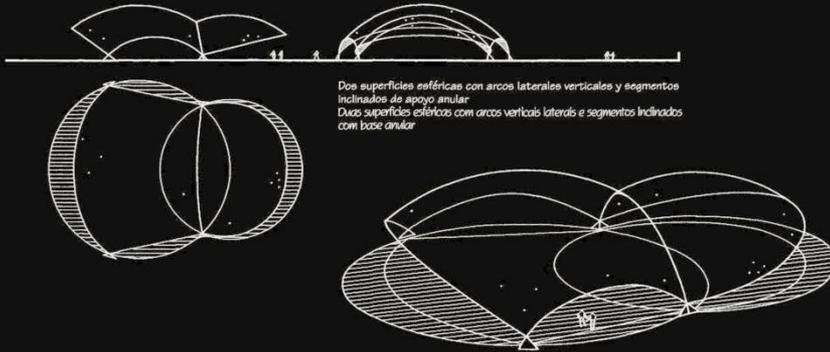
Sistemas de configuração espacial com duas superficies esféricas unidas em água furtada



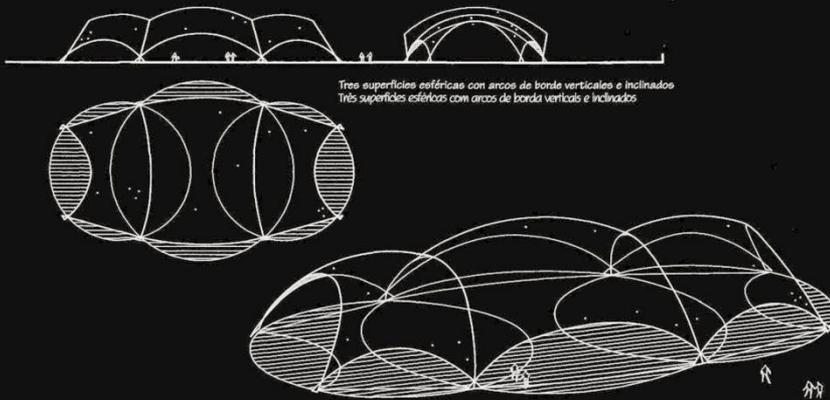
## Cuádricas elípticas de revolución. La esfera. Sistemas de estructuras

Sistemas de definición de espacios con superficies esféricas de diferente curvatura

Sistemas de configuração espacial com duas superficies esféricas de diferentes curvaturas



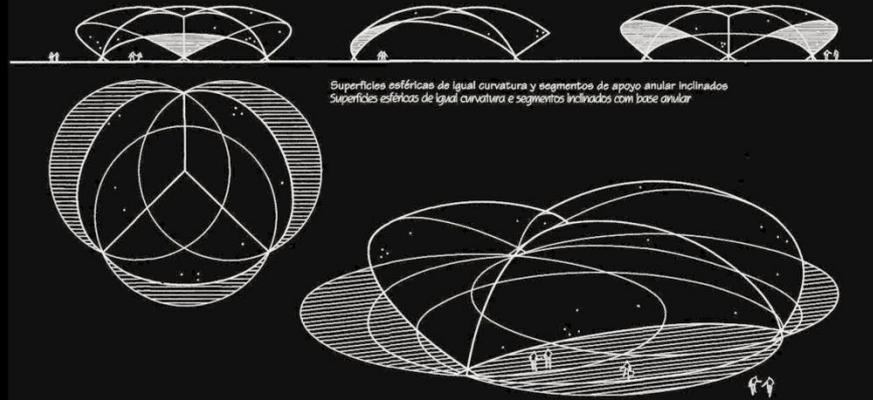
Dois superficies esféricas com arcos laterais verticais e segmentos inclinados de apoio anular.  
Dois superficies esféricas com arcos verticais laterais e segmentos inclinados com base anular



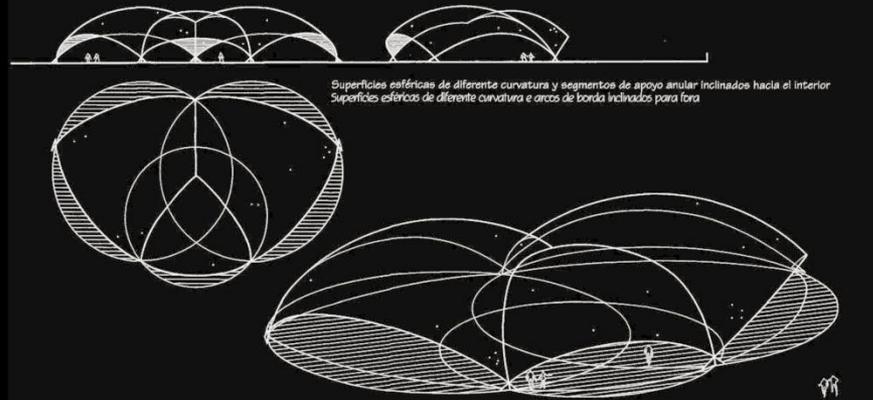
Tres superficies esféricas com arcos de borda verticais e inclinados  
Tres superficies esféricas com arcos de borda verticais e inclinados

Sistemas de definición de espacios con tres superficies esféricas con unión en la limahoya

Sistemas de configuração espacial com três superficies esféricas unidas em água furçada



Superfícies esféricas de igual curvatura y segmentos de apoyo anular inclinados  
Superfícies esféricas de igual curvatura e segmentos inclinados com base anular



Superfícies esféricas de diferente curvatura y segmentos de apoyo anular inclinados hacia el interior  
Superfícies esféricas de diferente curvatura e arcos de borda inclinados para fora

# XFAtema cuatro

profesor : pablo costa buján

## Cuádricas elípticas

# 02

parte segunda, superficies curvas

### imágenes extraídas de libros, apuntes y publicaciones web

Silla Super Foam Chair (portada general)

<http://cubeme.com/superfoam-seating-by-rich-gilbert/>

Rem Koolhaas, Isla ecológica, proyecto para Dubai (portada Tema 5, superficies esféricas)

<http://www.plataformaarquitectura.cl/2007/05/18/rak-centro-de-convenciones-y-exhibicion-oma/>

Imágenes extraídas del libro *Sistemas de Estructuras*, del autor Heino Engel, disponible en la página web, en distintas situaciones o posición.

<https://docs.google.com/file/d/0B7mgXcwfK2tDbWVrTnZkcExxaFU/edit?pli=1>

Imágenes extraída de las páginas 122 a 125 del libro *GEOMETRÍA DESCRIPTIVA PARA LA REPRESENTACIÓN ARQUITECTÓNICA. GEOMETRÍA DE LA FORMA ARQUITECTÓNICA*, Volumen 2, del catedrático de la UDC José Antonio Franco Taboada, editado por Andavira

Imágenes de los ejercicios planteados en los cuadernos *Prácticas de geometría Descriptiva II* de los cursos 95-96 y 96-67 realizados por Pablo Costa Buján y otros profesores del Departamento de Representación y Teoría Arquitectónicas de la ETSAC. Disponibles en el repositorio de la UDC, Universidade da Coruña, en <http://hdl.handle.net/2183/11773> y <http://hdl.handle.net/2183/11775>, respectivamente