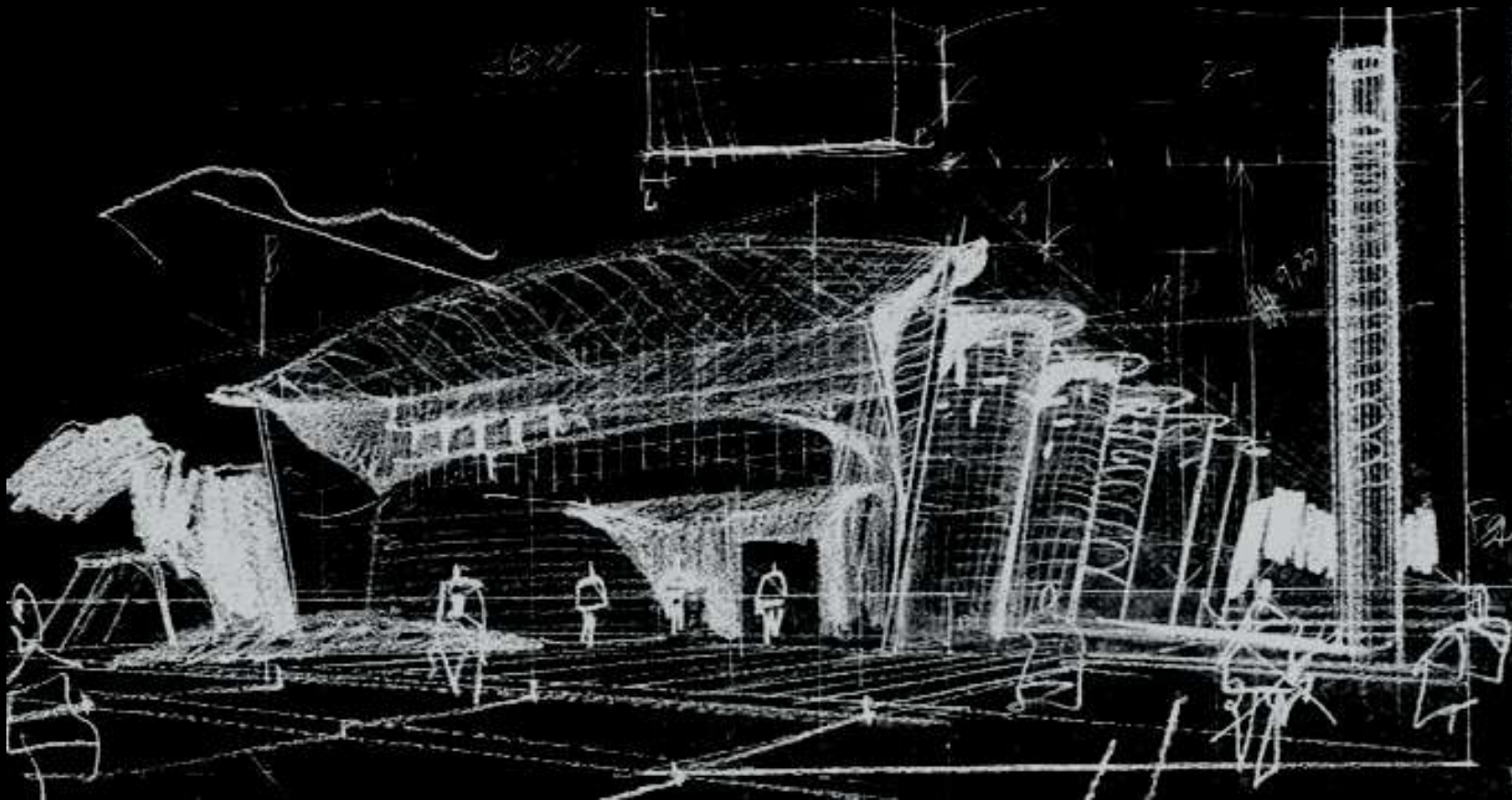
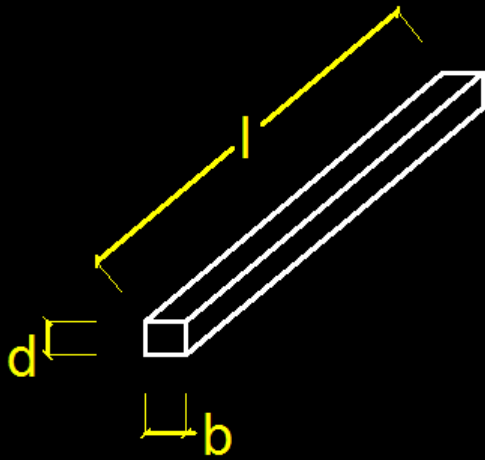


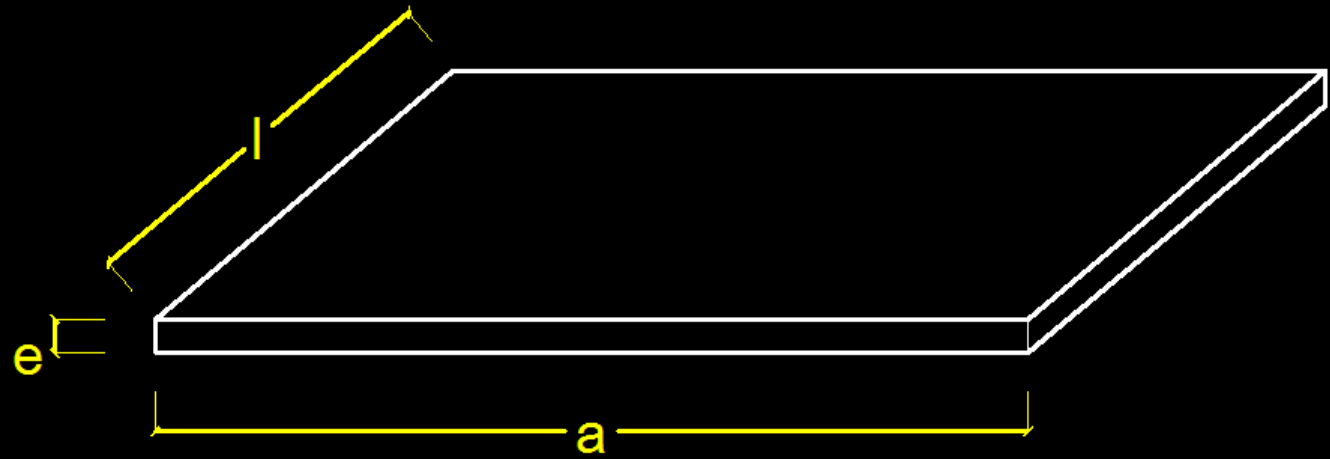


ESTRUCTURAS LAMINARES

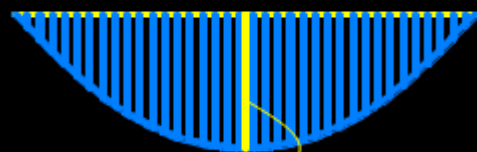
Elementos Estructurales



Barra

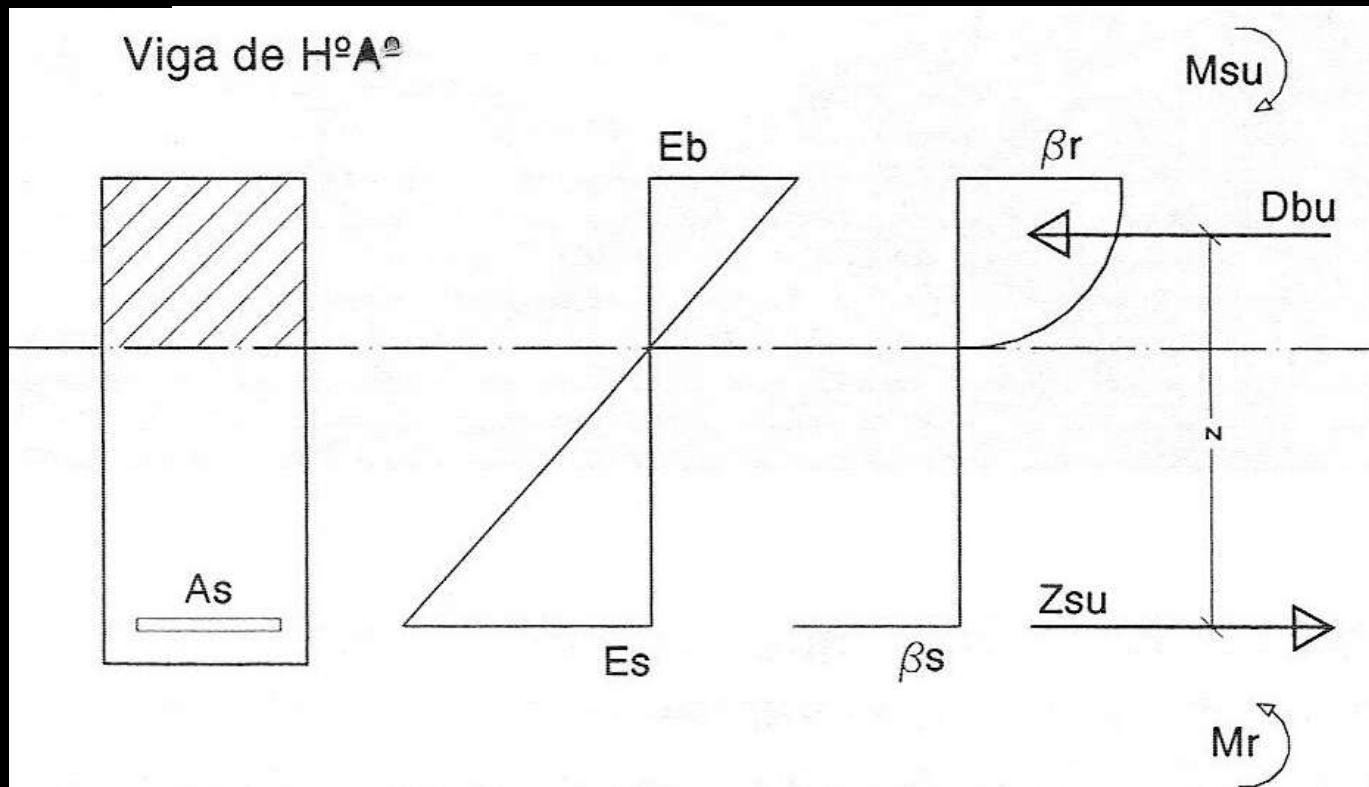


Placa



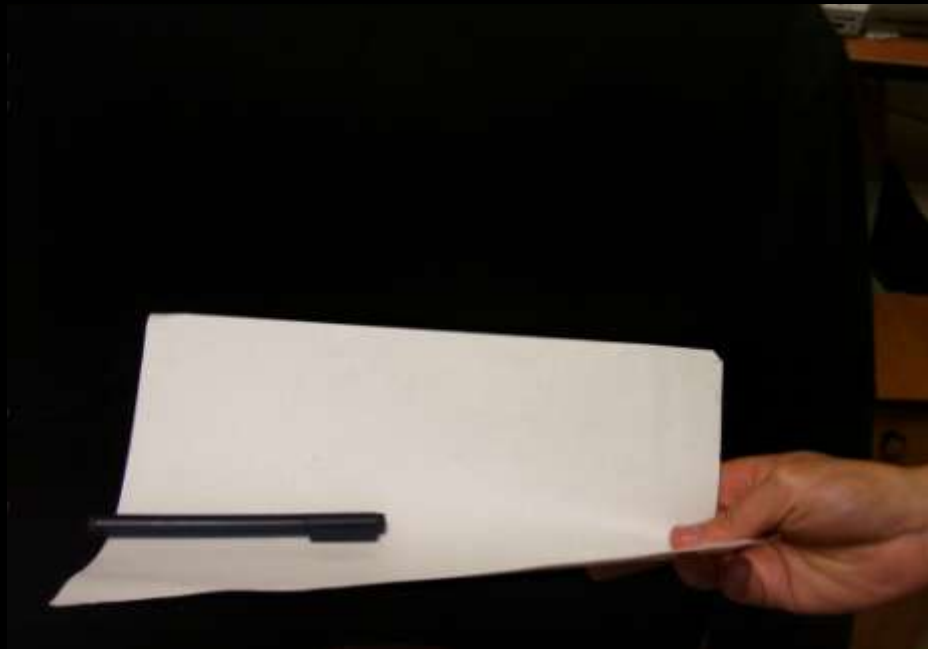
M_f Máximo

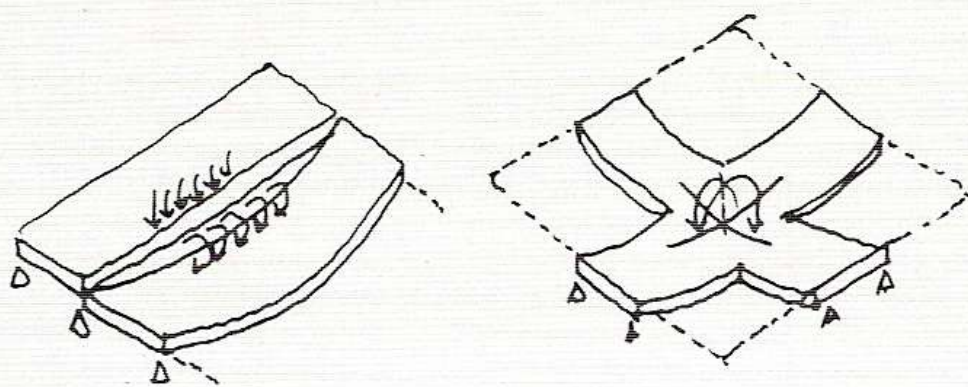
Viga de H^oA^o



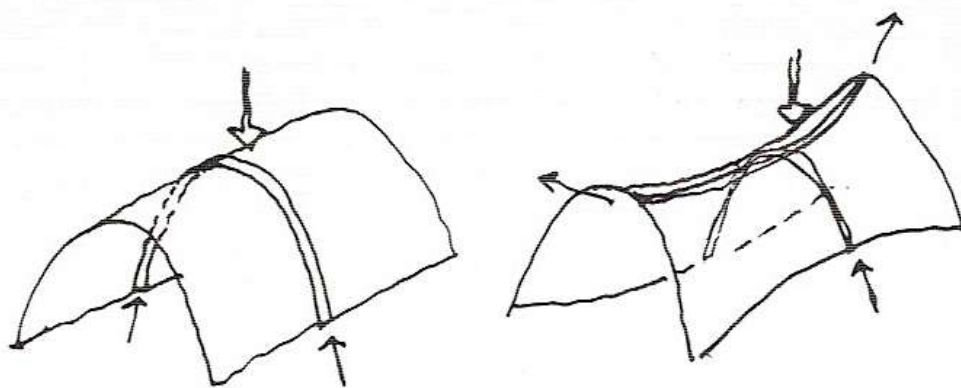
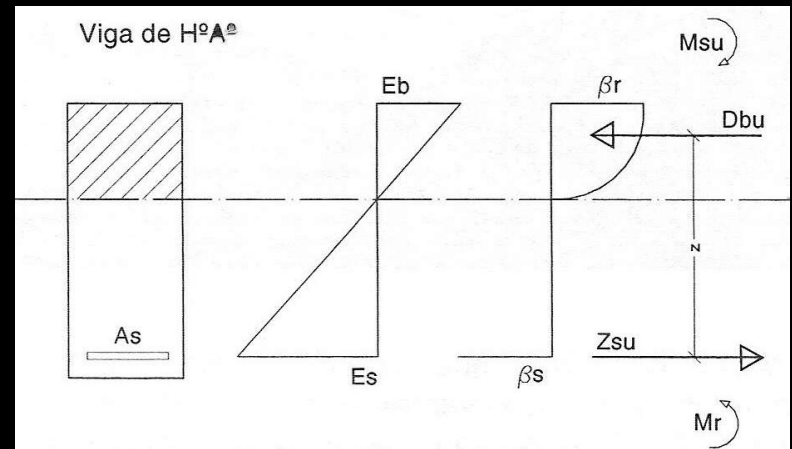


MEJORA DEL COMPORTAMIENTO A FLEXION A TRAVES DE LA CURVATURA DE LA LAMINA

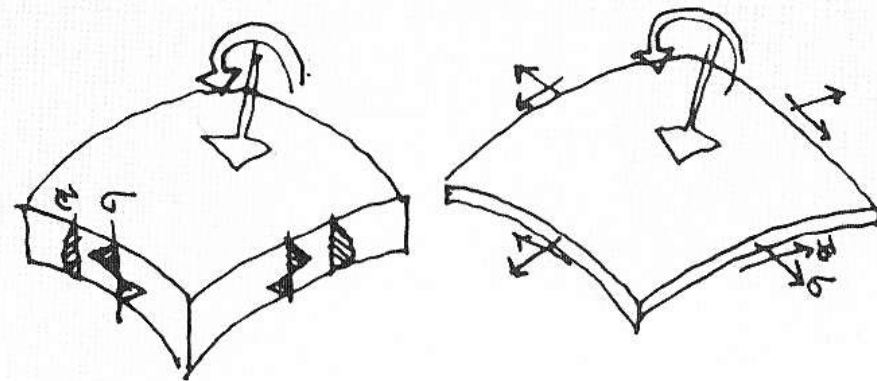




Mecanismos de trabajo de la viga y de la placa plana



Mecanismo resistente de las cáscaras: simple y doble curvatura. Acción de arco y de cable.



Trabajo en flexión y de membrana: tensiones en el plano y cortante transversal, en lugar de distribución variable de tensiones en la sección.

CLASIFICACION POR SU CURVATURA

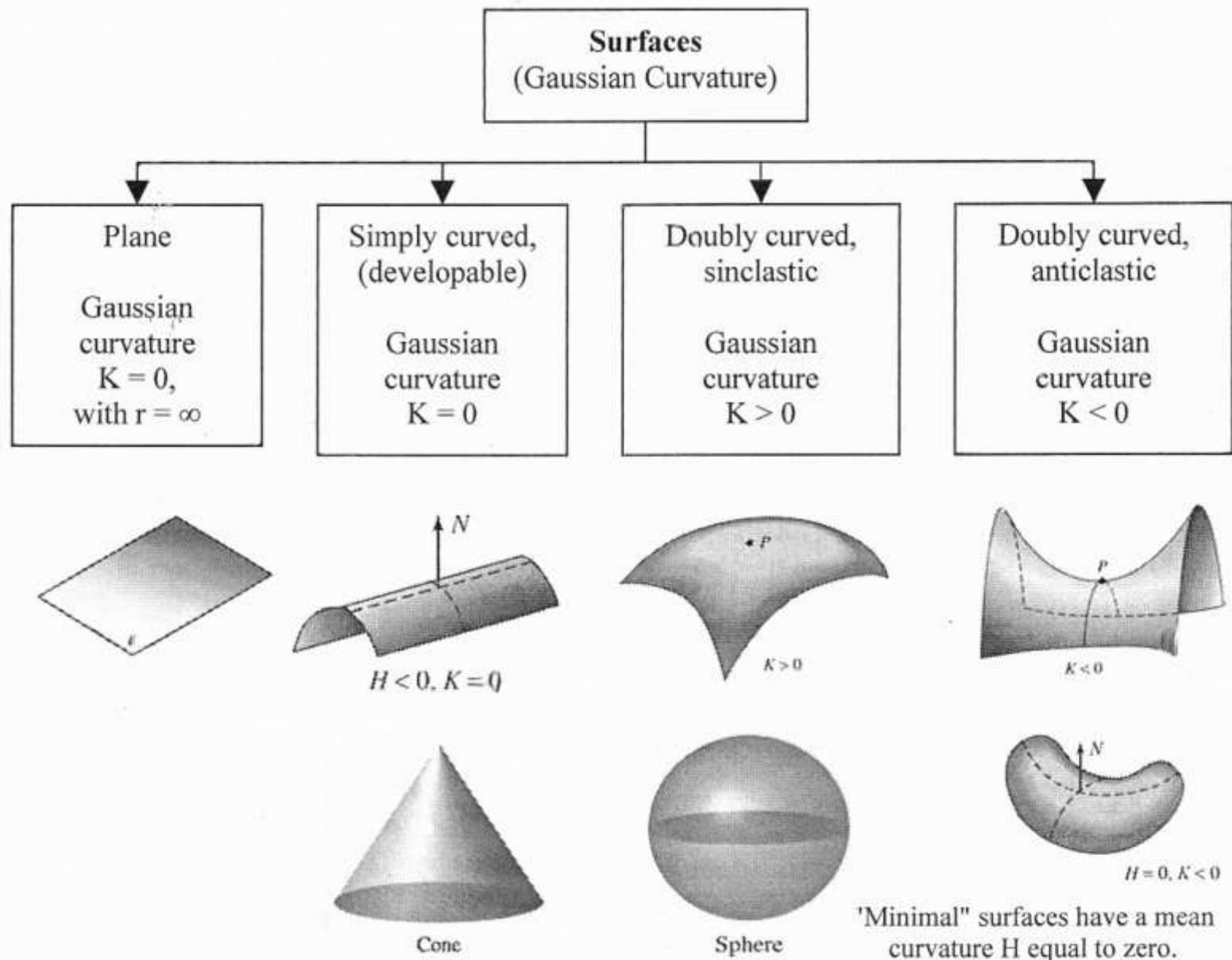


Figure 2. Surface classification. Curvature

GENERACION DE LA FORMA

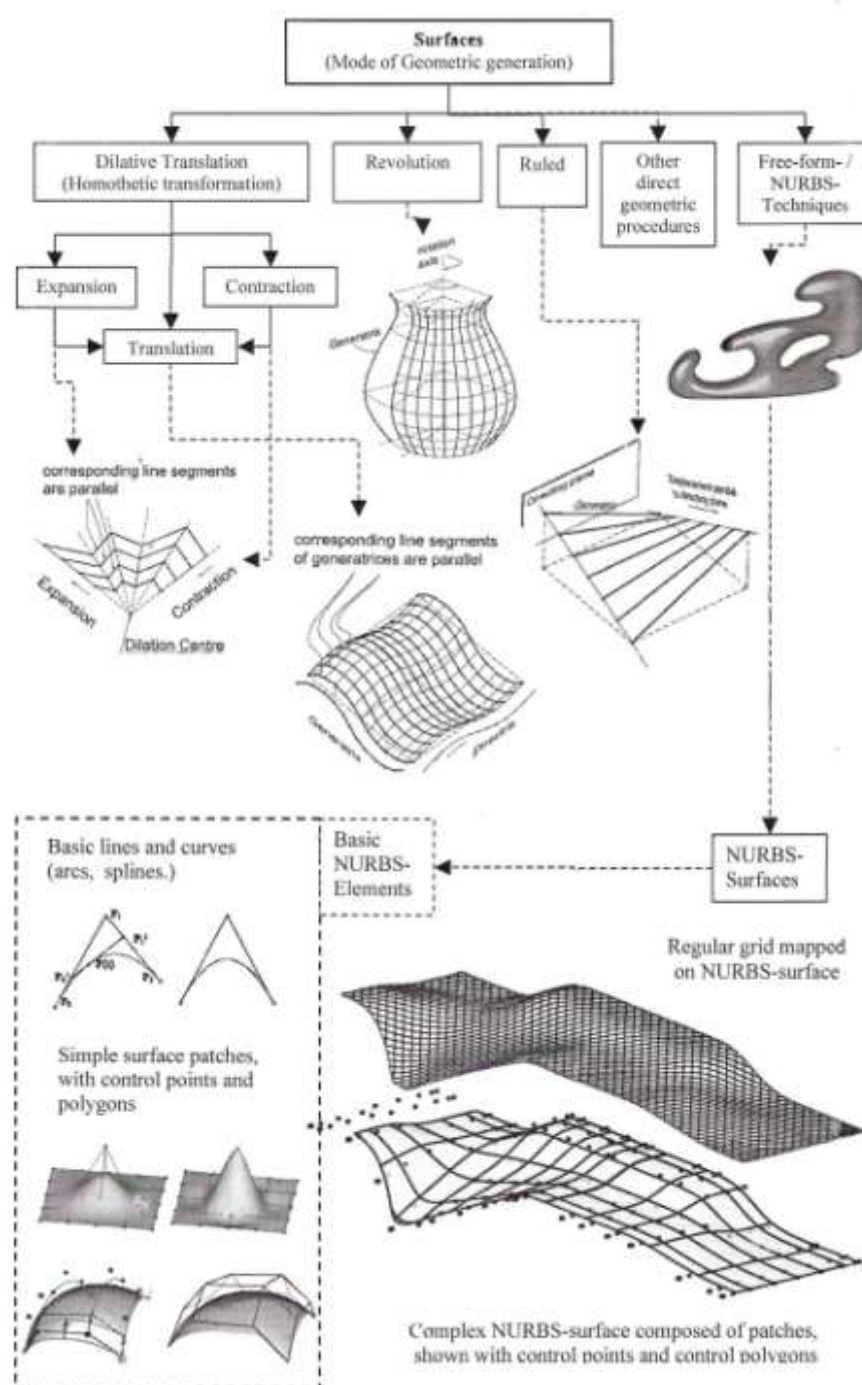


Figure 3. Surfaces. Geometric modes of generation.

FORMAS DEFINIDAS POR LEYES GEOMETRICAS

GEOMETRIAS CONVENCIONALES

ESTRUCTURAS SUPERFICIALES

LAMINARES
(Cáscaras)

PLANAS



CURVAS

DE SIMPLE
CURVATURA



de traslación (cilíndricas)



de rotación (cónicas)

DE DOBLE
CURVATURA

POSITIVAS
(sinclásticas)



de rotación
(cúpulas)



de traslación
(paraboloides elíptico)



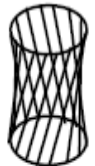
(paraboloides
hiperbólico)

NEGATIVAS
(anticlásticas)

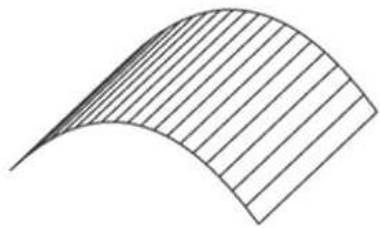
regladas



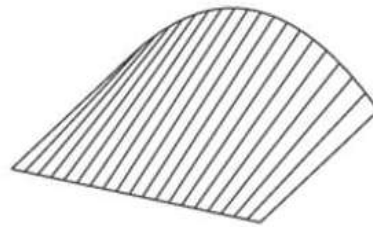
(conoides)



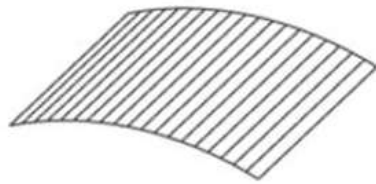
(hiperboloides)



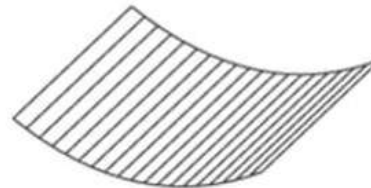
BOVEDA DE ARCO PARABOLICO



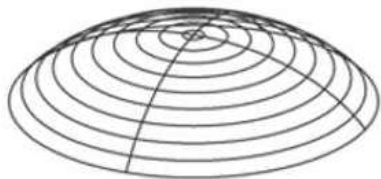
BÓVEDA FORMADA POR LA UNION REGLADA DE UNA RECTA Y UN ARCO PARABOLICO



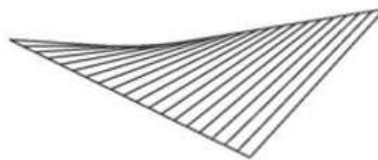
BOVEDA DE CAÑON DE ARCO REBAJADO



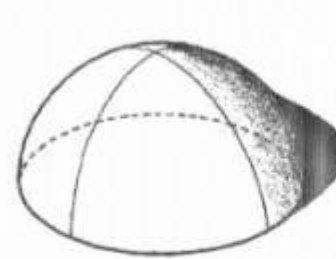
LAMINA REGLADA CON DIRECTRIZ CATENARIA



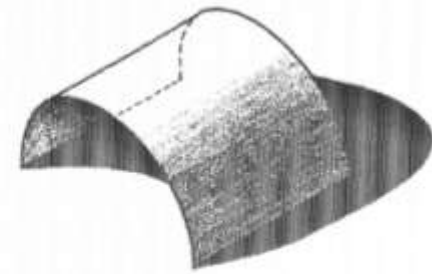
CASCARON DE GENERATRIZ ELIPTICA



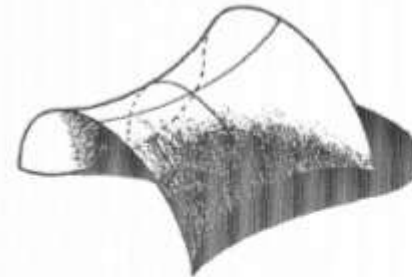
PARABOLOIDE HIPERBOLICO



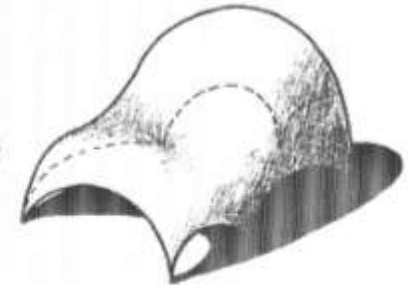
SINCLÁSTICO



DESARROLLABLE

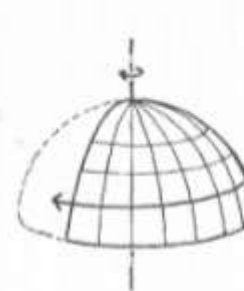


ANTICLÁSTICO

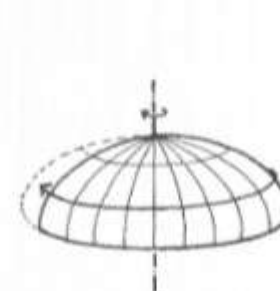


FORMA LIBRE

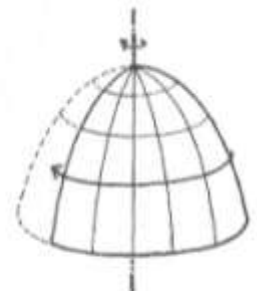
FIGURA 15.1: Formas de cascarones.



HEMISFÉRICA



ELIPSOIDE



PARABOLOIDE

FIGURA 15.2: Superficies de rotación.

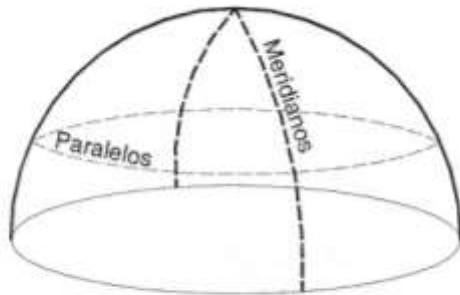
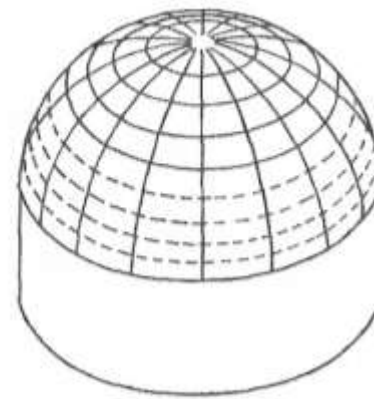
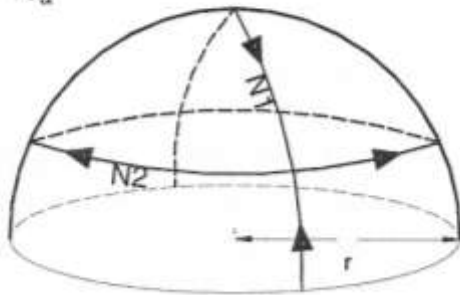
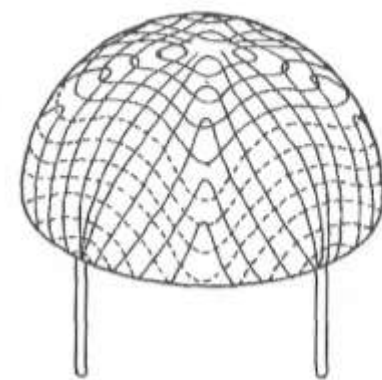


Fig. 19a



a)

— compresión

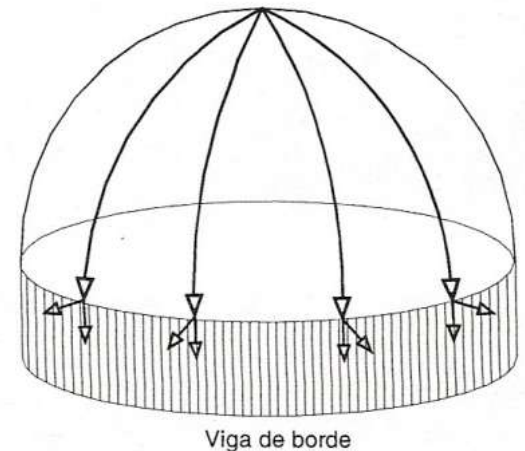


b)

----- tensión

FIGURA 15.5: Esfuerzos en la membrana de los cascarones hemisféricos sujetos a una carga uniforme: a) soportados continuamente alrededor de la base y b) soportados en cuatro columnas.

GENERACION CUPULA



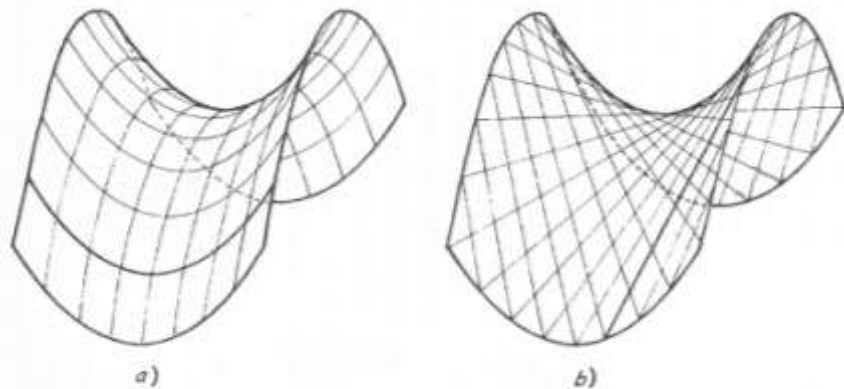


FIGURA 15.31: Dos métodos para generar un paraboloide hiperbólico: a) moviendo una parábola convexa a lo largo de una parábola cóncava y b) trazando una línea recta sobre una trayectoria recta en un extremo y otra trayectoria recta no paralela.

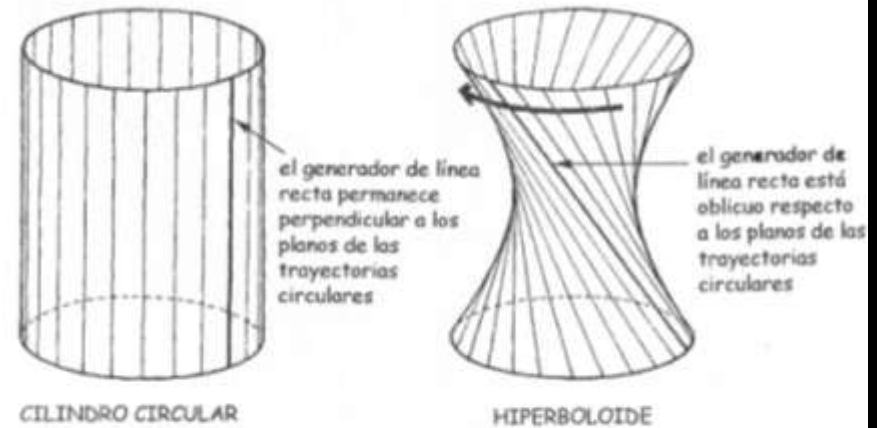


FIGURA 15.32: Generación de la superficie de un cilindro circular y de un hiperboloide.

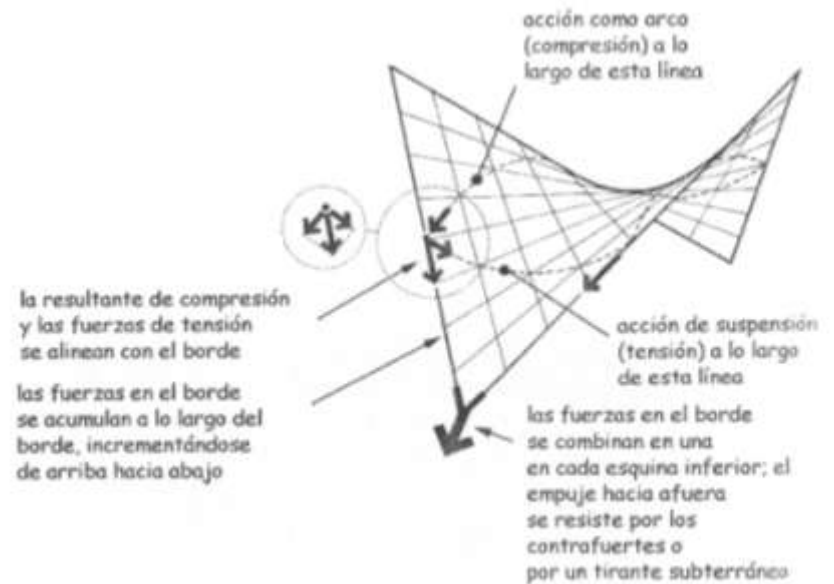
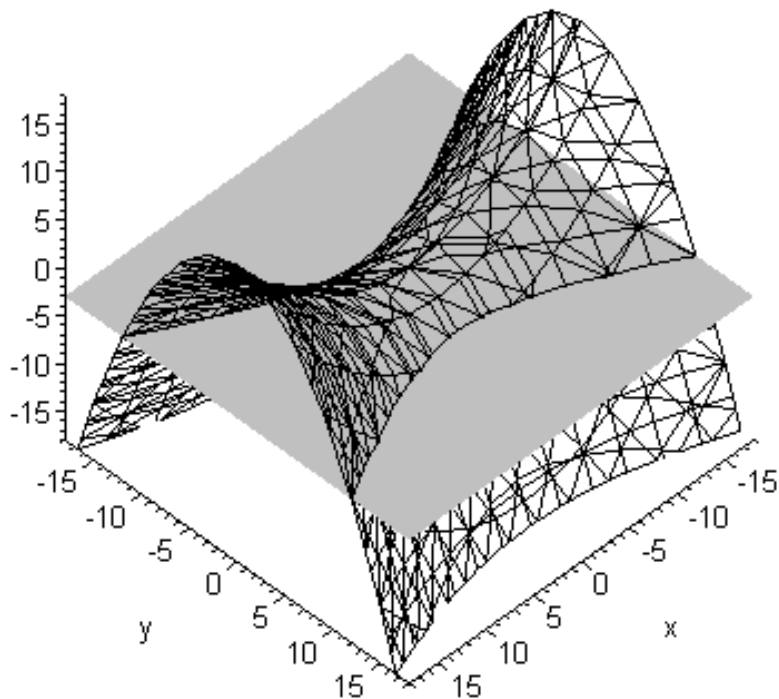
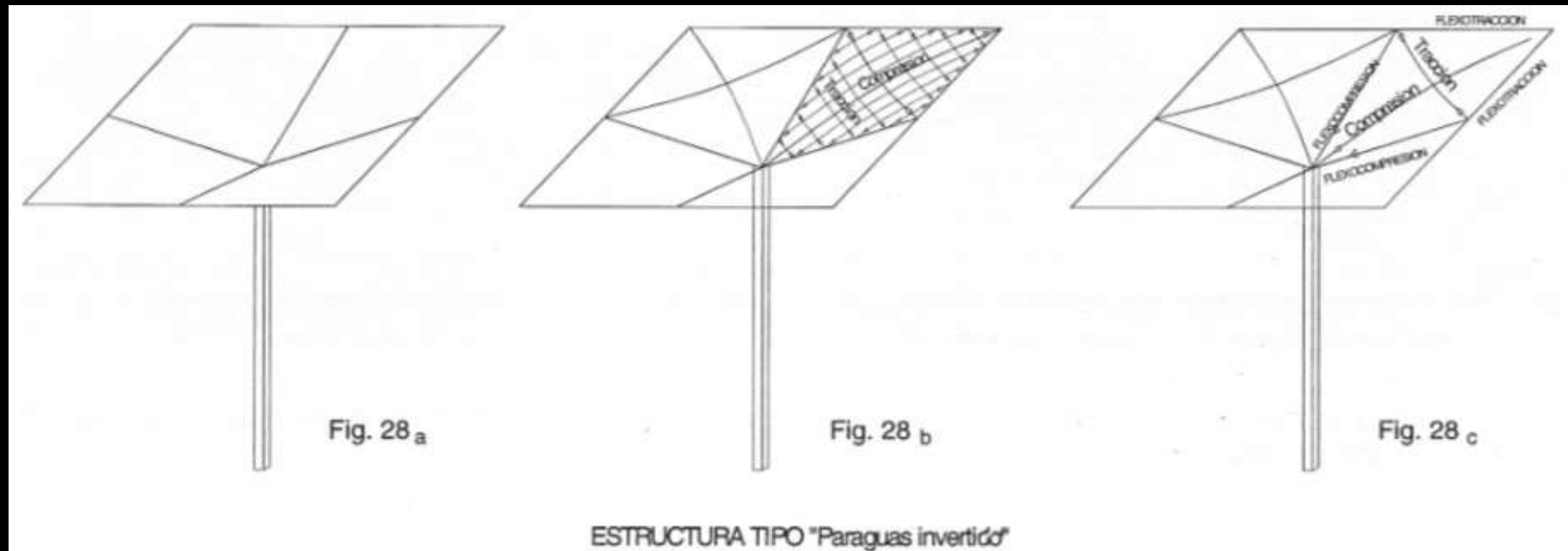
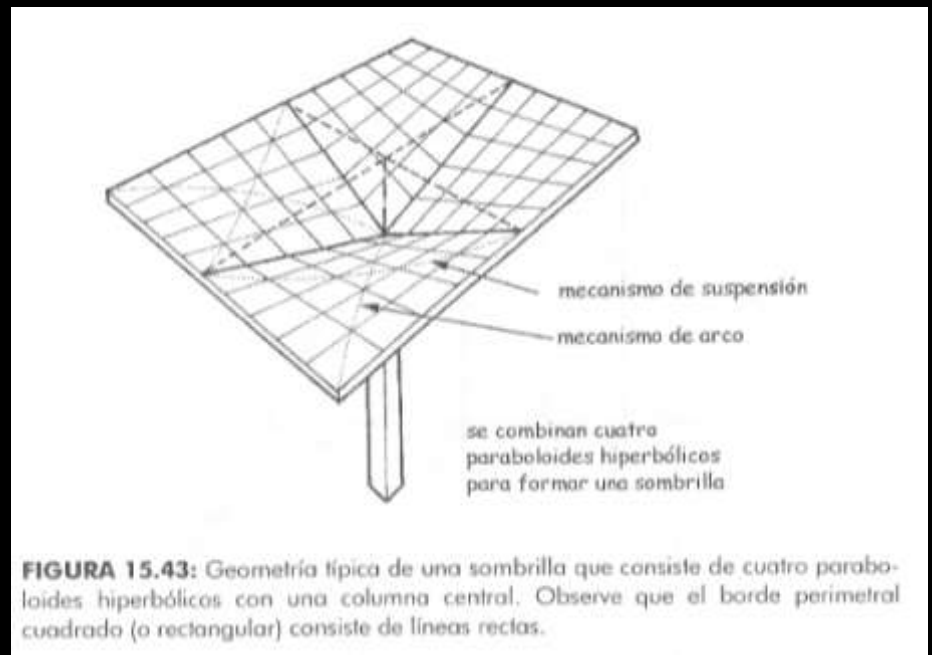
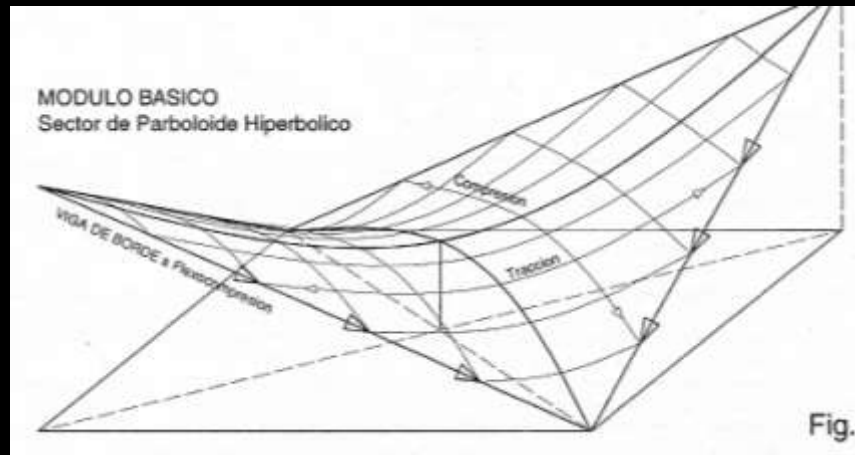


FIGURA 15.33: Esfuerzos de tensión y compresión en un paraboloide hiperbólico de borde recto. La estabilidad lateral se proporciona por tirantes verticales hasta la parte superior de las esquinas para prevenir que se vuelte.

ESTRUCTURA DE PARAGUAS

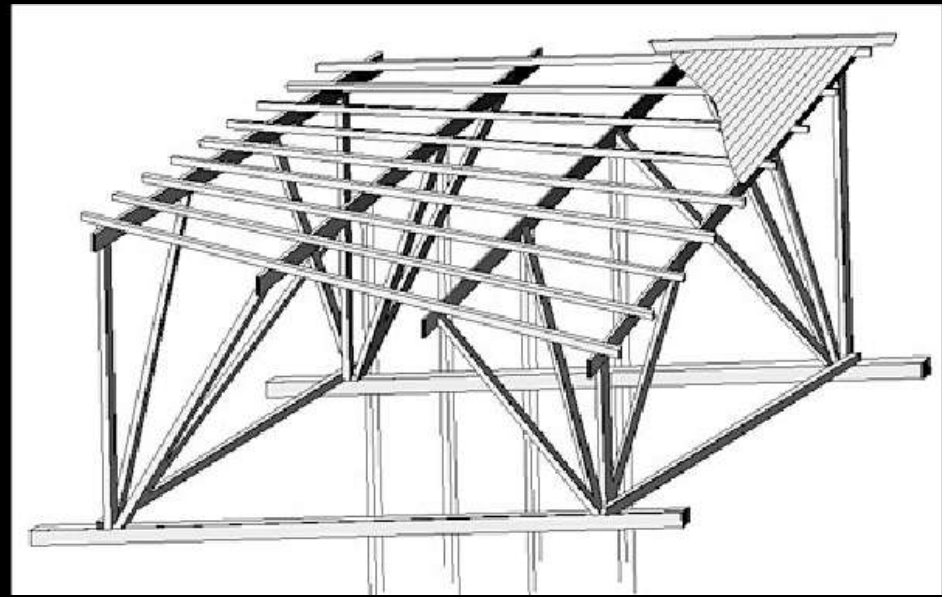


PARAGUAS EXPERIMENTAL



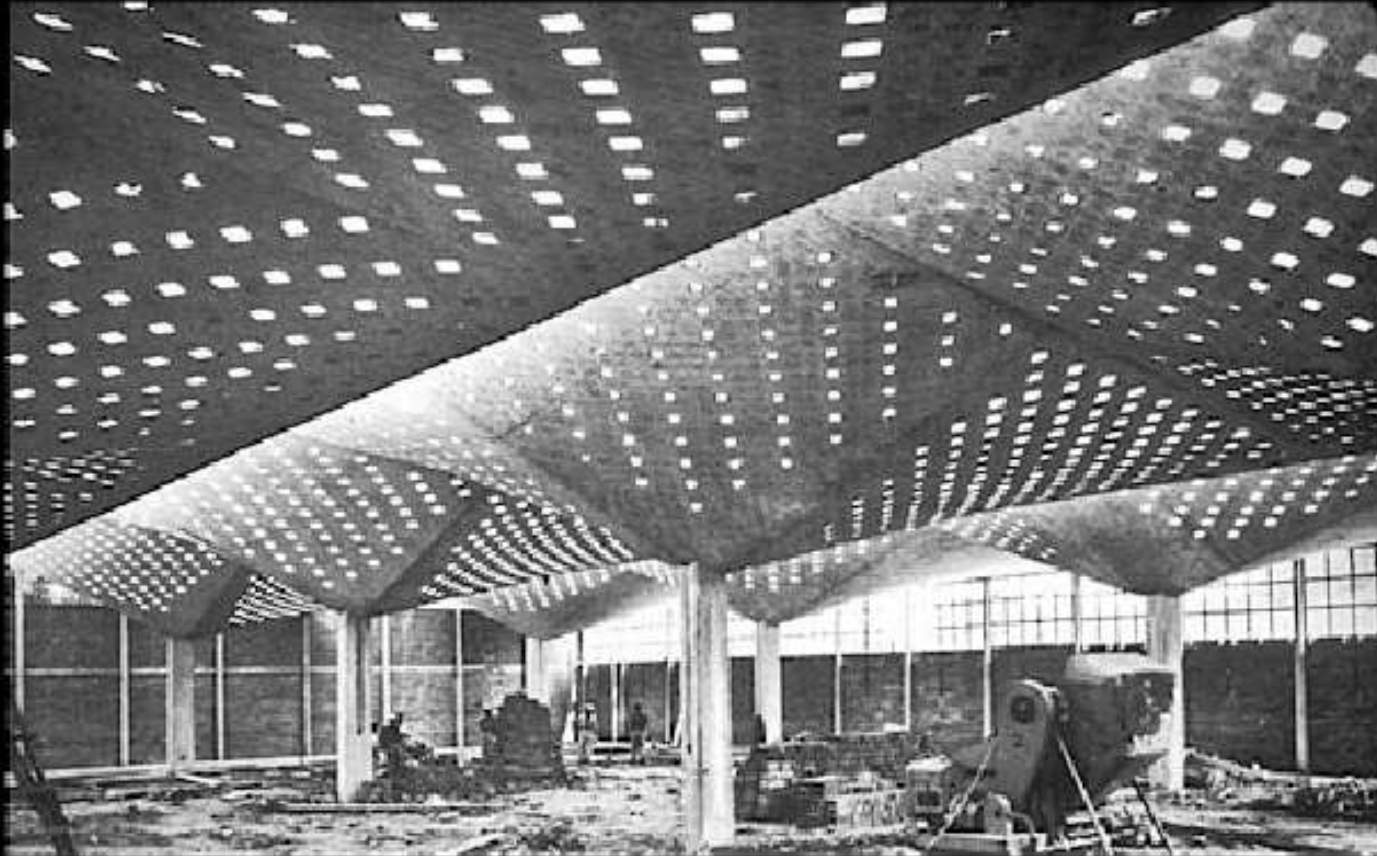
Second Experimental Umbrella, Vallejo, Mexico D.F., 1953.

PROCESO CONSTRUCTIVO



Méjico, 1953 – Félix Candela

FABRICA TEXTIL



High Life Textile factory with the shell pierced with glass bricks (now called Cavalier Industries Factory, Coyoacan, Mexico City, 1954-55).

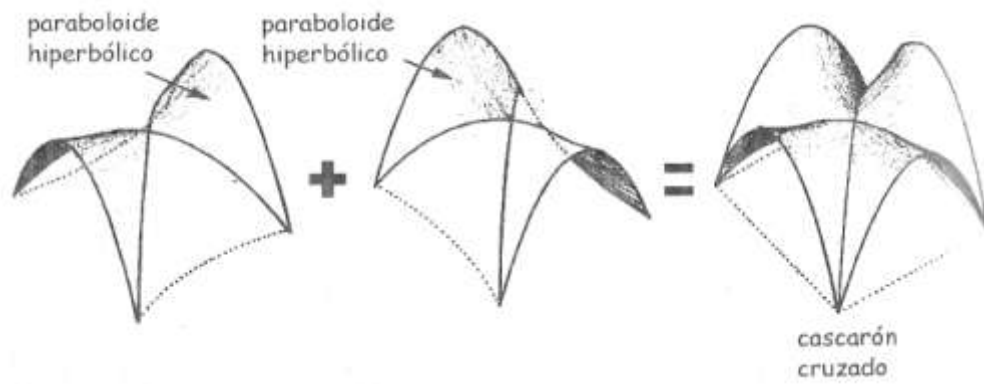
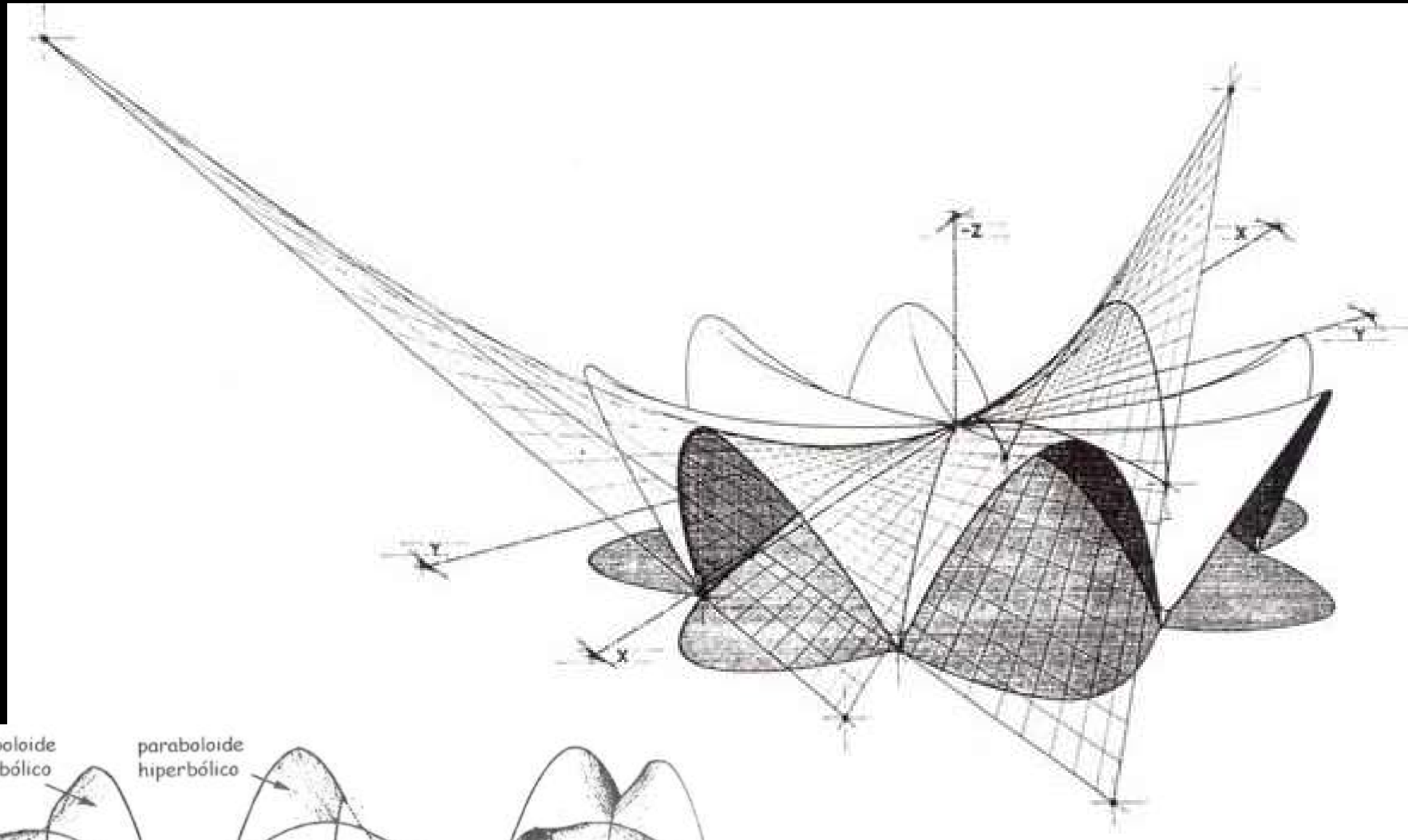
RESTAURANT LOS MANANTIALES



CASCARAS ESTRUCTURAS SUPERFICIALES

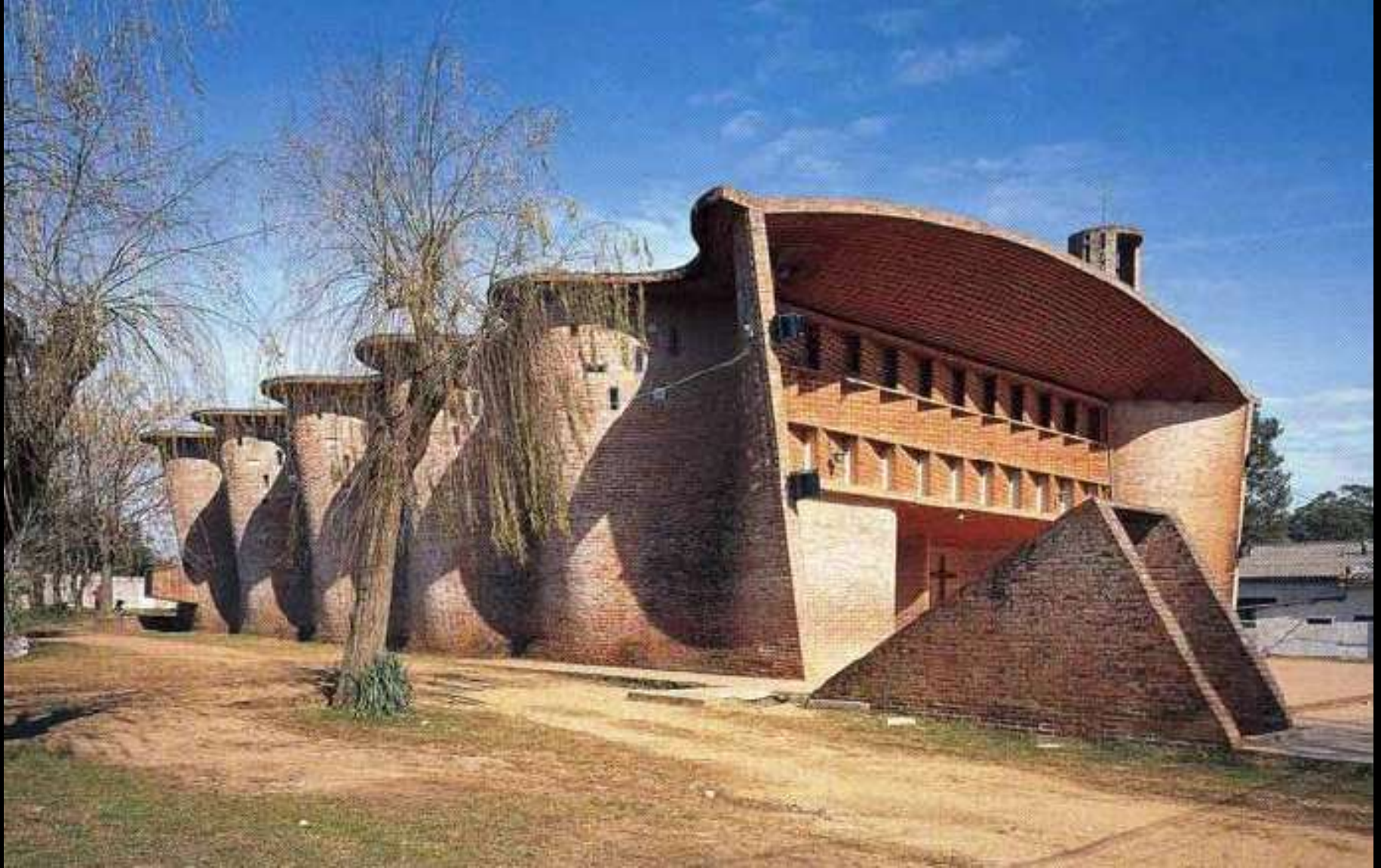
Xochimilco, Méjico - 1958 - Félix Candela

RESTAURANT LOS MANANTIALES



Xochimilco, Méjico - 1958 - Félix Candela

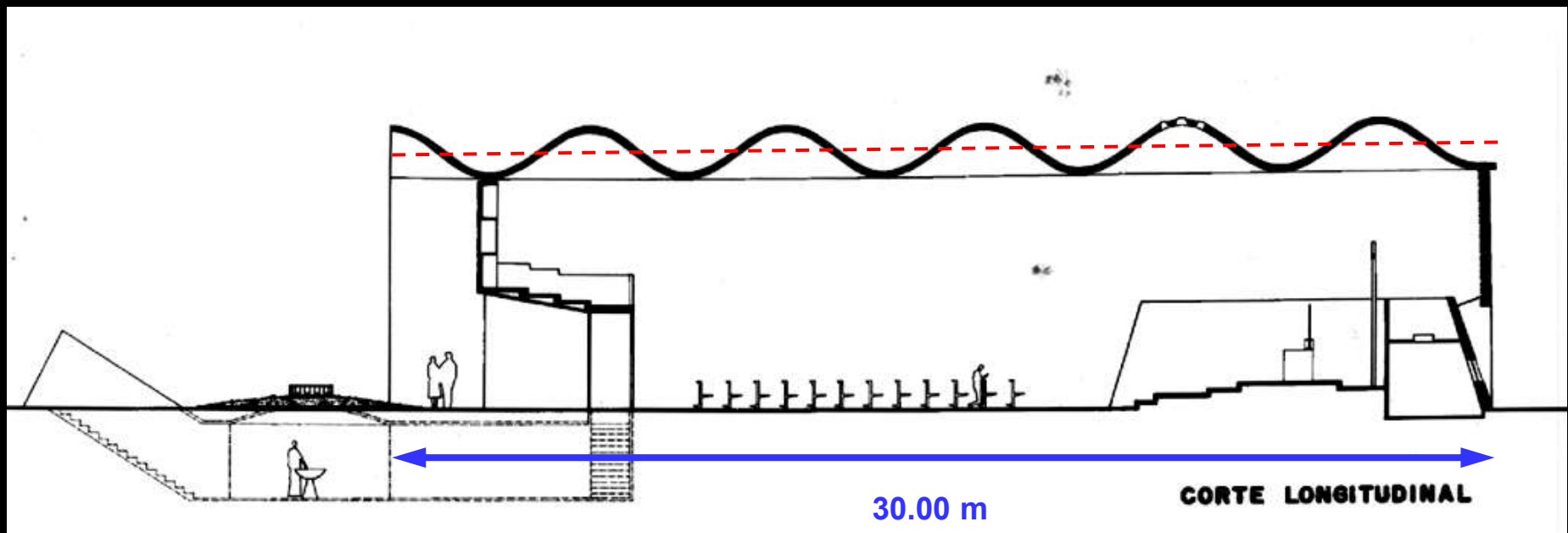
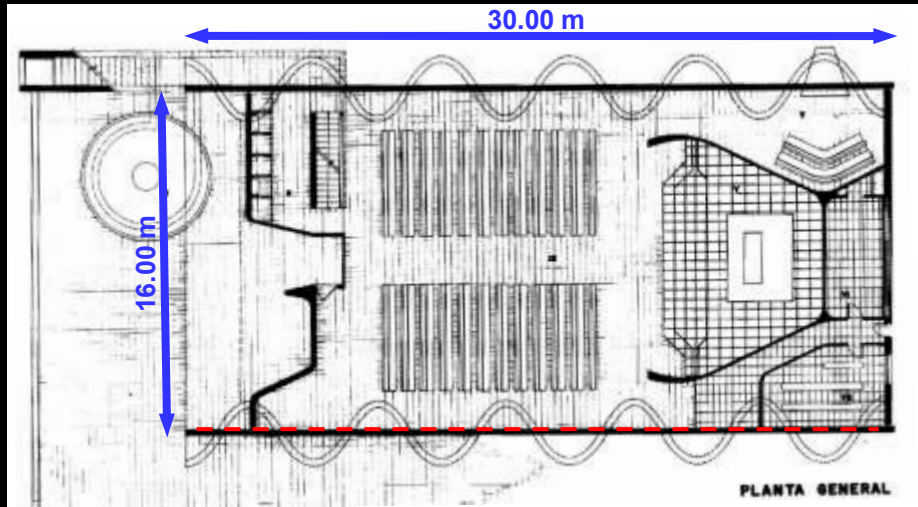
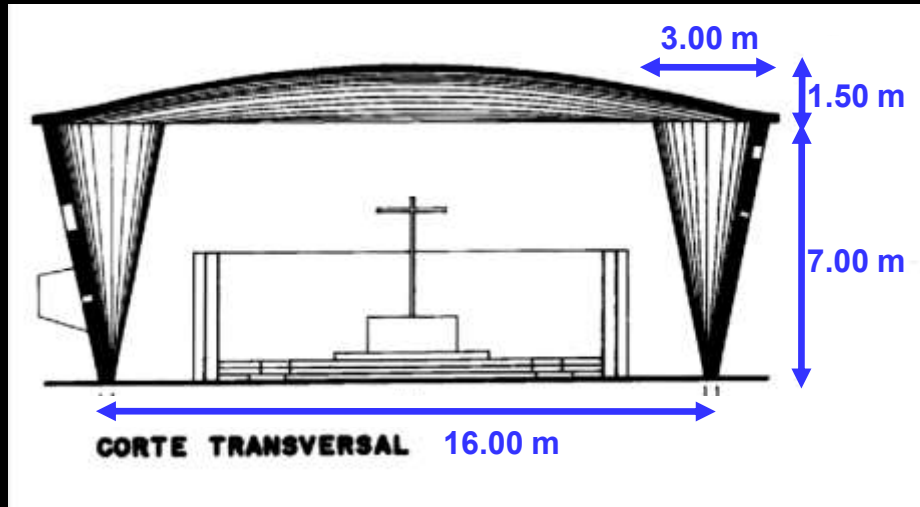
IGLESIA DE ATLÁNTIDA



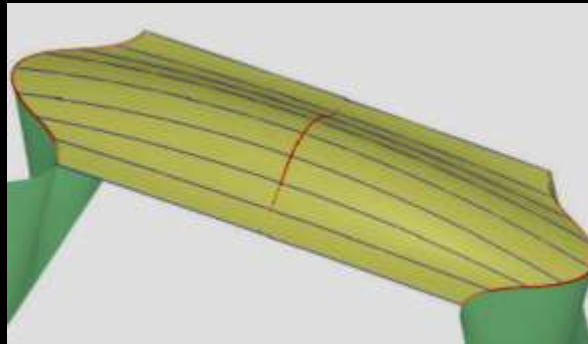
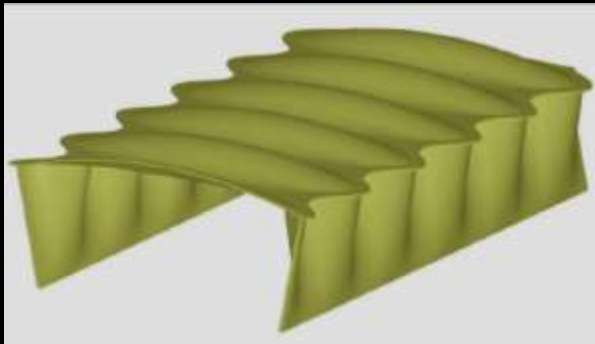
CASCARAS ESTRUCTURAS SUPERFICIALES

Uruguay, 1960 - Eladio Dieste

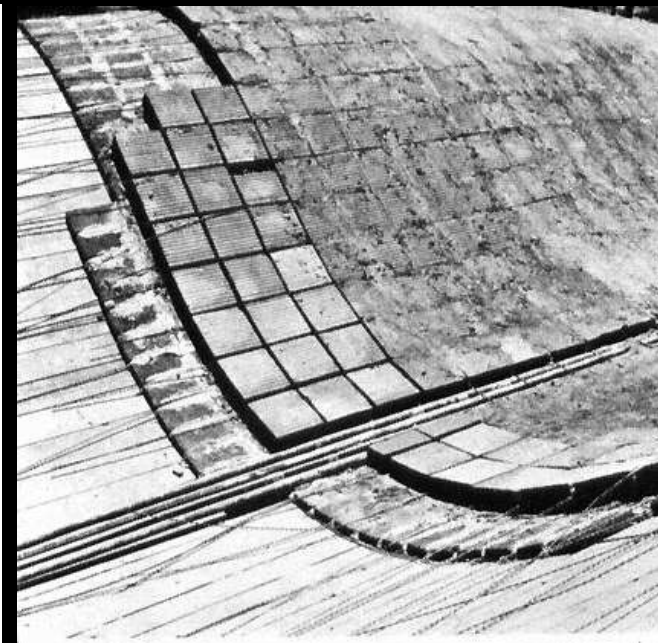
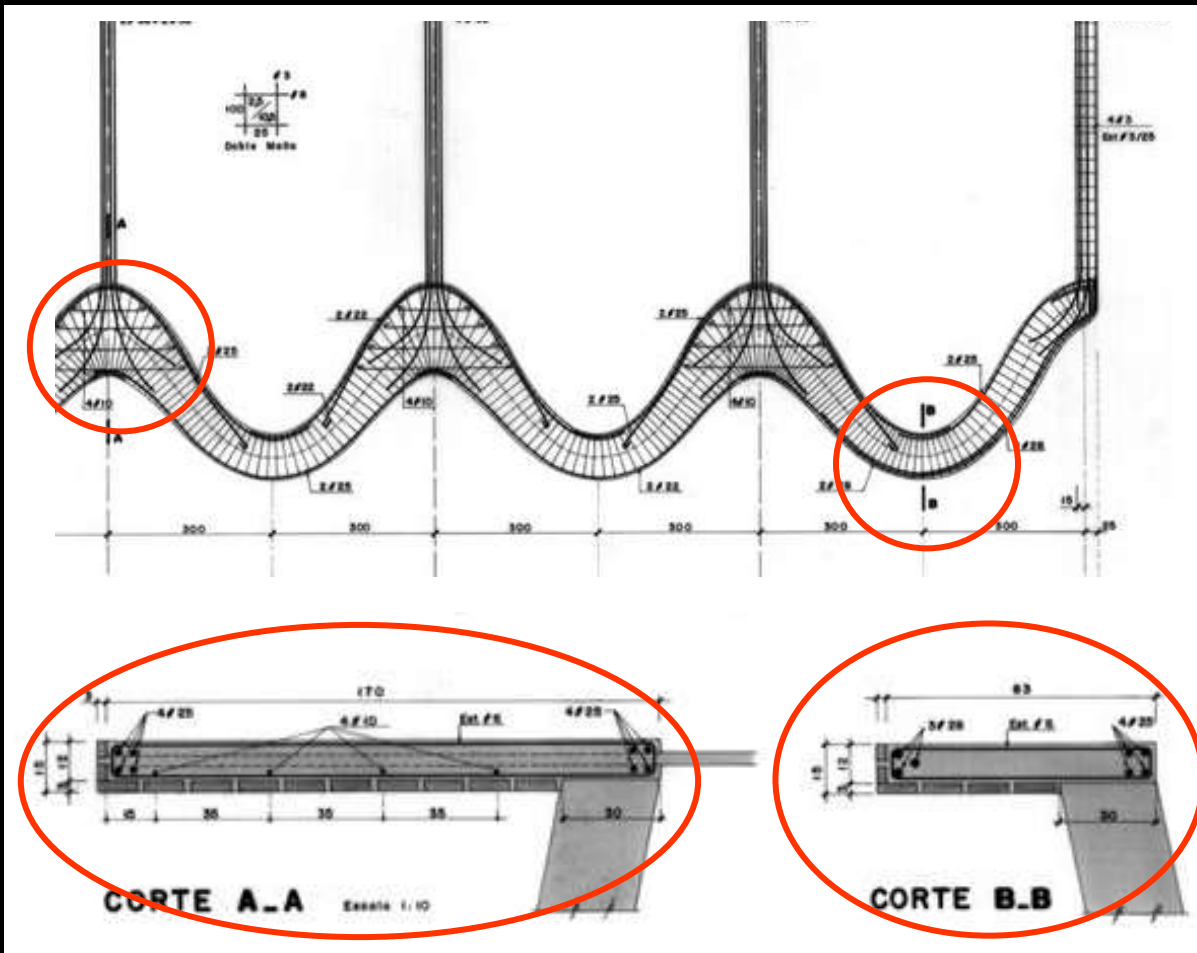
IGLESIA DE ATLÁNTIDA



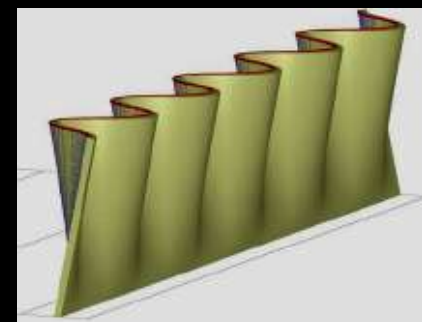
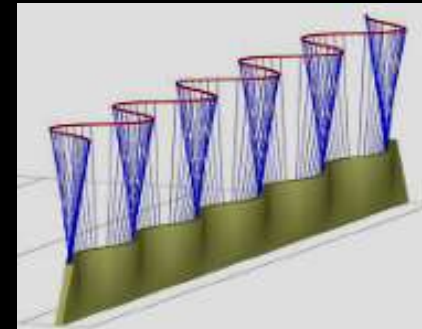
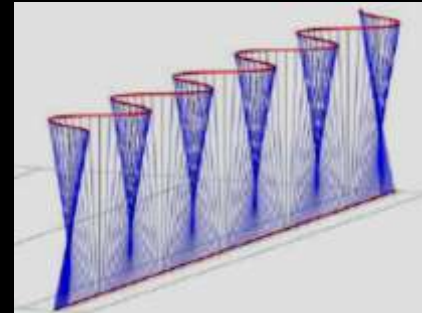
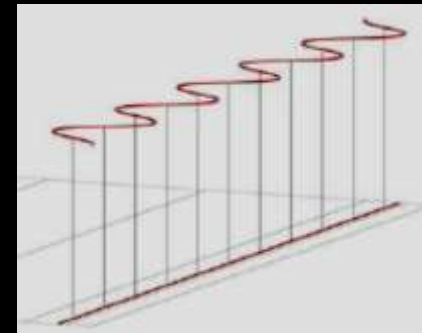
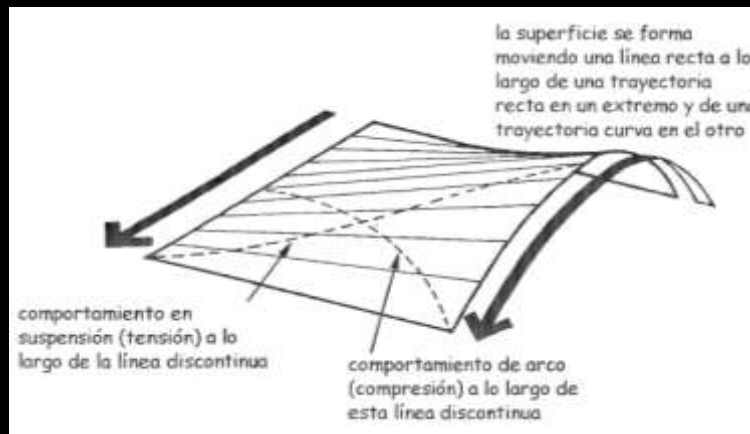
IGLESIA DE ATLÁNTIDA



LAMINAS DE DOBLE CURVATURA
ATIRANTADAS



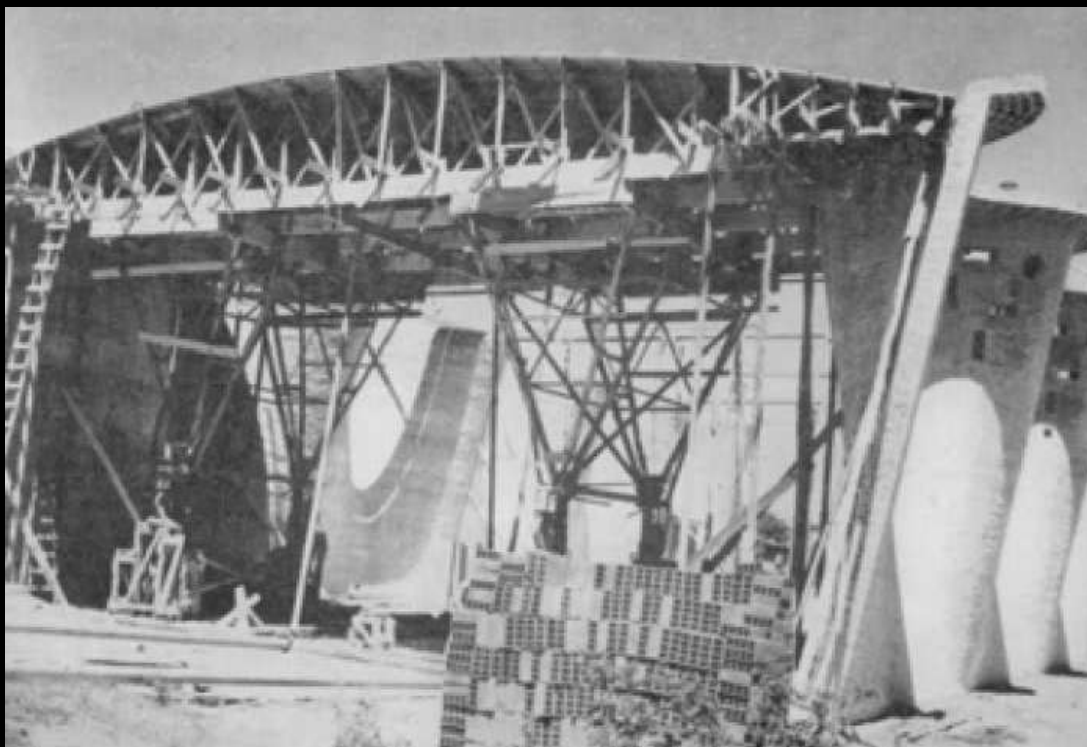
IGLESIA DE ATLÁNTIDA



CONOIDES - MUROS DE DOBLE CURVATURA

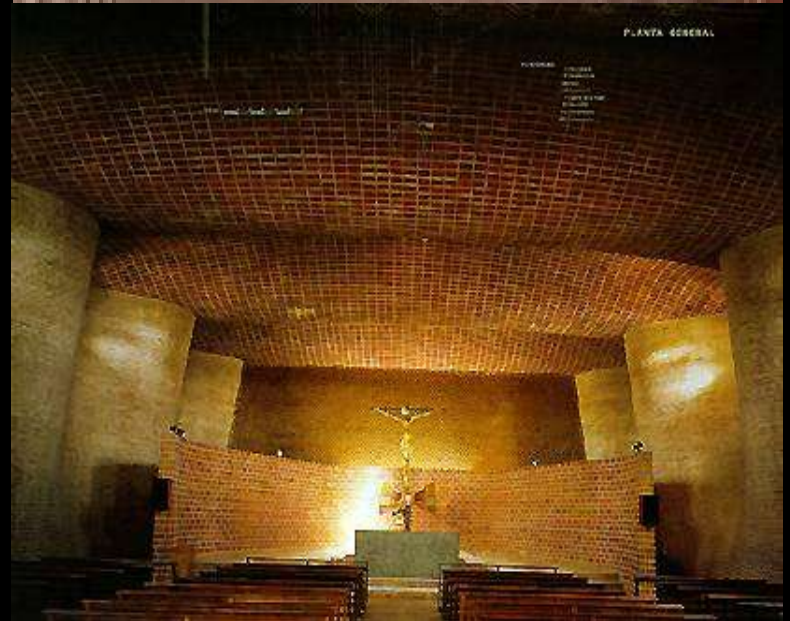
Uruguay, 1960 - Eladio Dieste

IGLESIA DE ATLÁNTIDA



Uruguay , 1960 - Eladio Dieste

IGLESIA DE ATLÁNTIDA



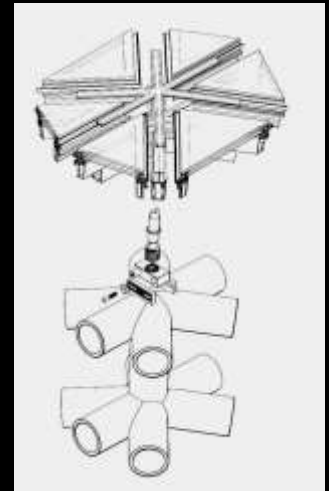
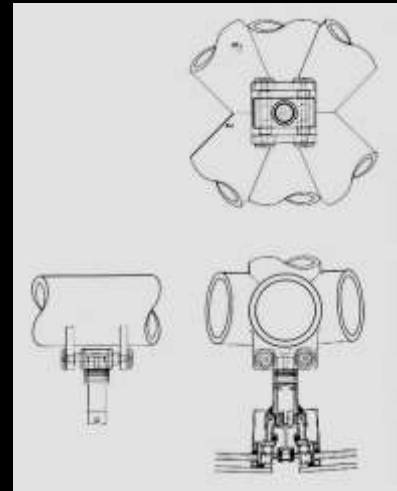
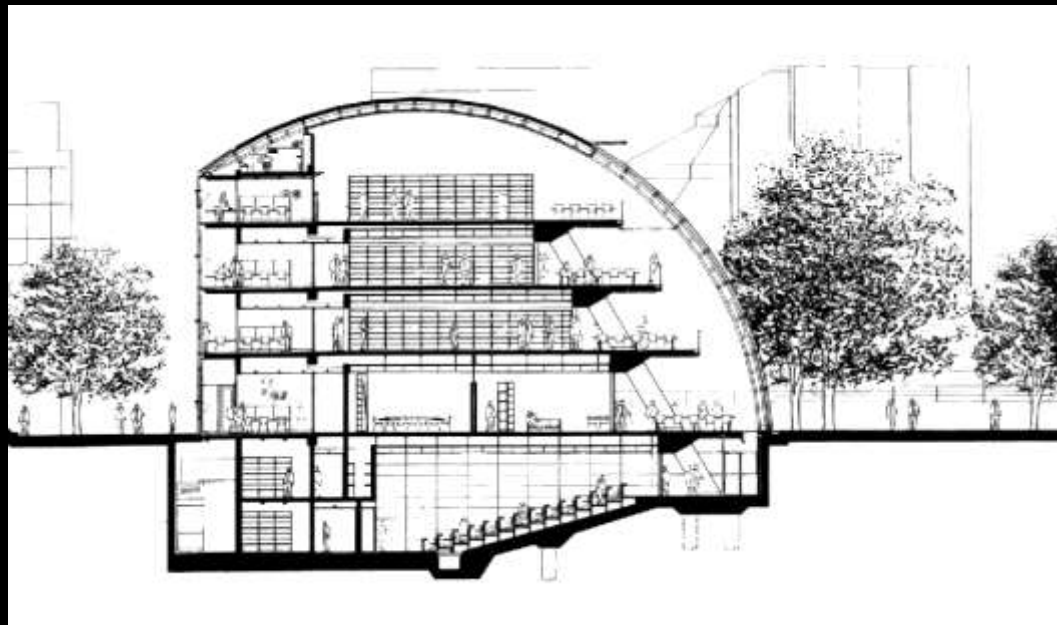
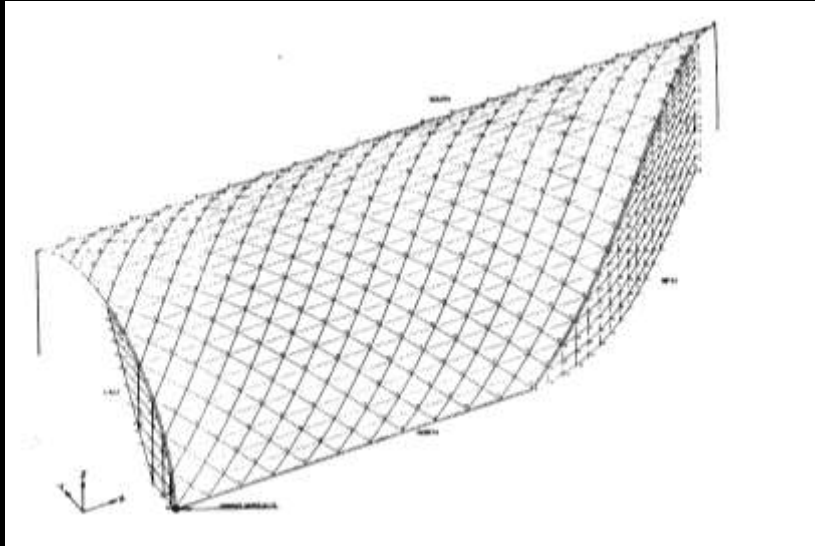
Uruguay, 1960 - Eladio Dieste

ESTRUCTURAS LAMINARES CONFORMADAS POR MALLAS

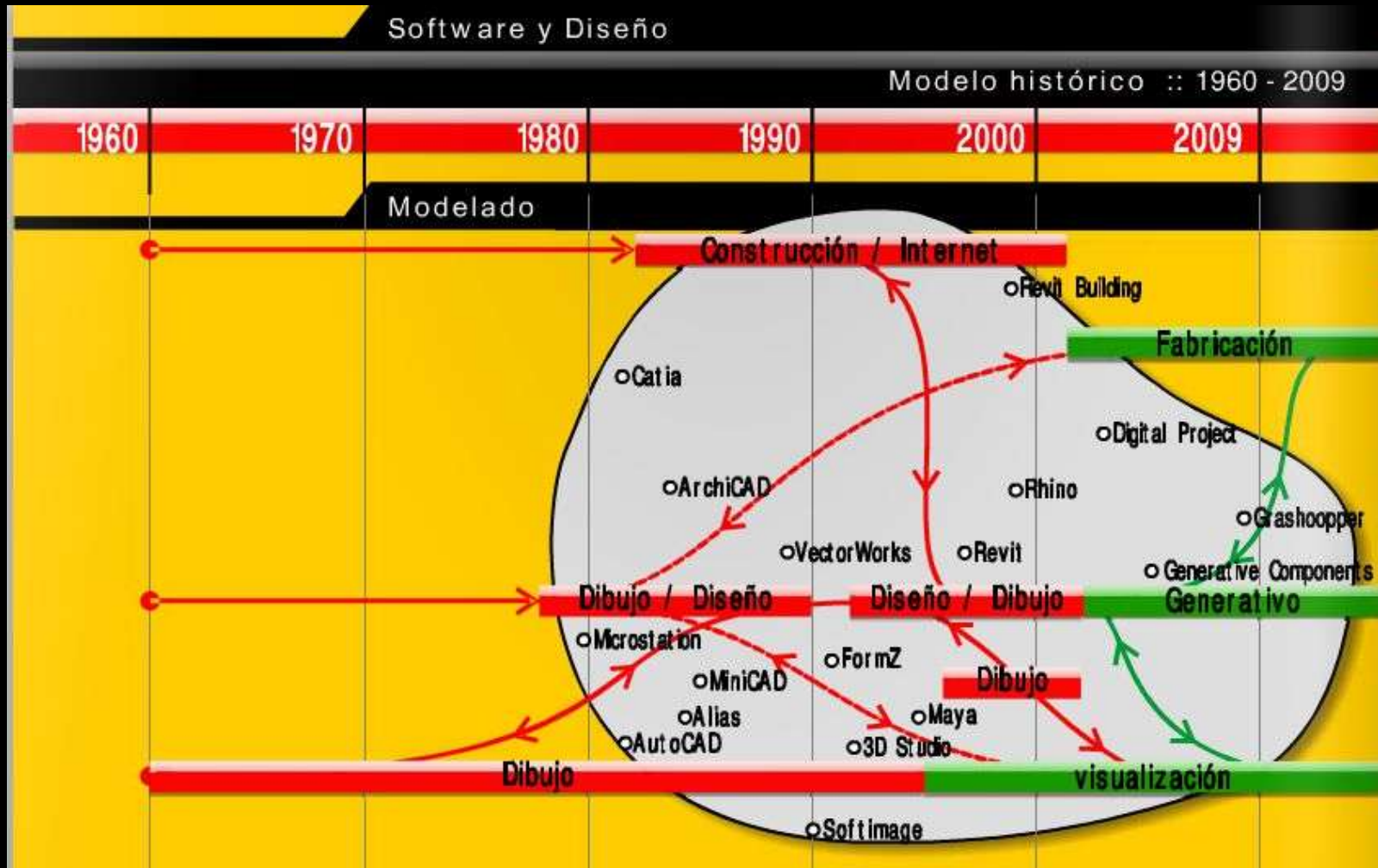


FACULTAD DE DERECHO

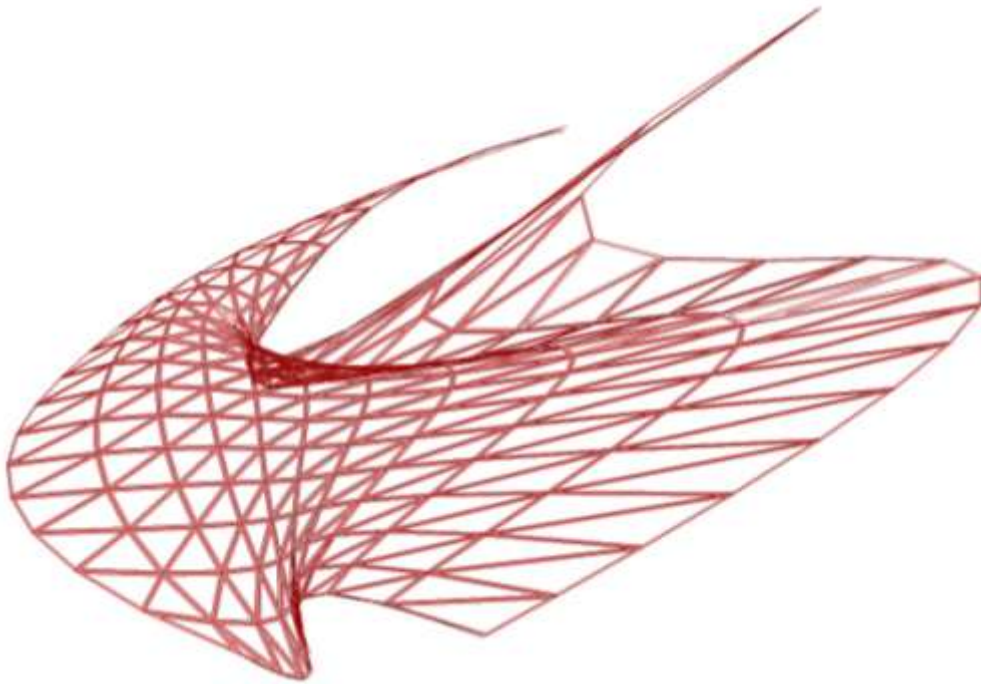
Cambridge, Gran Bretaña 1995 - Norman Foster



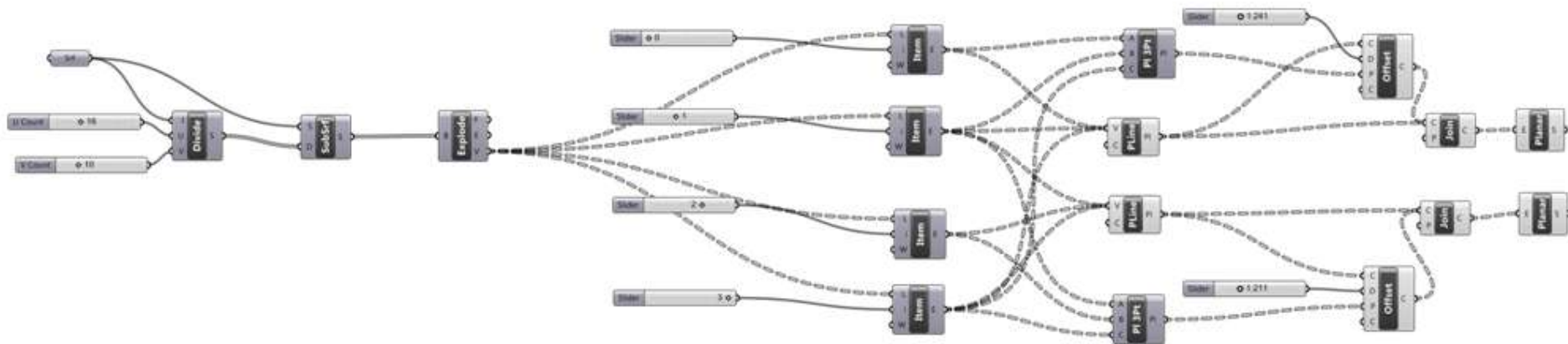
FORMAS LIBRES DEFINIDAS POR DISEÑO PARAMETRICO



Las tecnologías digitales han facilitado el planteo y representación de posibilidades formales y espaciales de gran complejidad

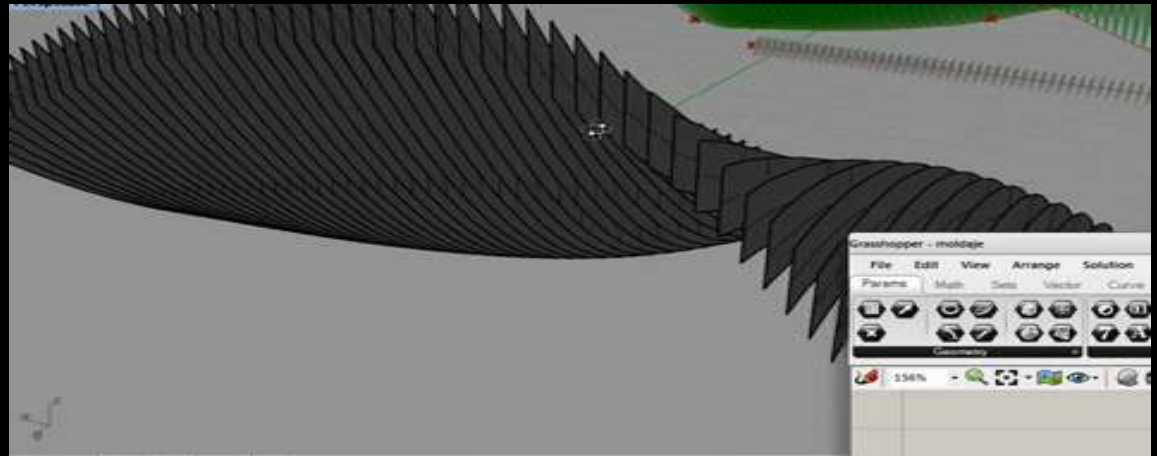
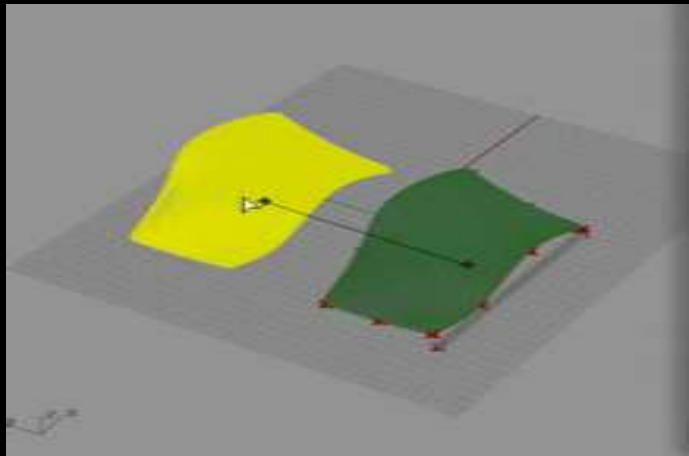
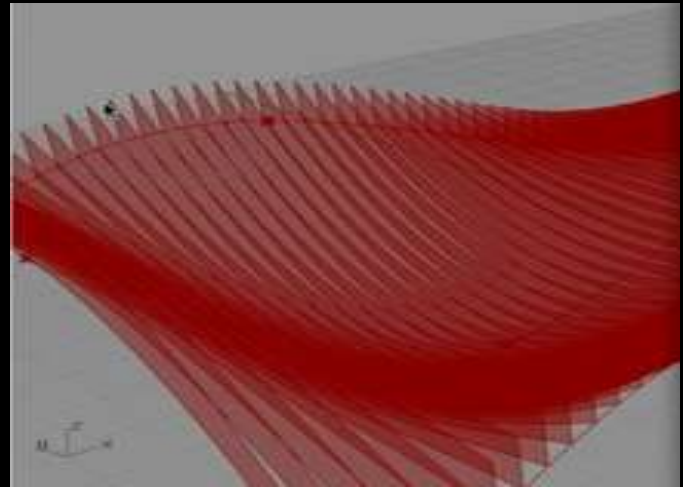
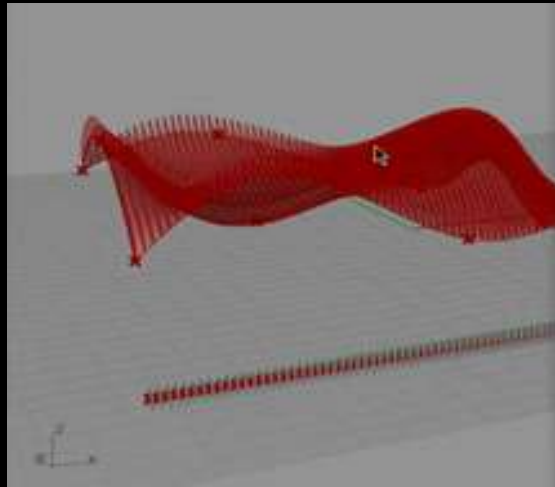
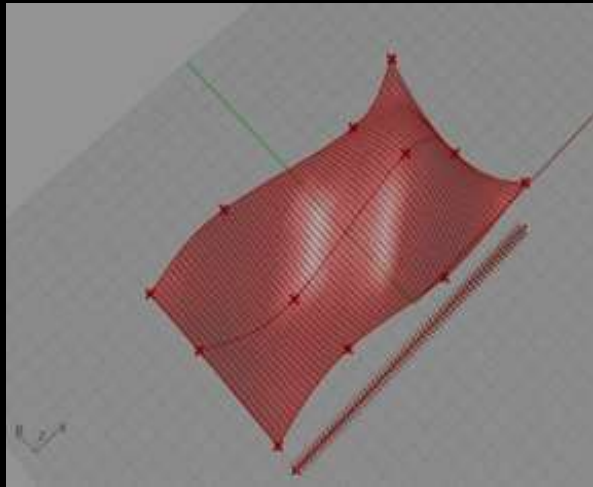


Múltiples alternativas de diseño con un simple cambio de los valores de los parámetros asociados a las dimensiones del modelo



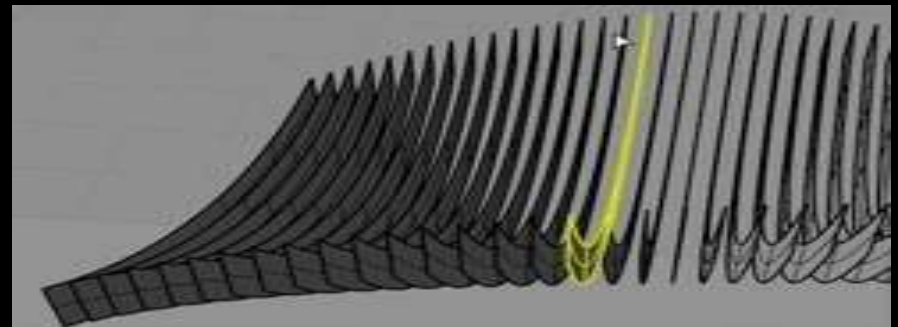
RUTINA DE GENERACION GEOMETRICA. MODELO PARAMETRICO

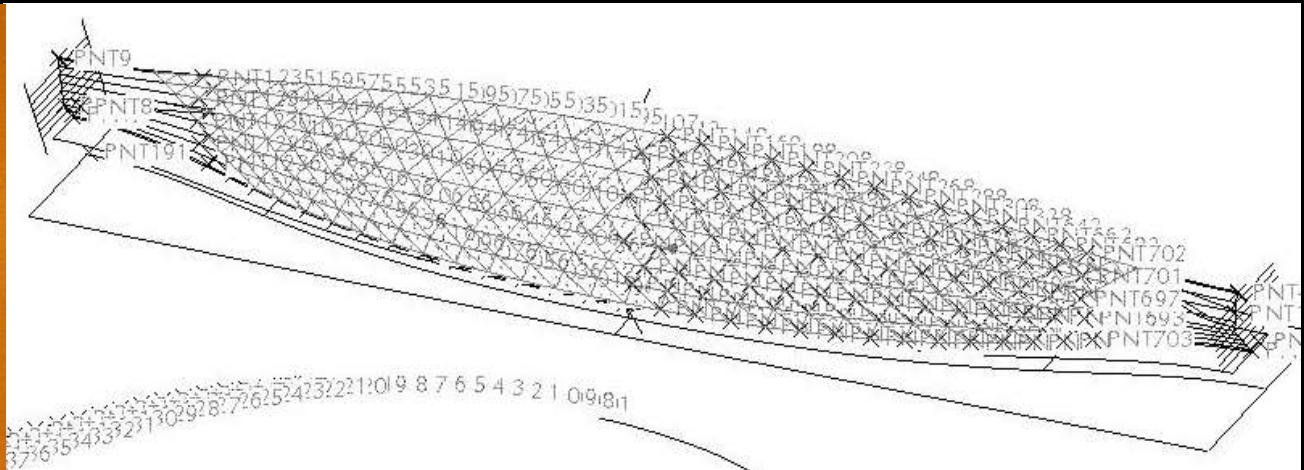
SUPERFICIE . EJES ESTRUCTURALES. PANELIZADO. SECCIONES ESTRUCTURALES

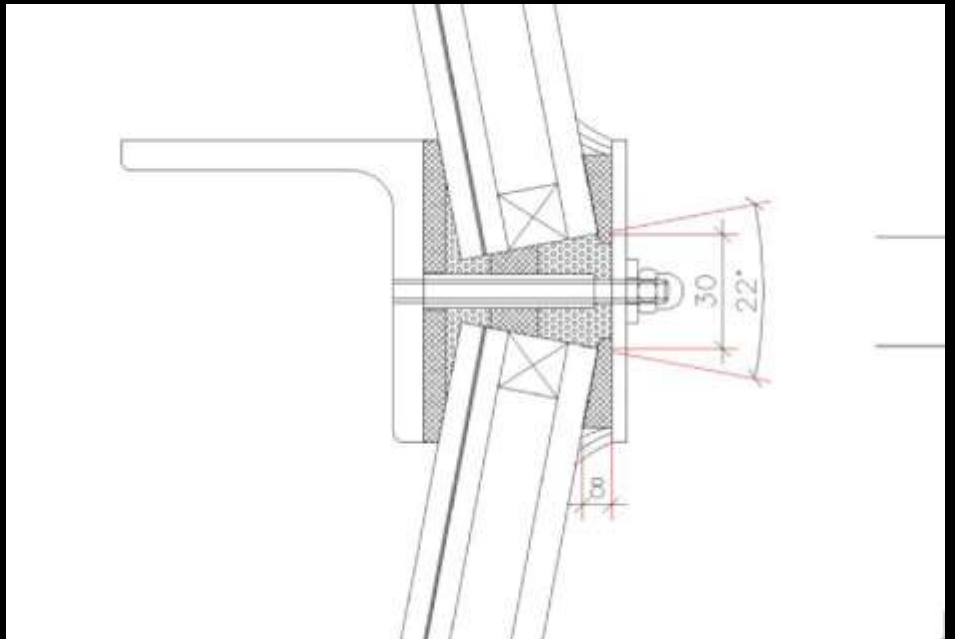
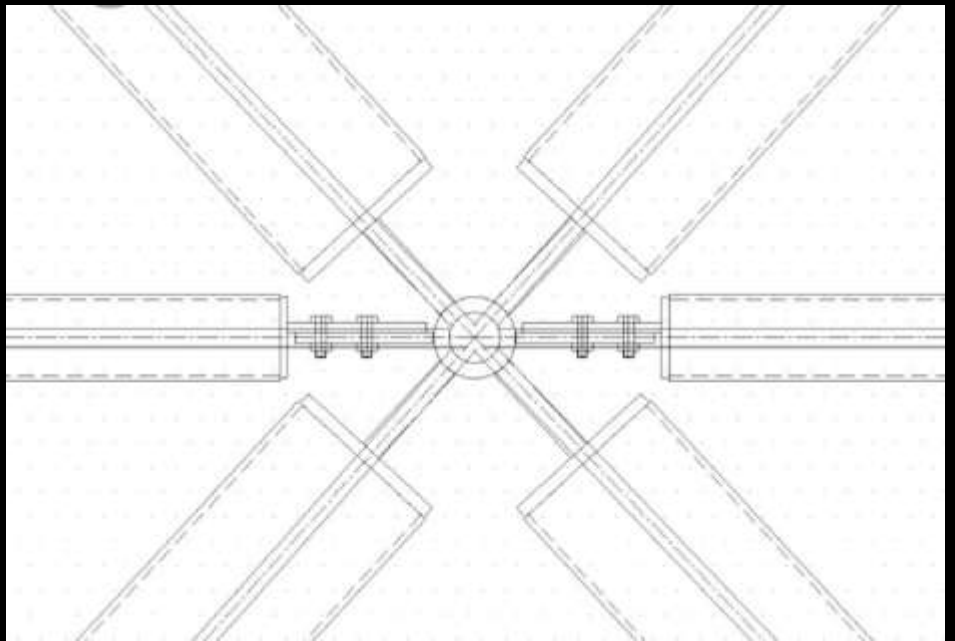


NUEVAS ESTRATEGIAS PROYECTUALES

Geometría como elemento generador del partido arquitectónico-estructural, mediante la utilización de herramientas computacionales.







SALON DE EXPOSICION DE AUTOMOVILES EN BARRERA ACUSTICA



GENERACION GEOMETRICA POR DISEÑO PARAMETRICO

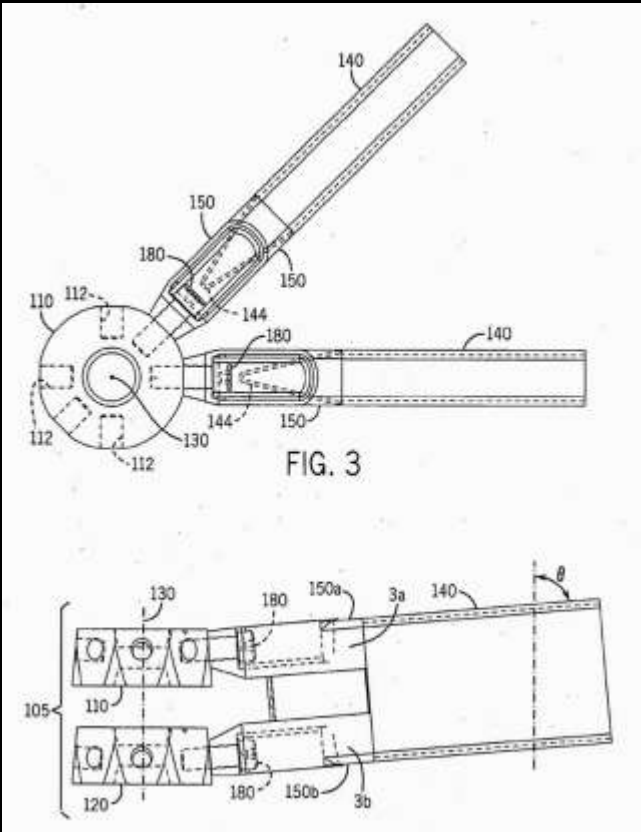
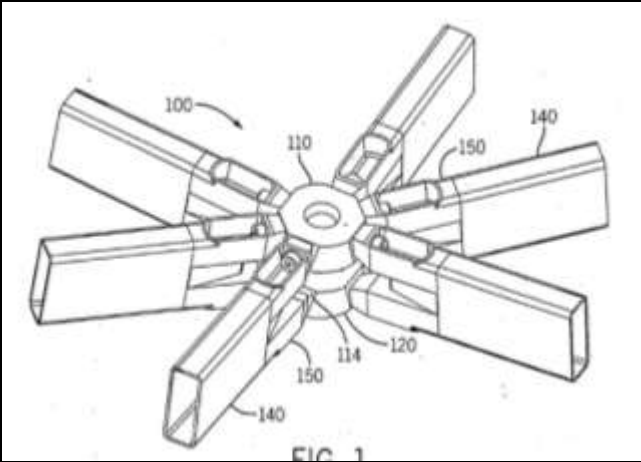
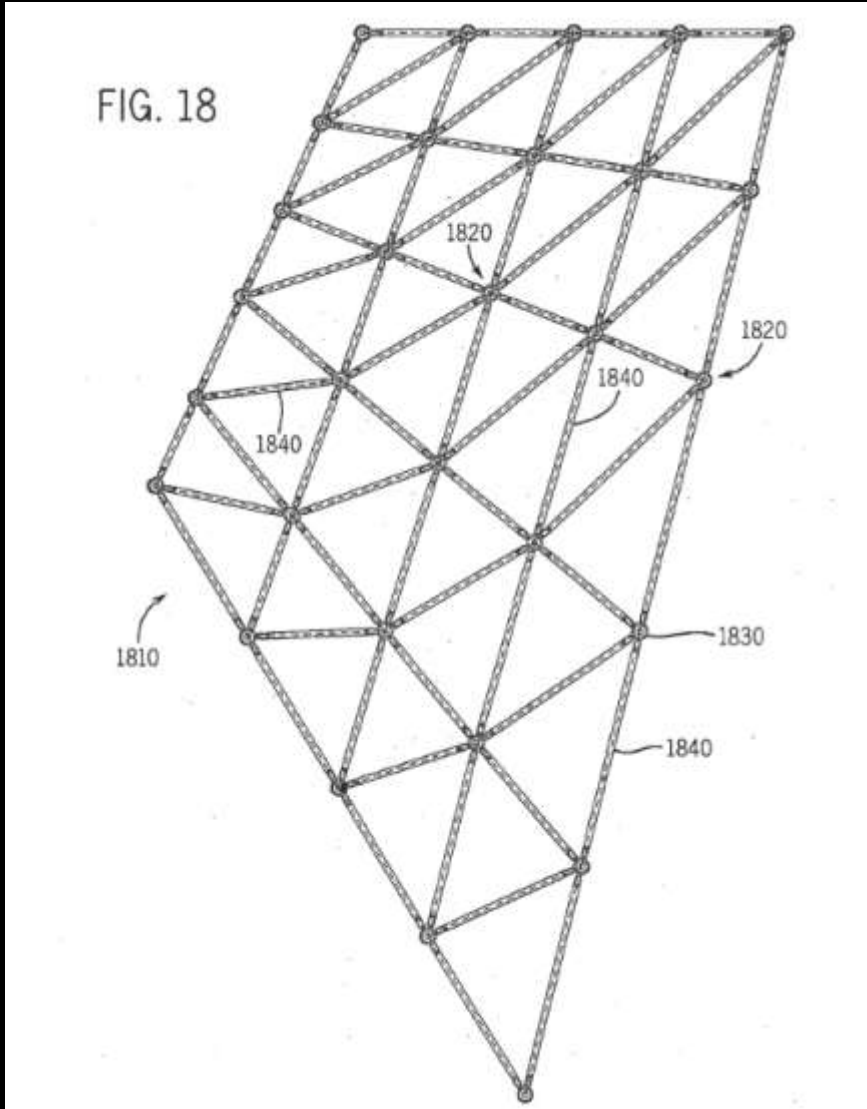
- **libertad formal versus la eficiencia constructiva**
- **elementos variables, uniones variables**
- **proceso de construcción**
 - **mayor tiempo de coordinación, de montaje**
 - **mayor costo por el uso de conectores de unión variables**
- **reformulación en los procesos productivos**
- **desarrollo de componentes con la misma eficiencia, complejizando el montaje**
- **producción industrializada a partir de prototipos, sistemas de control numérico**

FERIA DE MILAN



Nueva ola

Milán - Maximiliano Fuksas



FERIA DE MILAN

11



Milán - Maximiliano Fuksas

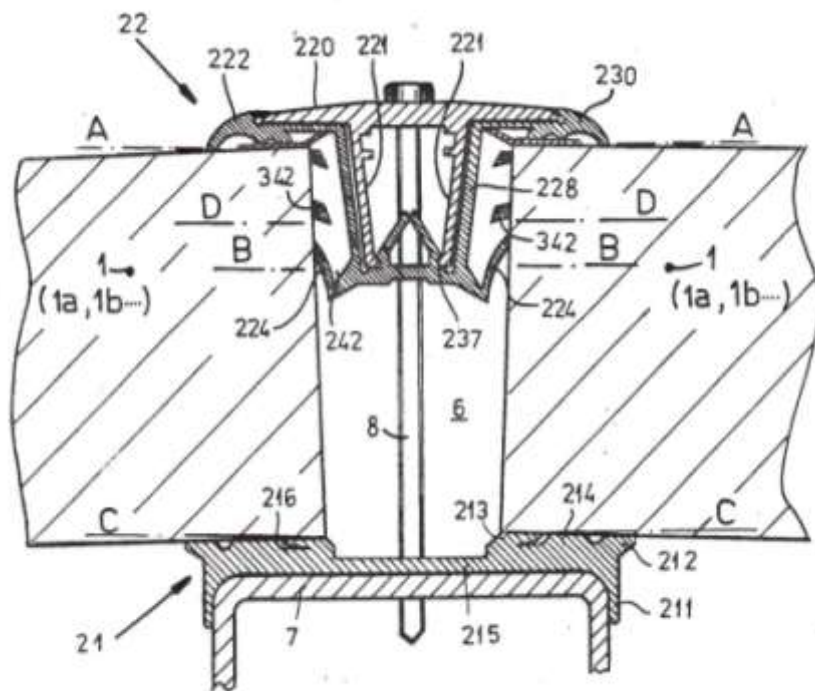


FIG.2

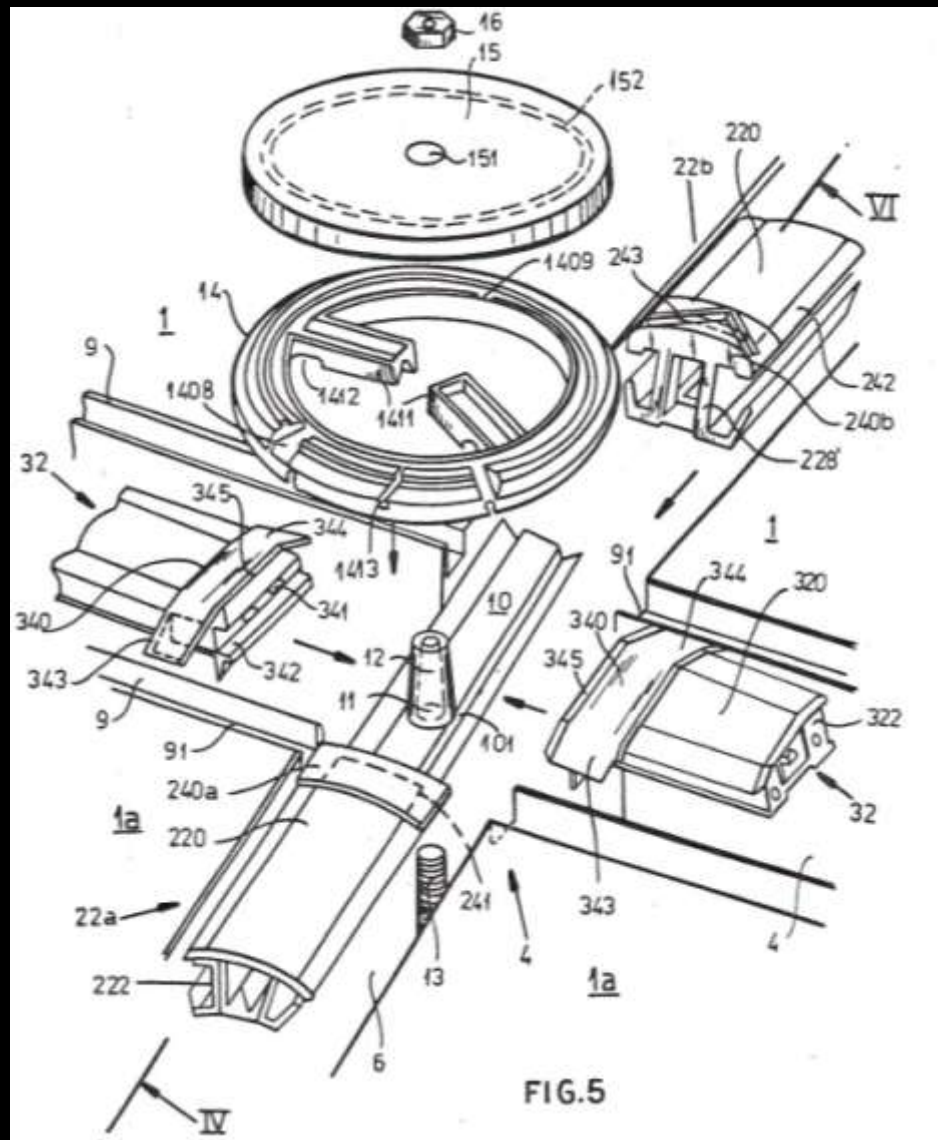


FIG.5

FORMAS DEFINIDAS POR LEYES NO - GEOMETRICAS

FORMAS DEFINIDAS POR LEYES FISICAS

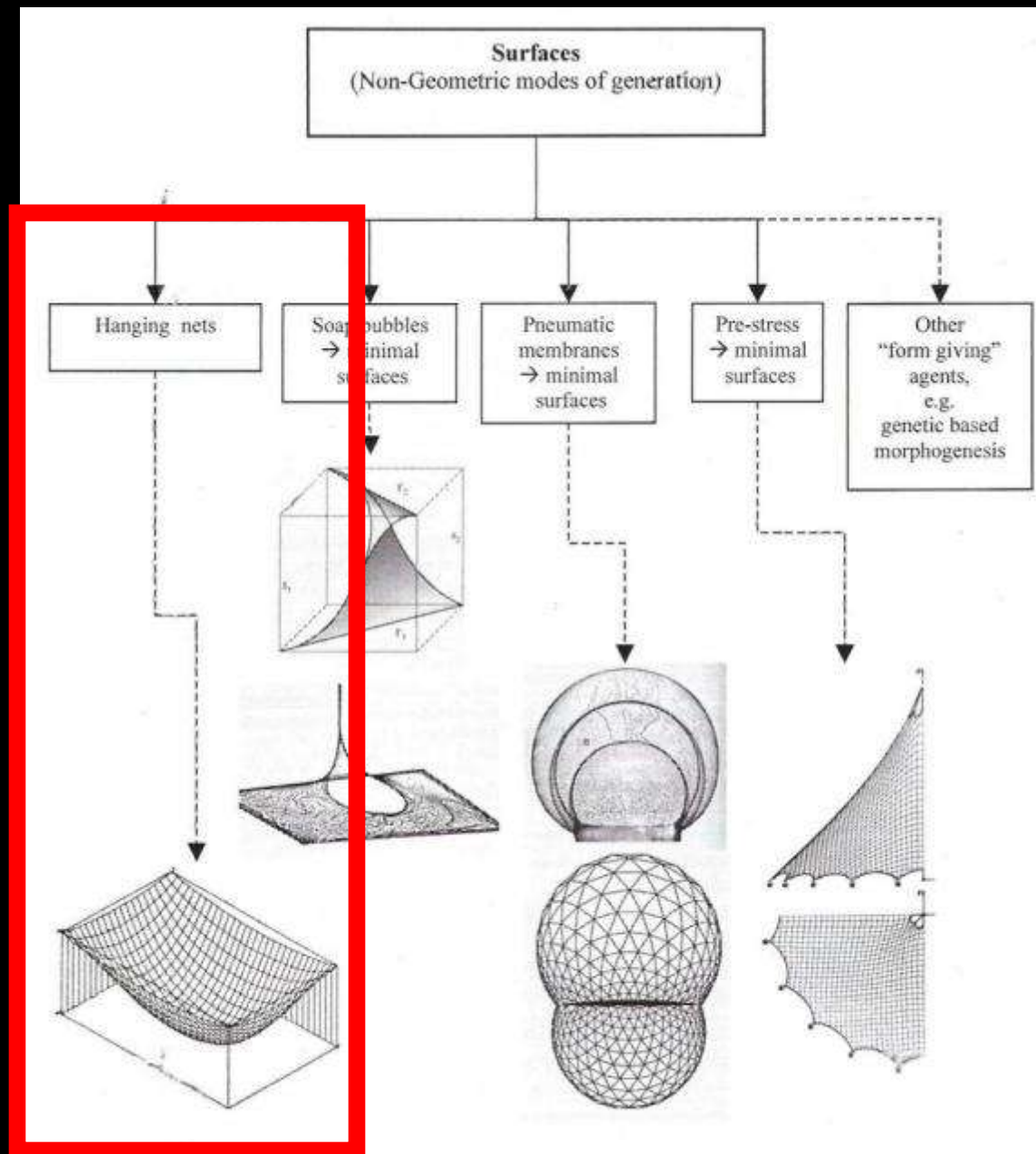
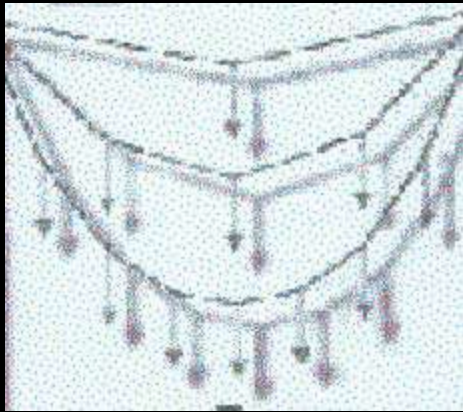
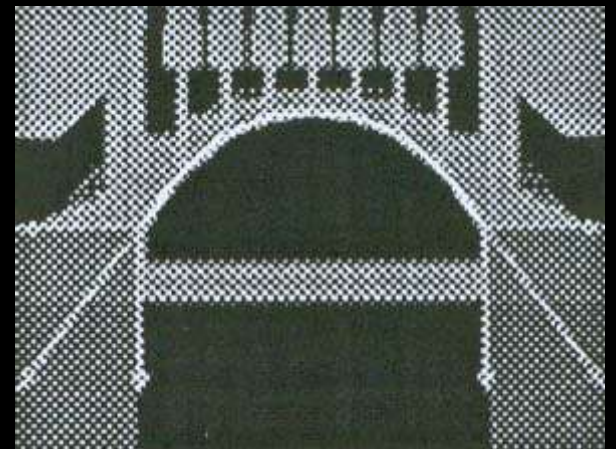
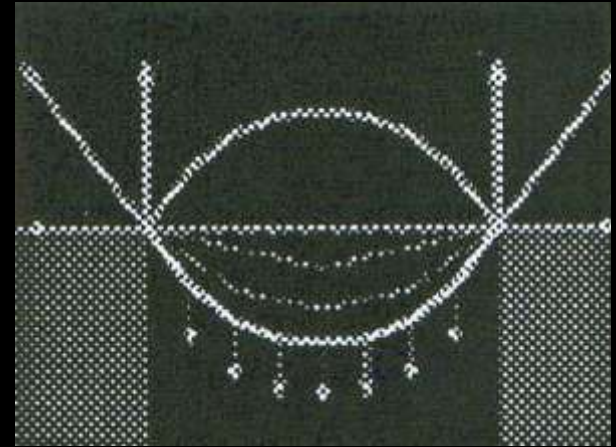
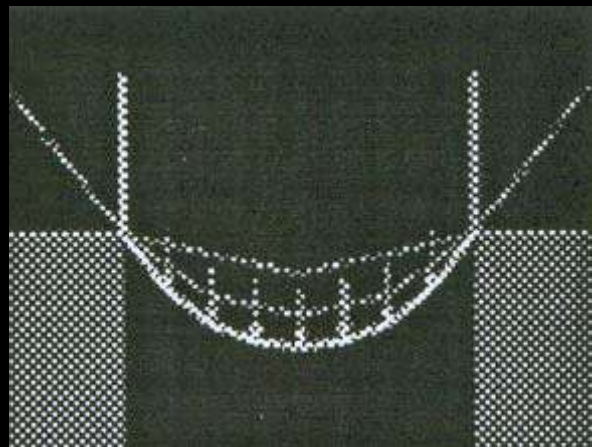
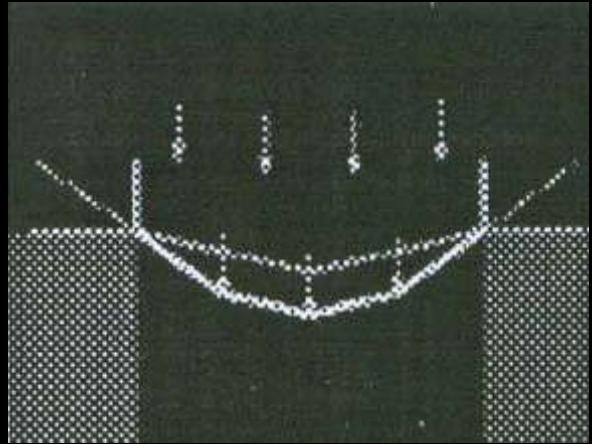
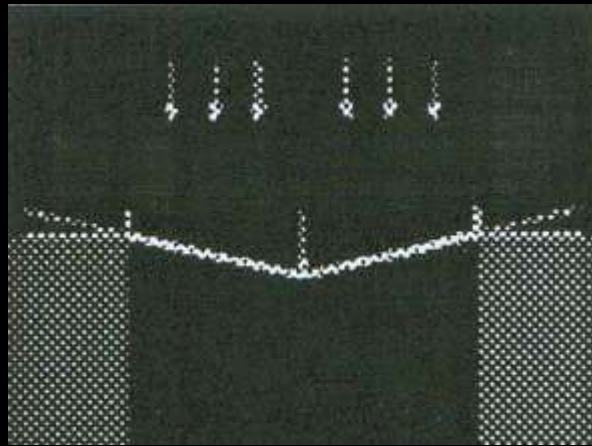


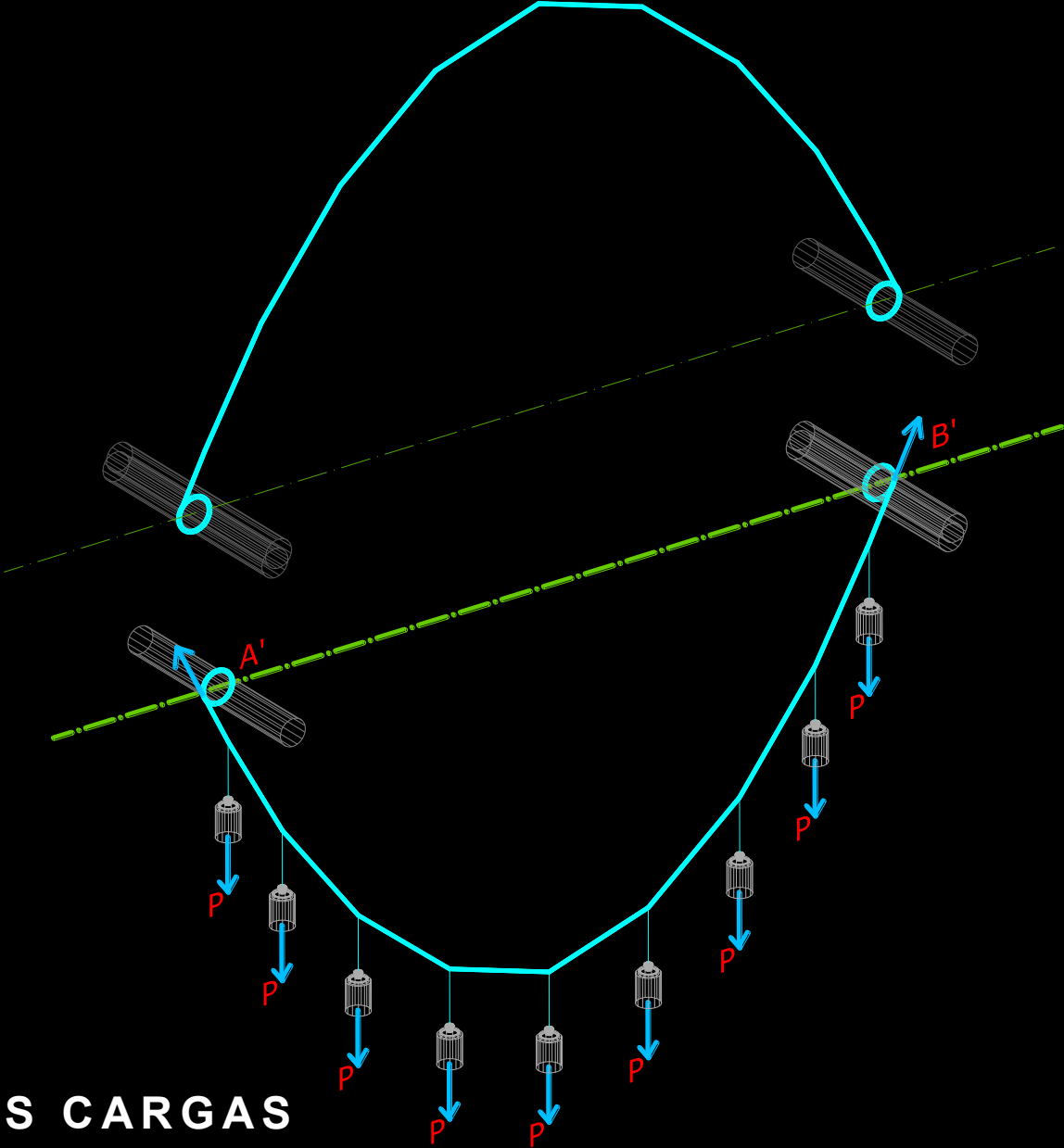
Figure 4. Surfaces. Non-Geometric modes of generation [SFB96].



**LA GEOMETRIA COMO
EXPRESION DE LA ACCION DE
LAS CARGAS**



ANTIFUNICULAR DE LAS CARGAS



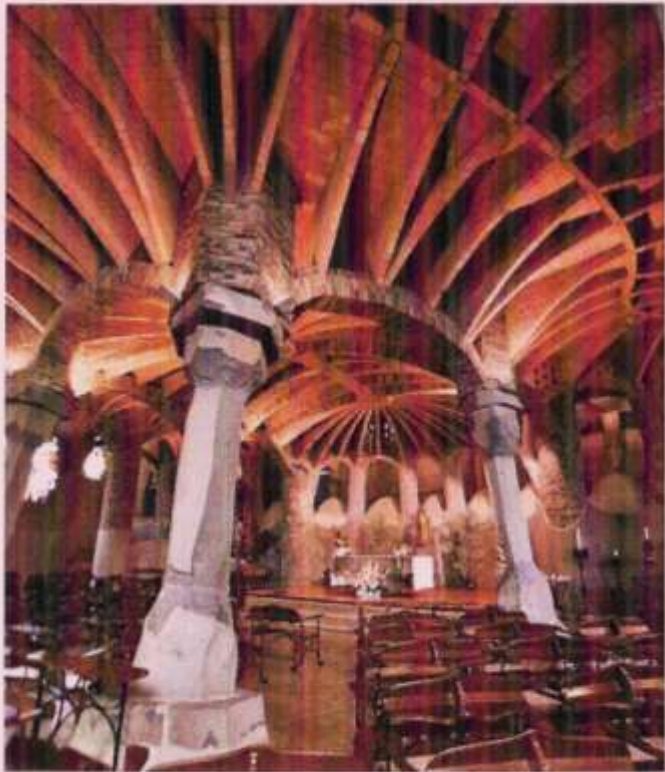
FUNICULAR DE LAS CARGAS

CRIPTA DE LA CAPILLA GÜELL - GAUDI

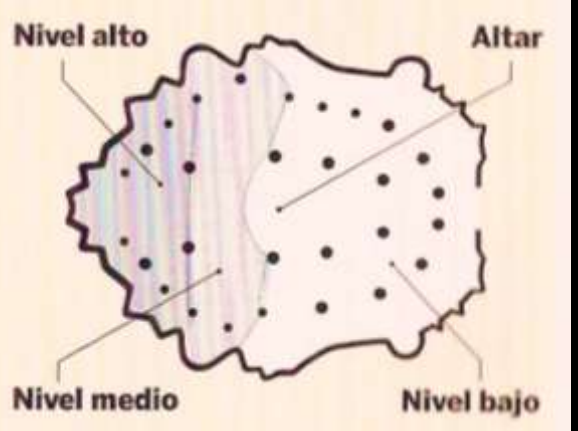
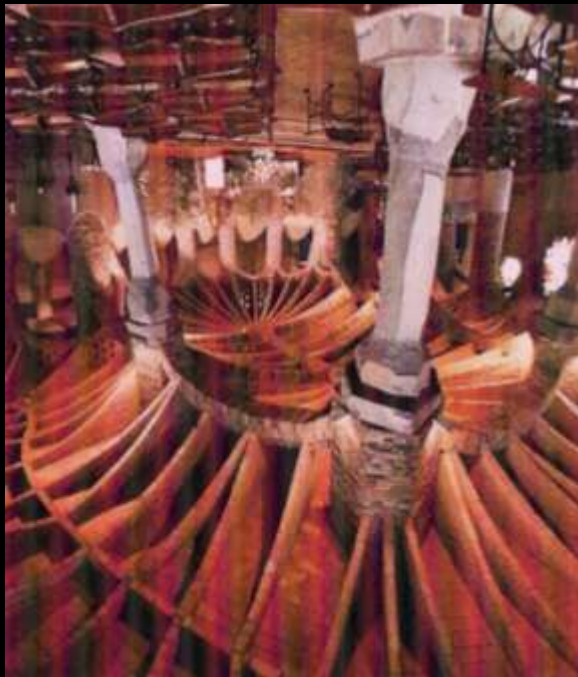
**LA BÚSQUEDA EXPERIMENTAL
DE LA FORMA ESTRUCTURAL EN GAUDÍ
MODELO ESTEREO FUNICULAR**



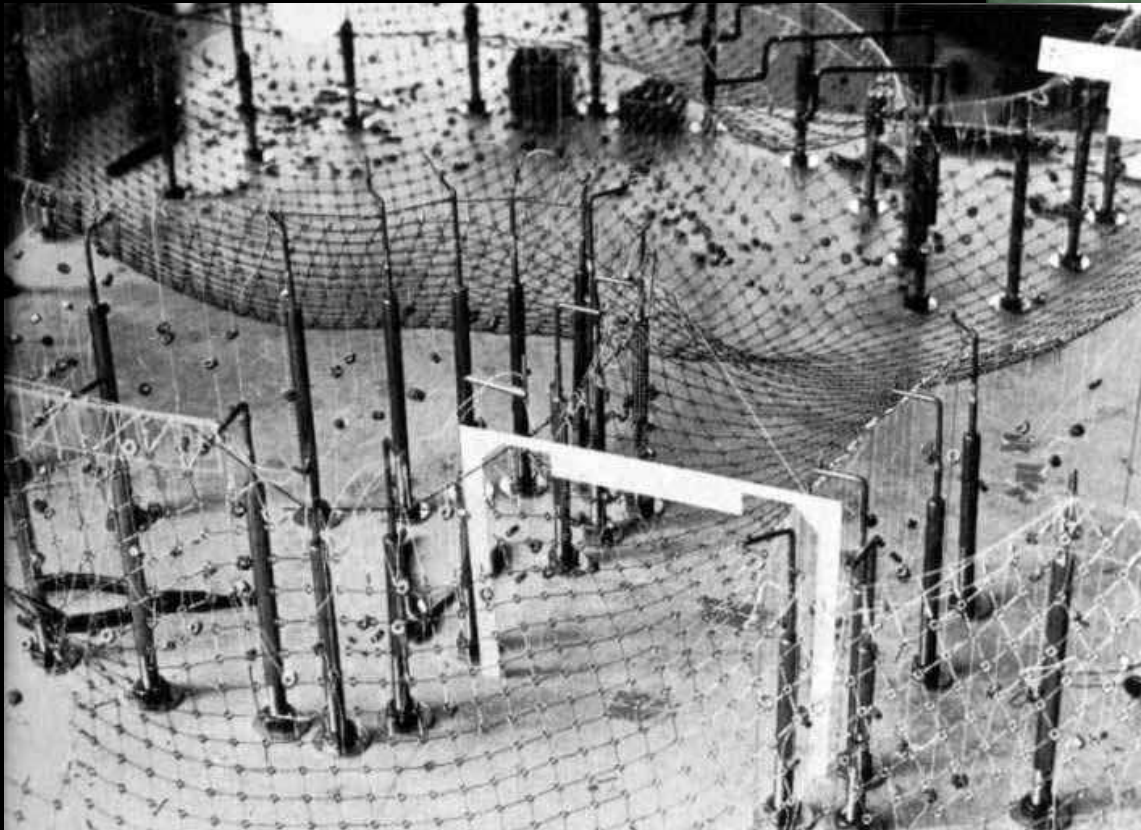
CRIPTA DE LA CAPILLA GÜELL - GAUDI



La cripta. Cientos de nervios la estructuran.

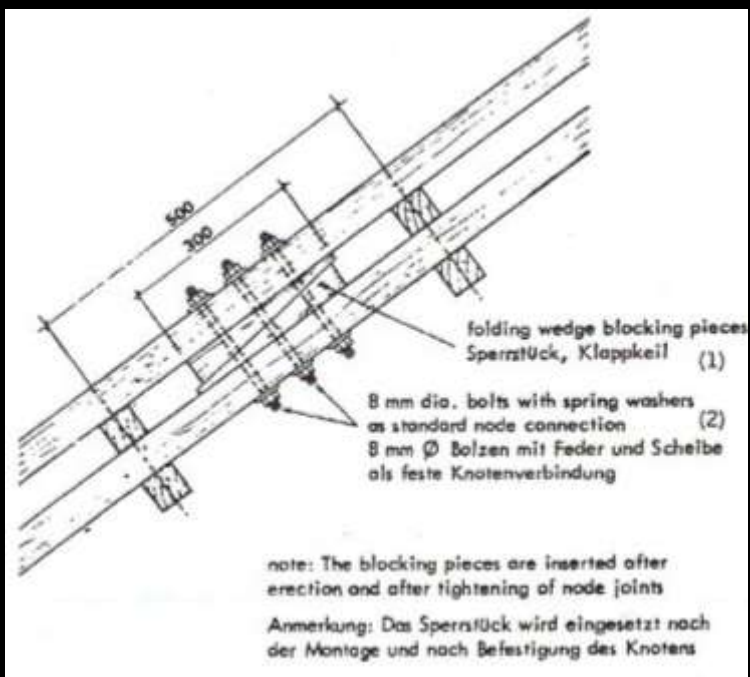
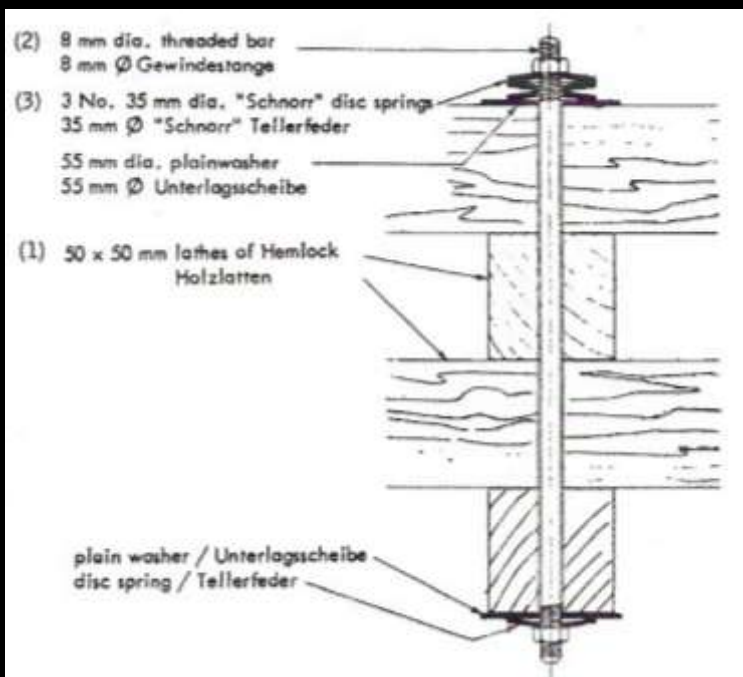


Multihalle Mannheim en Alemania:
Ejemplo construido con cuatro capas



Multihalle Mannheim en Alemania: Ejemplo construido con cuatro capas





METODO DE LAS GRANDES DEFORMACIONES (MGD)

EXPERIENCIA EN EL TIDE

DISEÑO EXPERIMENTAL DE ESTRUCTURAS LAMINARES

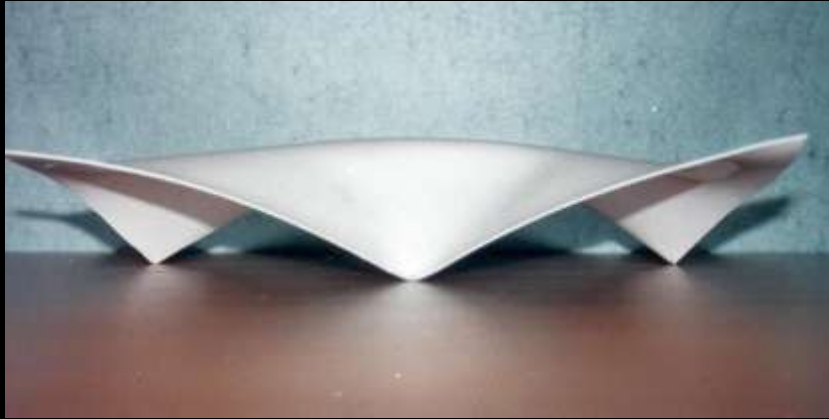


Las placas de acrílico se deforman por calor y adoptan diferentes curvaturas en función de los puntos de apoyo elegidos y los pesos aplicados.

La geometría así obtenida responde al funicular de las cargas aplicadas.

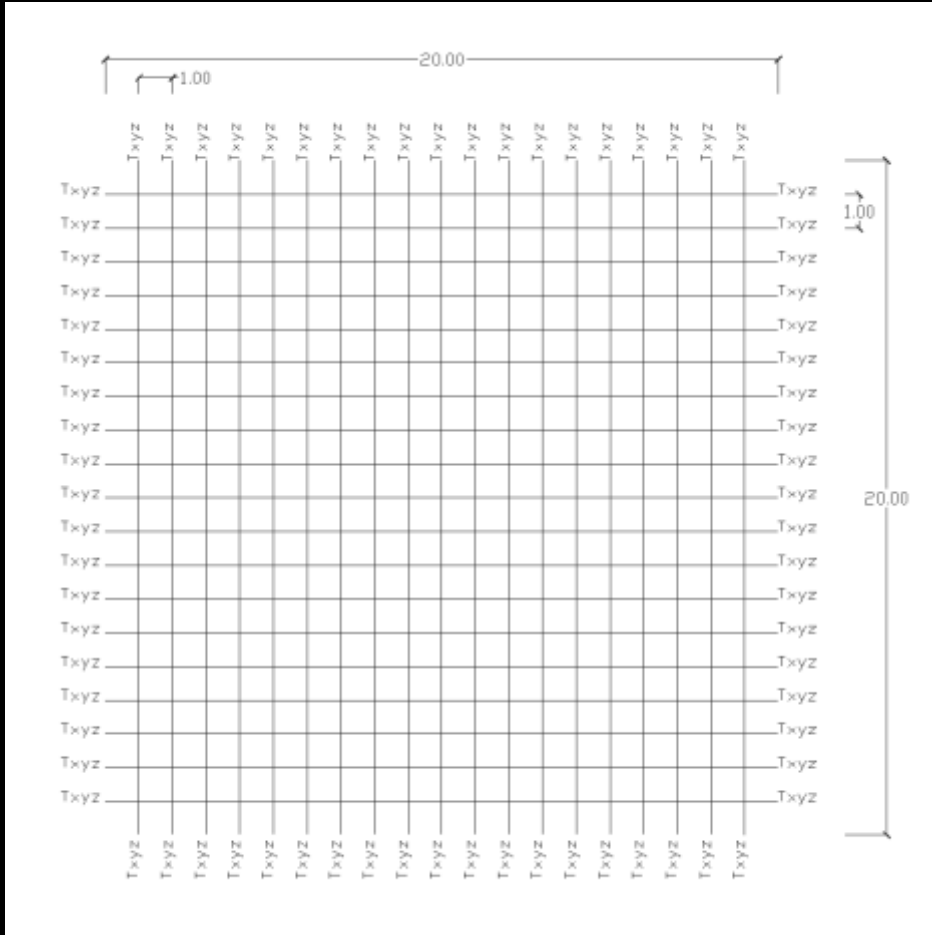
Las estructuras laminares logradas al invertir los modelos deformados trabajan en un estado cuasi membranar, reduciendo las flexiones.

DISEÑO EXPERIMENTAL DE ESTRUCTURAS LAMINARES



MODELOS LOGRADOS CON EL
METODO EXPERIMENTAL

DISEÑO COMPUTACIONAL DE ESTRUCTURAS LAMINARES



Programa de cálculo no lineal que actualiza la matriz de rigidez con las variaciones en la geometría de la estructura.

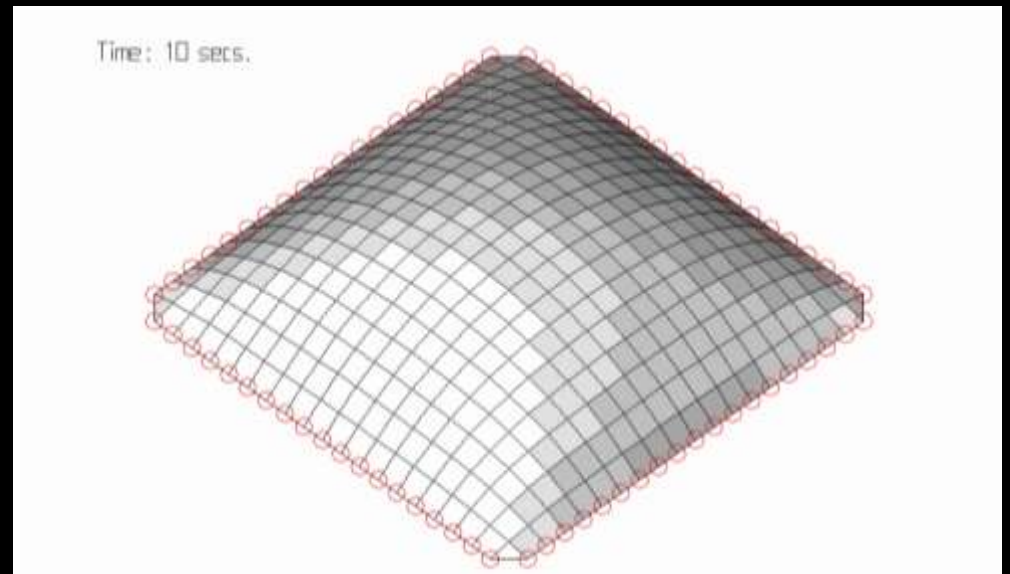
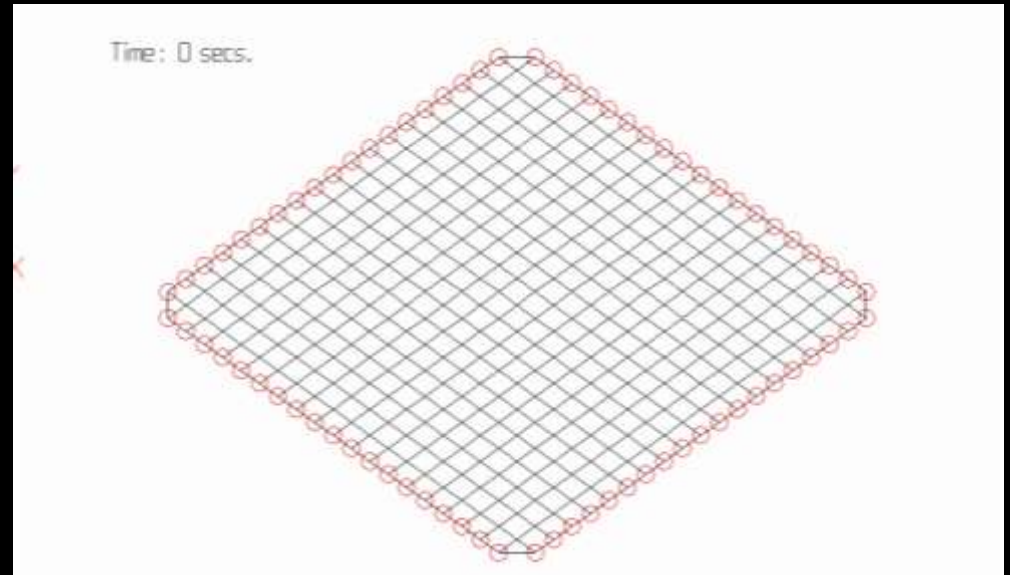
Malla plana de 20 m por 20 m formada por barras con 1 m de separación.

Incremento de cargas gravitatorias que generan cambios en la geometría.

Tiempo de deformación: 10 segundos con un incremento de carga de 10000 veces el peso propio.

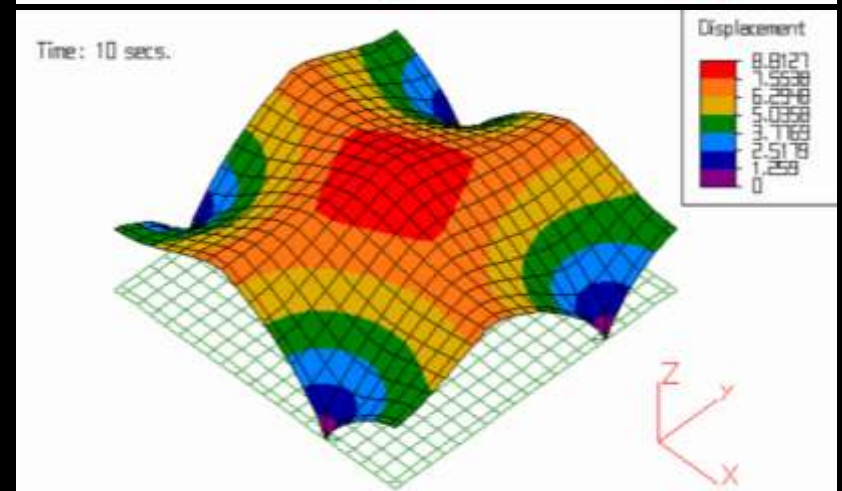
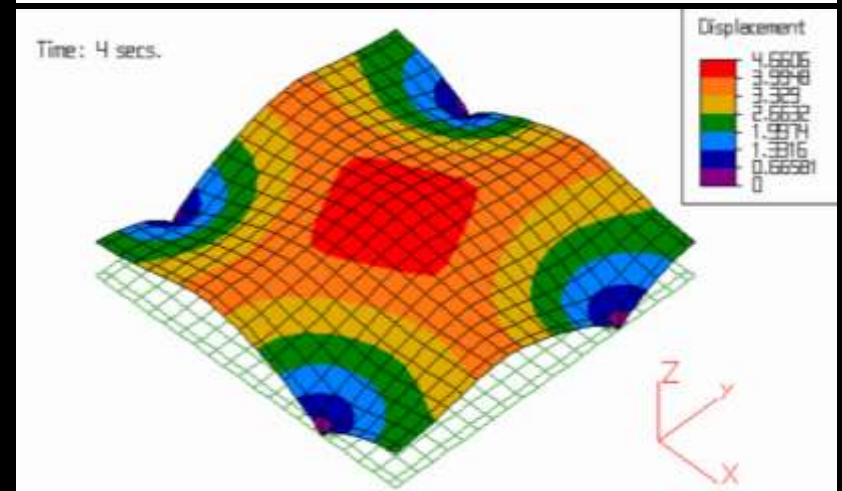
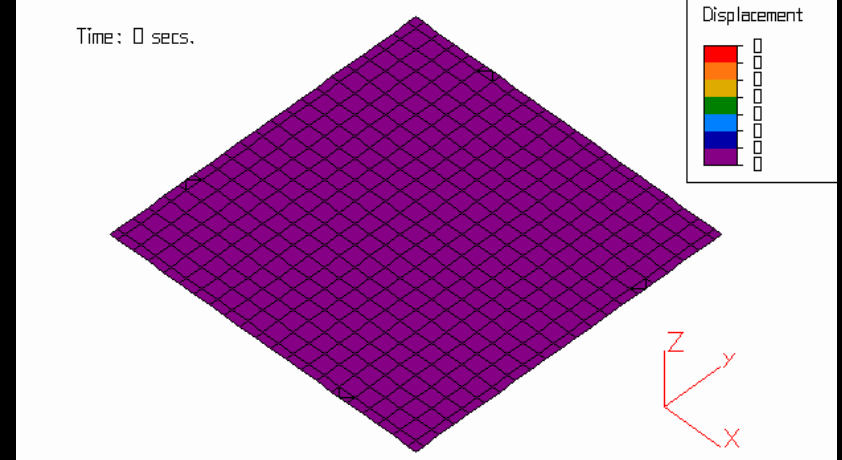
Generación de la forma (MGD)

Generación de la forma (MGD)

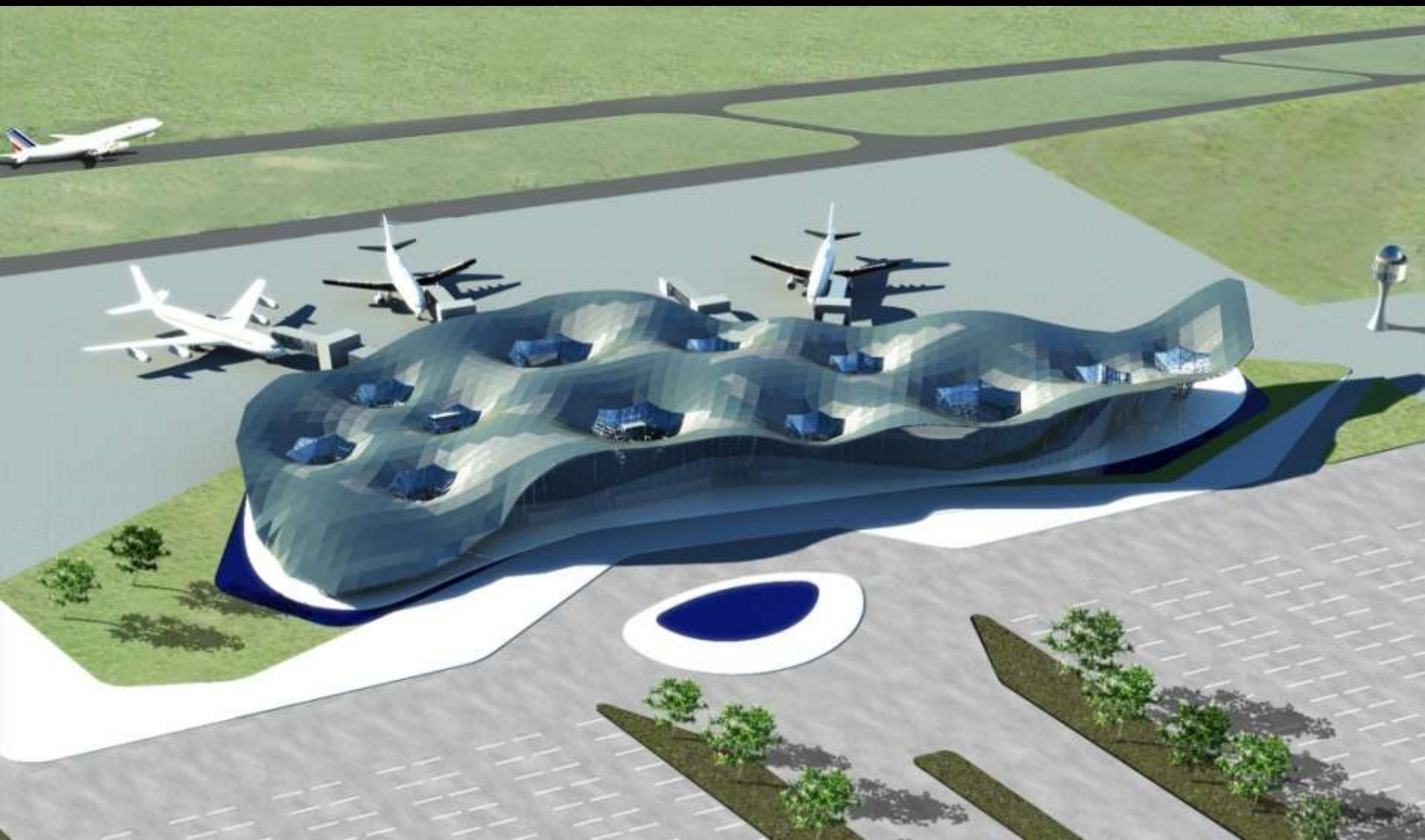


Geometría resultante
Apoyos en todo el perímetro

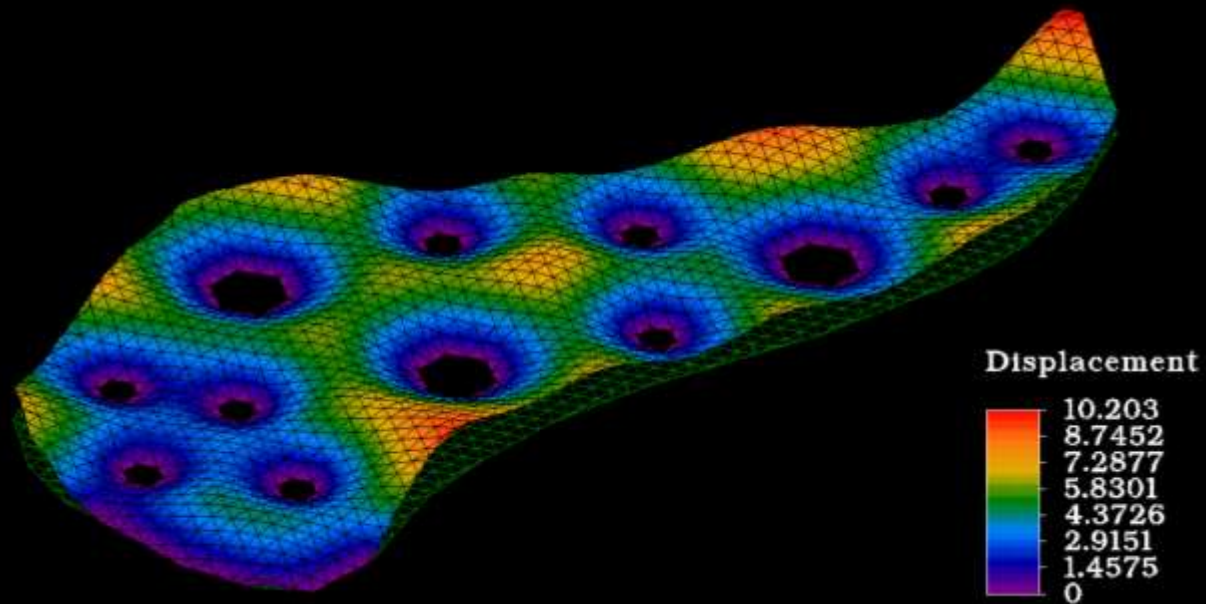
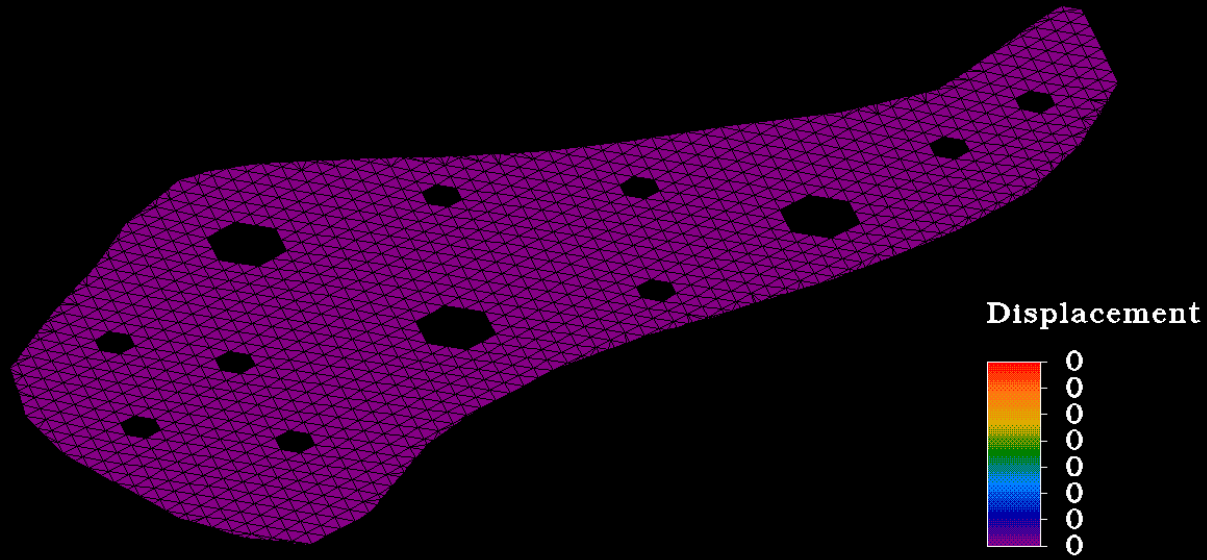
**Nueva geometría
Cambio en la cantidad
y ubicación de apoyos**



CONCURSO ALACERO 2009 - MORON BAIRES AIRPORT



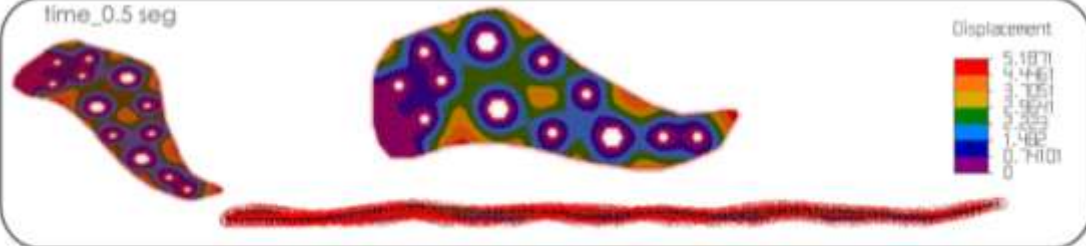
Time: 0 secs.



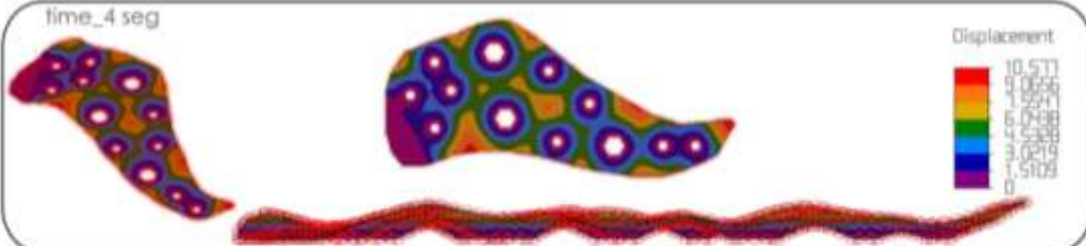
MORON BAIREs AIRPORT

algor_generacion de la forma

time_0.5 seg



time_4 seg



time_10 seg

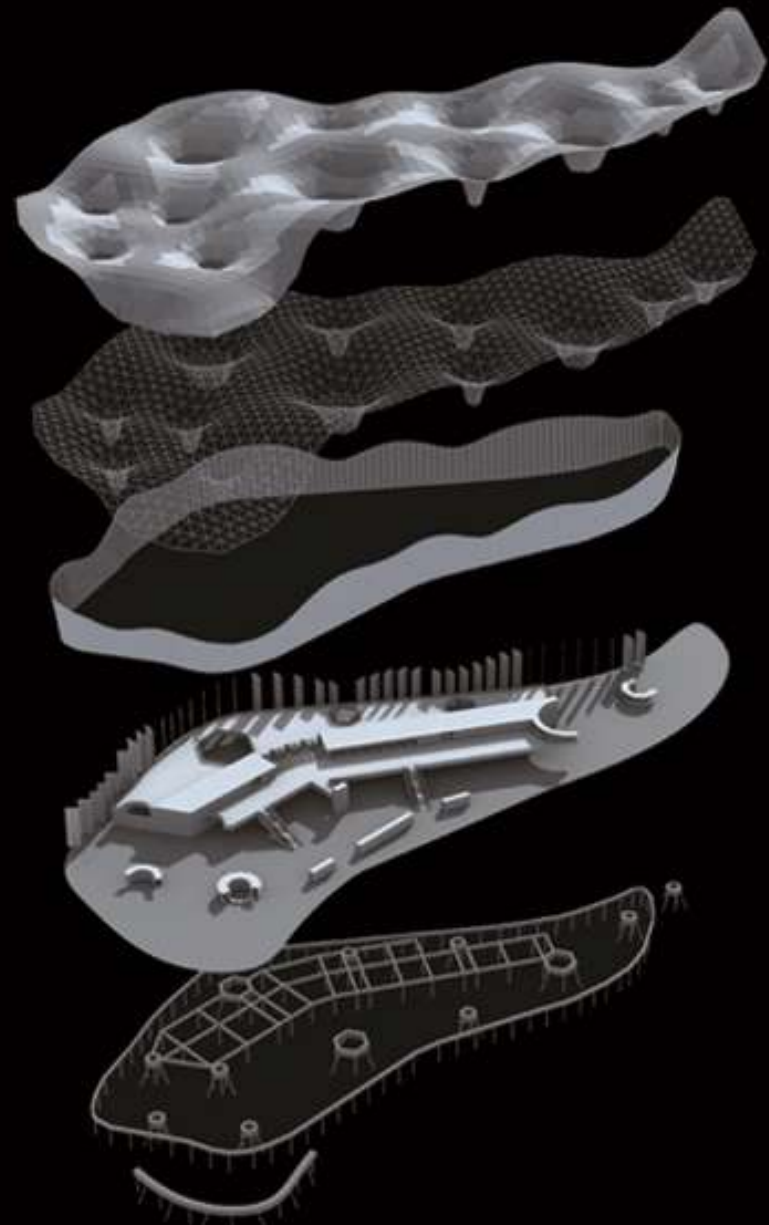
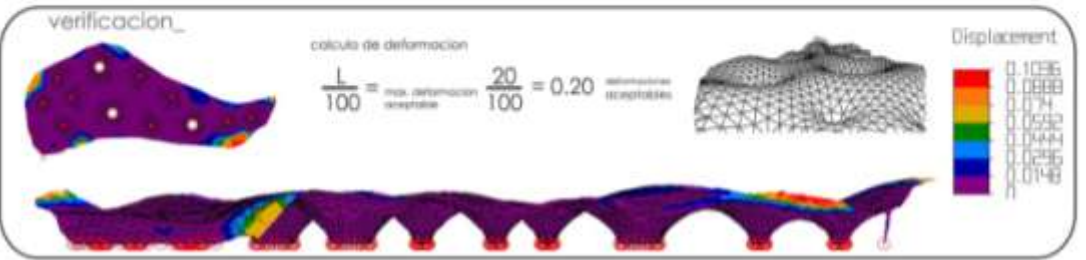


verificacion_

calculo de deformacion

$$\frac{L}{100} = \frac{\text{max. deformacion aceptable}}{100} = \frac{20}{100} = 0.20$$

deformaciones aceptables



MORON BAIREs AIRPORT

<http://block.arch.ethz.ch/brg/tools/rhinovault>

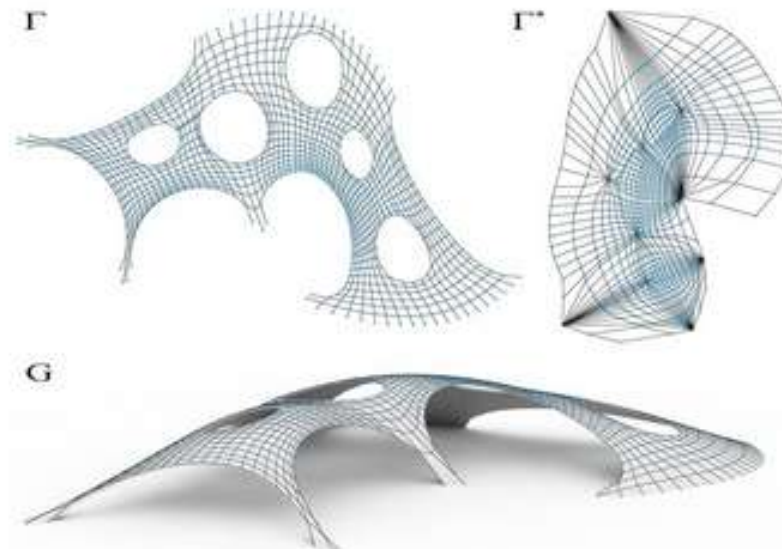
Gaudí, el funicular de cargas y un software para calcular en 3d

21 noviembre, 2013 | Estructuras curiosas, Software | 8 Comments

Os presento una API para Rhinoceros realizada por el *Instituto para la Tecnología en la Arquitectura* de Zurich llamada *RhinoVault*.



Esta aplicación gratuita permite obtener el antifunicular de cargas de distintas superficies consiguiendo estructuras como esta:



Conclusiones

- **Espesor muy reducido en relación a su superficie.**
- **Adquieren resistencia por forma (doble o simple curvatura), trabajando principalmente en ESTADO MEMBRANAL (esfuerzos internos normales y tangenciales para alcanzar su condición de equilibrio).**
- **Para evitar perturbaciones de borde: apoyos preferentemente continuos, o agregar anillos de tracción, vigas de borde, engrosamiento de la cáscara.**
- **Los apoyos deben diseñarse para resistir la componente horizontal de la reacción.**
- **Según su curvatura se clasifican en: simple curvatura, doble curvatura sinclástica y doble curvatura anticlástica.**

Conclusiones

- **Generación de la forma:**
 1. **Leyes geométricas**
 1. **Geometrías convencionales (conoide, paraboloides hiperbólicos).**
 2. **Formas libres (generación con software de diseño paramétrico).**
 2. **Ley de comportamiento físico (estructuras antifuniculares).**
 1. **Modelos analógicos.**
 2. **Método de las grandes Deformaciones (MGD). Deformación simulada con software.**
- **Por su materialización:**
 1. **Cascaras de superficie continua, en HºAº, cerámica armada, etc.**
 2. **Mallas reticuladas conformadas por barras de acero o madera.**