

4.0

CONCEPTOS GENERALES DE SUPERFICIES

Hay dos metodologías de modelado CAD que se suelen presentar como contrapuestas:

Modelado sólido



Modelado de superficies

Produce volúmenes virtuales que representan objetos tridimensionales

Produce entidades geométricas teóricas que no representan objetos reales, porque carecen de espesor

Pero los modeladores sólidos incluyen herramientas de modelado de superficies por dos motivos principales:

- √ En la práctica, el uso conjunto de ambas metodologías da lugar a una **metodología híbrida** que enriquece el proceso de modelado
- √ Los modelos de superficies tiene interés en ingeniería porque existen métodos CAE de **diseño y análisis mediante superficies**, que simplifican objetos de poco espesor como si fueran superficies

Para modelar con superficies es conveniente revisar previamente ciertos conceptos generales:

- √ Hay diferentes **metodologías** para modelar superficies
- √ Las superficies están vinculadas a **elementos geométricos notables** que ayudan a:
 - √ Definir y editar superficies
 - √ Visualizar superficies
 - √ Condicionar ciertas propiedades de las superficies que son necesarias para algunos diseños
- √ Las **clasificaciones** de las superficies se basan en su tipología o propiedades
- √ Las operaciones de **construcción** de superficies se clasifican en base a la tipología de las herramientas de construcción

Ayudan a elegir la superficie cuyas propiedades son apropiadas para resolver cada problema de diseño

Ayudan a elegir la herramienta, no el tipo de superficie

Una superficie se puede definir por diferentes métodos:

1 Mediante **ecuaciones** matemáticas que determinan **lugares geométricos** de puntos

La esfera es el lugar geométrico de los puntos del espacio que **equidistan** de un punto fijo llamado **centro**

2 Como **fronteras** que separan dos regiones en el espacio

La tela de un globo es una frontera que separa el aire caliente del frío



3 Como **barrido** de puntos de una curva que se desplaza siguiendo otra curva



Un guardabarros de bicicleta se obtiene cuando una curva envolvente sigue el contorno de una rueda

Introducción

Métodos

Ecuaciones

Frontera

Barrido

Elementos

Clasificación

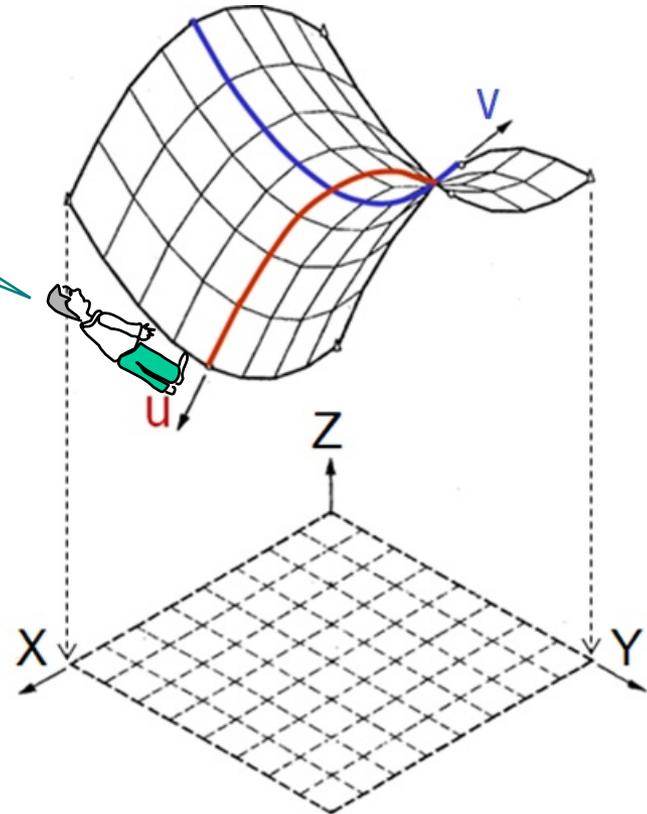
Construcción

Desde el punto de vista **matemático**, una superficie es una forma geométrica 2D aunque está generalmente contenida en un espacio 3D

- Introducción
- Métodos
- Ecuaciones
- Frontera
- Barrido
- Elementos
- Clasificación
- Construcción

Quien se mueve por la superficie sólo tiene dos grados de libertad

Quien observa desde fuera, la ve inmersa en un espacio tridimensional



Introducción

Métodos

Ecuaciones

Frontera

Barrido

Elementos

Clasificación

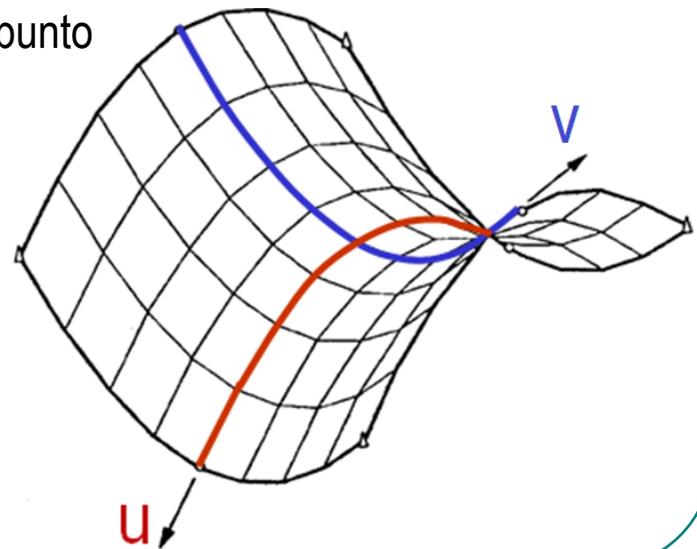
Construcción

Por ser formas geométricas 2D, pueden quedar definidas por un **sistema de dos coordenadas**

Aunque, por estar en un espacio 3D, las coordenadas serán curvilíneas

Dos coordenadas curvilíneas permiten identificar unívocamente cualquier punto de la superficie:

- ✓ La primera coordenada, dirección o parámetro se llama "u"
- ✓ La segunda coordenada, dirección o parámetro se llama "v"



Por tanto, una superficie se puede representar analíticamente mediante funciones de dos parámetros:

$$x = x(u, v, \{k\})$$

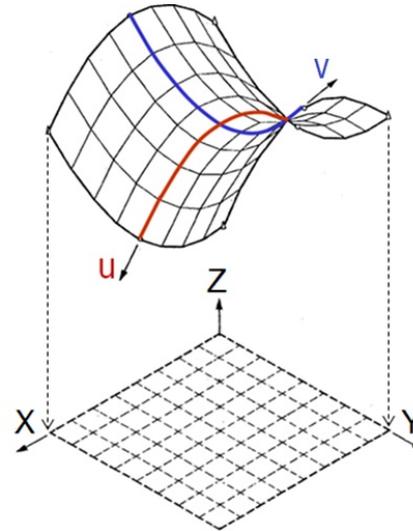
$$y = y(u, v, \{k\})$$

$$z = z(u, v, \{k\})$$

parámetros: $u_1 \leq u \leq u_2$,

$v_1 \leq v \leq v_2$

constantes: $\{k\}$



El problema es que hay aplicaciones CAD 3D que **no** permiten definir superficies mediante sus ecuaciones

No disponen de un editor de superficies mediante formulaciones paramétricas

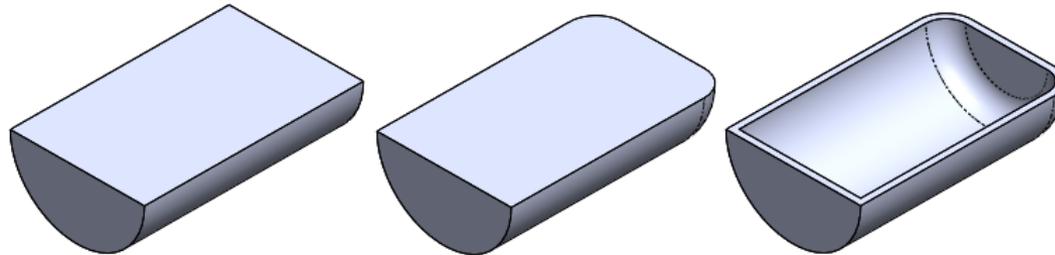


La alternativa es definir las curvas generadoras mediante un editor de curvas...

...y aplicar un barrido para obtener la superficie

Se pueden obtener cuerpos similares a superficies **vaciando** cuerpos sólidos

- √ “Vaciar” significa eliminar algunas de sus superficies y dejar una pared delgada alrededor del resto



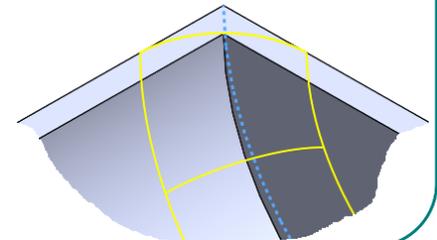
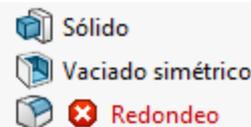
- √ El cuerpo resultante es una “**cáscara**” de espesor constante

No se puede obtener una superficie, porque no es válido un espesor 0

- √ La operación de vaciado debe hacerse cuando la superficie del sólido ya tenga su forma final



Modificar la superficie después del vaciado puede producir geometrías inviables



Introducción

Métodos

Ecuaciones

Frontera

Barrido

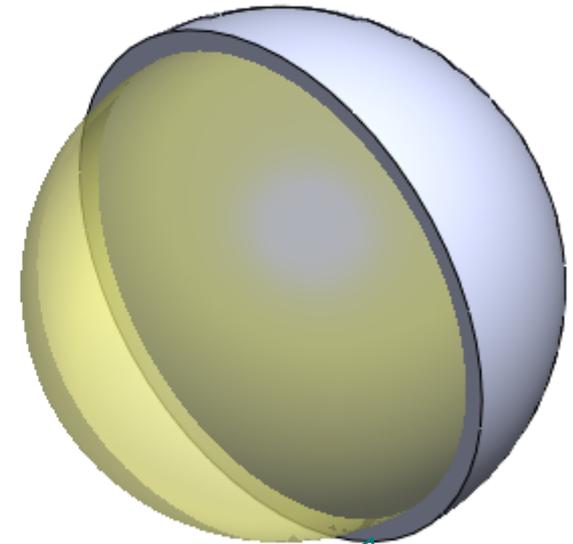
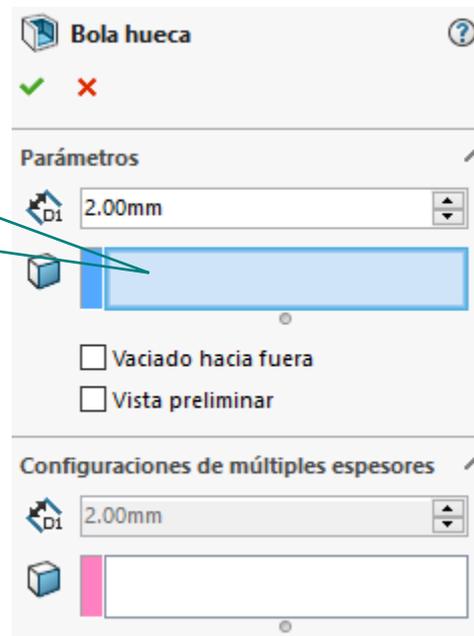
Elementos

Clasificación

Construcción

La operación de vaciado puede hacerse sin vaciar ninguna superficie del contorno:

Basta dejar en blanco la casilla de caras a vaciar!



La bola se muestra cortada para visualizar el espesor

En ese caso, la operación produce una **burbuja**

Algunas aplicaciones permiten generar cáscaras de espesor variable

Todas las caras tienen 3 mm de espesor

La cara azul se vacía

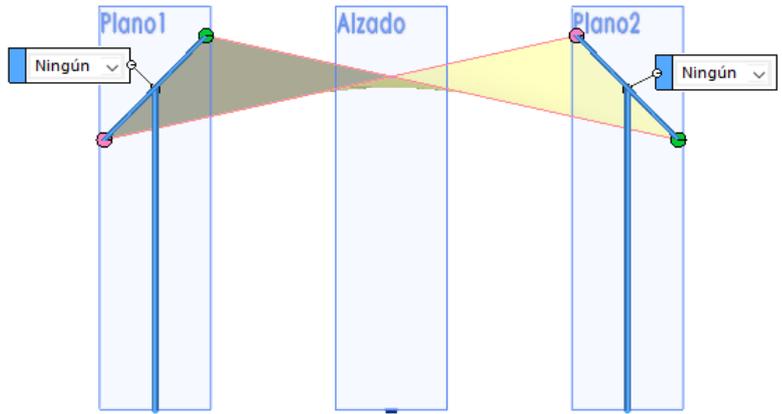
Salvo las caras rosa (de 12 mm de espesor)

The image shows a CAD software interface for the 'Vaciado asimétrico' (Asymmetric Hollowing) feature. The 'Parámetros' (Parameters) section shows a thickness of 3.00mm and 'Cara <1>' selected. The 'Configuraciones de múltiples espesores' (Multiple Thickness Configurations) section shows a thickness of 12.00mm and 'Cara <2>' and 'Cara <3>' selected. Callouts explain that all faces have a 3mm thickness, the blue face is hollowed out, and the pink faces have a 12mm thickness. Three 2D cross-sections illustrate the hollowing process on a semi-circular, rectangular, and rectangular part.

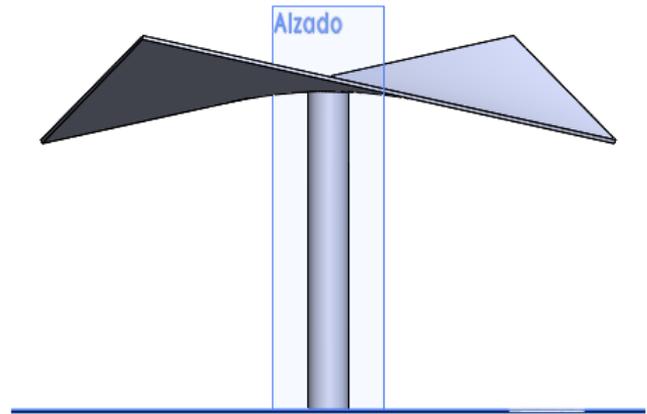
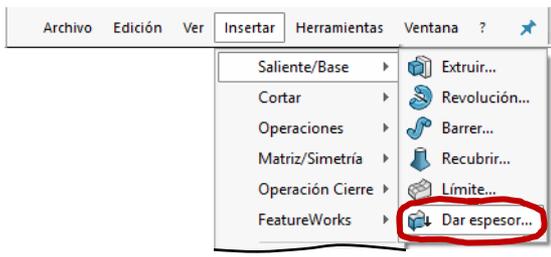
- Introducción
- Métodos**
- Ecuaciones
- Frontera**
- Barrido
- Elementos
- Clasificación
- Construcción

También se pueden obtener cuerpos sólidos **dando espesor** a sus superficies de frontera

Por ejemplo, el techo de una marquesina se puede modelar como una superficie...

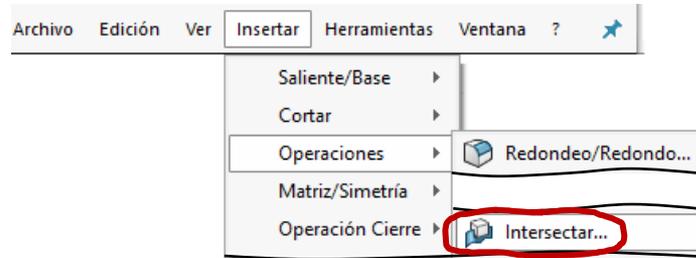


...para luego convertirlo en una lámina al darle espesor



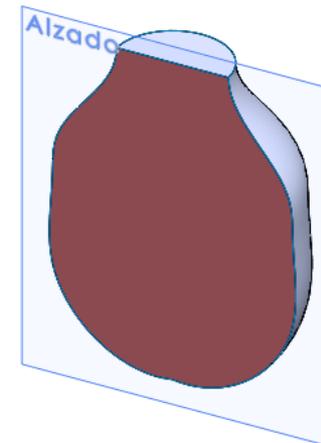
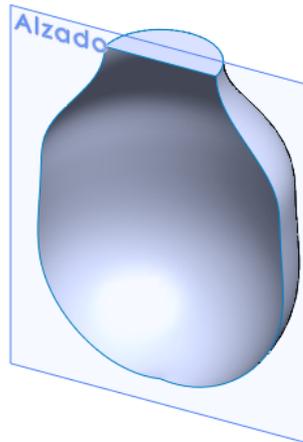
Puede **solidificar** completamente el volumen de la cavidad interior a un conjunto de superficies o sólidos

- ✓ Seleccione la operación *Intersectar*

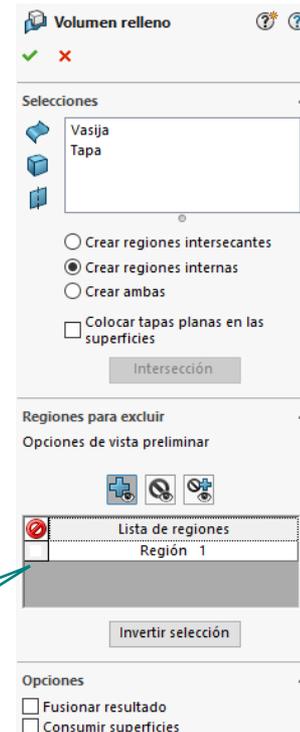


- ✓ Seleccione las superficies que delimitan el volumen

- ✓ Seleccione *Crear región interior*

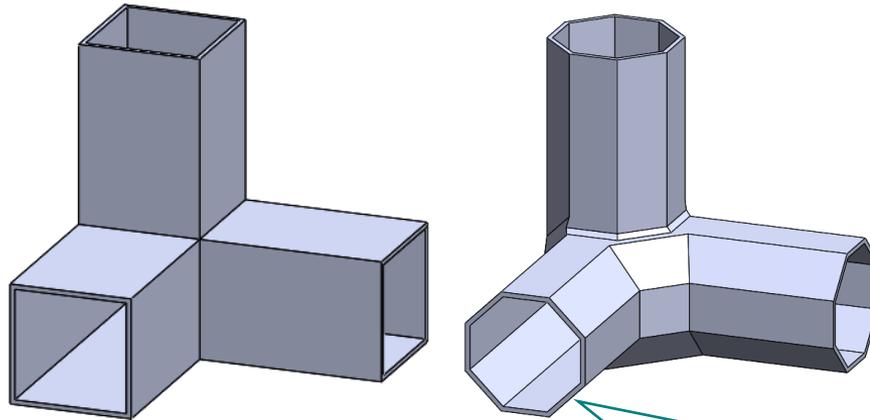


Seleccione regiones a excluir, si es necesario

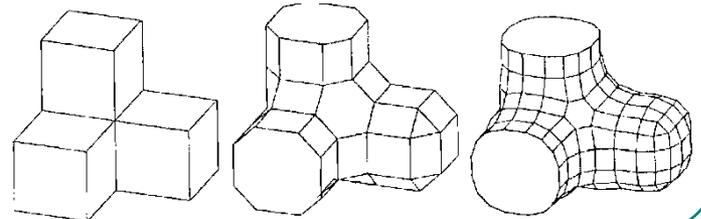


Por último, modificando recursivamente la frontera se pueden obtener cuerpos complejos a partir de sólidos simples

Por ejemplo, **creando superficies facetadas y subdividiéndolas**



El **achaflanado recursivo** es una técnica de suavizado que consiste en cambiar cada arista de la superficie actual por un chaflán



Introducción

Métodos

Ecuaciones

Frontera

Barrido

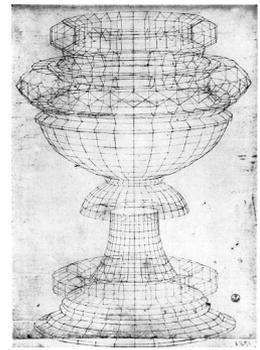
Elementos

Clasificación

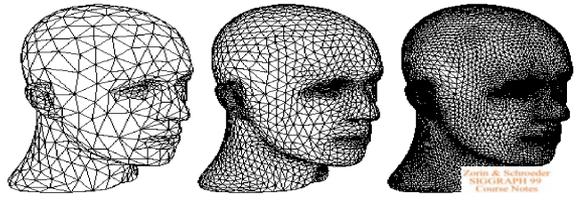
Construcción

Se utilizan otras representaciones de frontera:

- ✓ Se denominan **mallas** a las rejillas de curvas que se superponen a la superficie y adoptan su forma
- ✓ Las mallas se han utilizado desde hace mucho tiempo para hacer bocetos previos a las pinturas
- ✓ Las mallas triangulares se utilizan en gráficos por ordenador para visualizar fronteras de sólidos



Paollo Ucello, Cáliz en perspectiva (S. XV)



- ✓ Para este tipo de mallas, existen técnicas de subdivisión potentes y complejas
 - ✓ Pero en los modeladores CAD paramétricos, las mallas usadas para visualizar los modelos se generan internamente ...
- ...sin que el usuario las gestione directamente

Refinar **mallas triangulares** regulares o irregulares es la forma más extendida de subdivisión

El método del **barrido** requiere dos curvas:

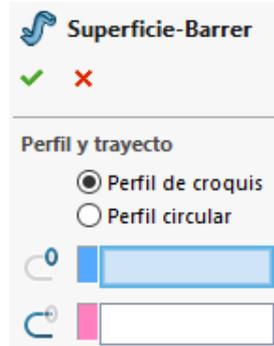
La generatriz se mueve en el espacio siguiendo la trayectoria definida por la directriz

directriz

generatriz

En SolidWorks se denominan:

- ✓ Perfil (por generatriz)
- ✓ Trayecto (por directriz)



Introducción

Métodos

Ecuaciones

Frontera

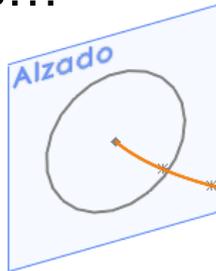
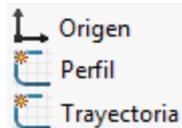
Barrido

Elementos

Clasificación

Construcción

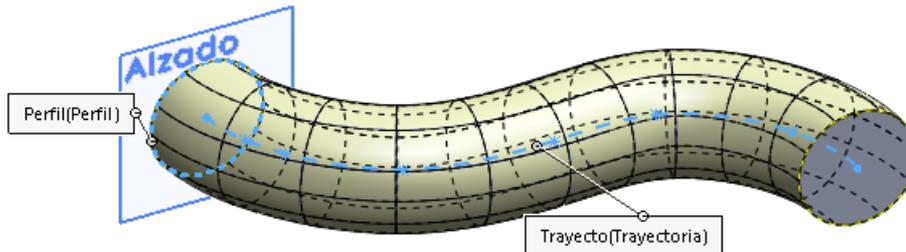
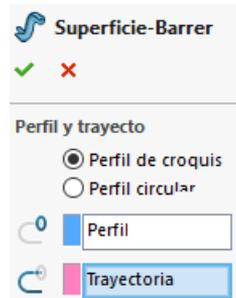
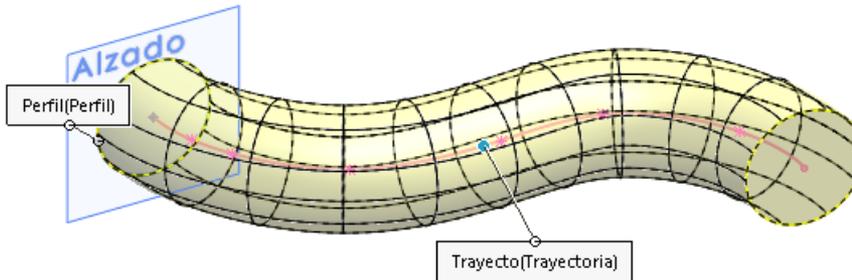
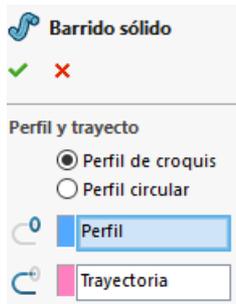
En general, se definen las curvas generatriz y directriz en dos croquis separados...



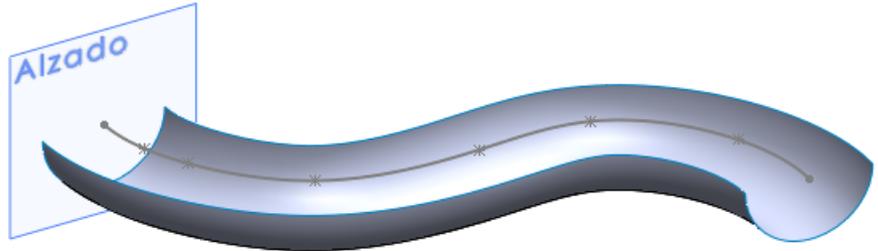
Debe notarse que la trayectoria puede ser una **línea central**, que no toca al perfil



...y se obtiene el volumen o la superficie por barrido

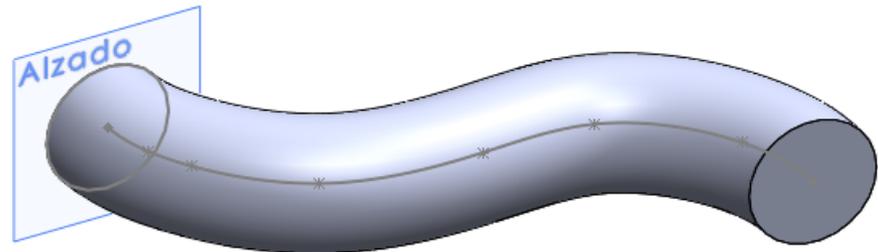


Un perfil abierto produce necesariamente superficies:

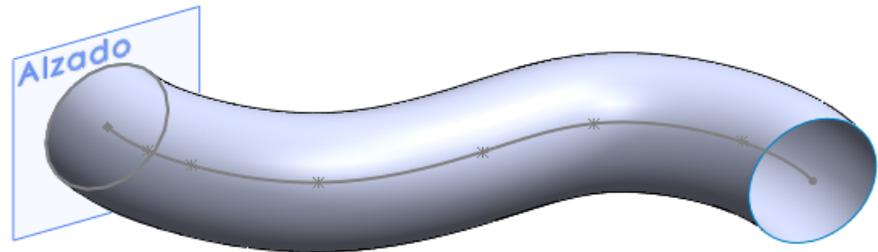


Un perfil cerrado produce superficies o volúmenes, a voluntad del usuario:

 Saliente/Base barrido



 Barrer superficie



- Introducción
- Métodos**
- Ecuaciones
- Frontera
- Barrido**
- Elementos
- Clasificación
- Construcción

Introducción

Métodos

Elementos

Clasificación

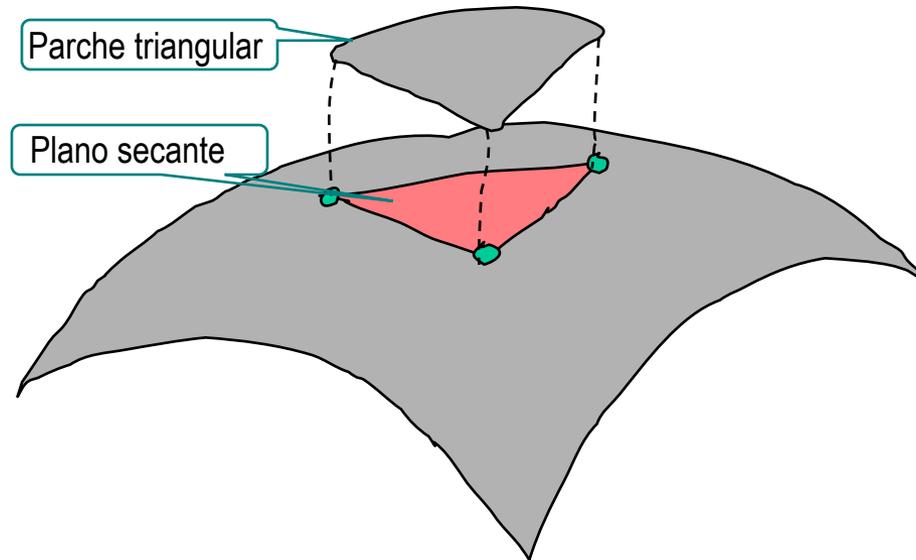
Construcción

Los **elementos notables** son elementos geométricos:

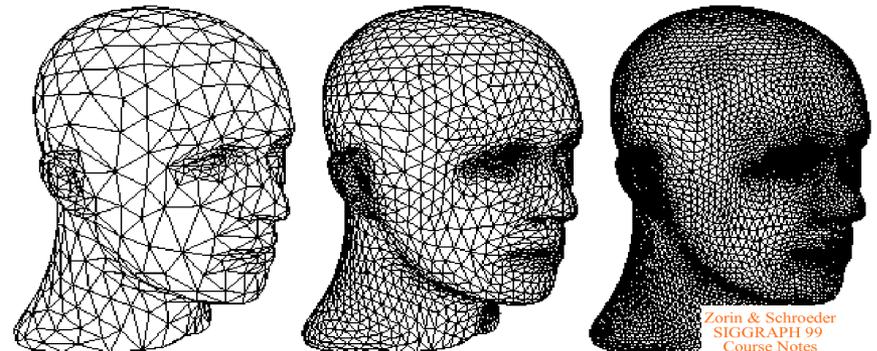
- √ Vinculados con la superficie
 - √ Plano secante
 - √ Plano tangente
 - √ Recta normal

- √ Relacionados con alguna característica de la superficie usada para visualizarla
 - √ Elementos definatorios
 - √ Contorno aparente

El **plano secante** está definido por tres puntos, no alineados, de la superficie

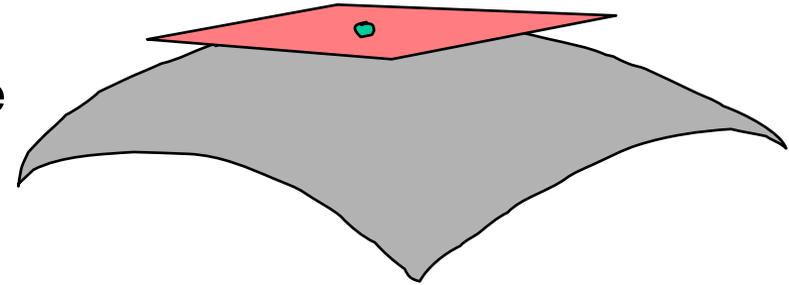


Los planos secantes se utilizan para hacer aproximaciones poligonales de las superficies complejas



El **plano tangente** sólo tiene un punto de contacto con la superficie

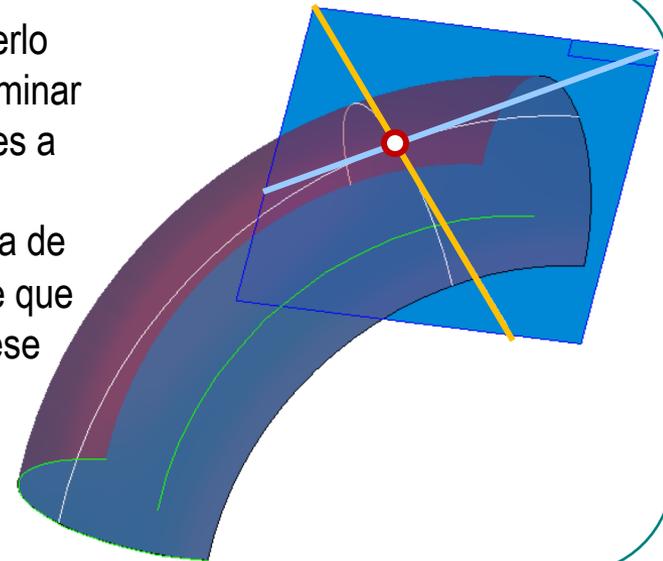
√ Es el límite al que tiende un plano secante, cuando los tres puntos se acercan indefinidamente



√ Contiene a todas las rectas que son tangentes a la superficie en el punto de tangencia



Para obtenerlo basta determinar las tangentes a dos curvas cualesquiera de la superficie que pasen por ese punto



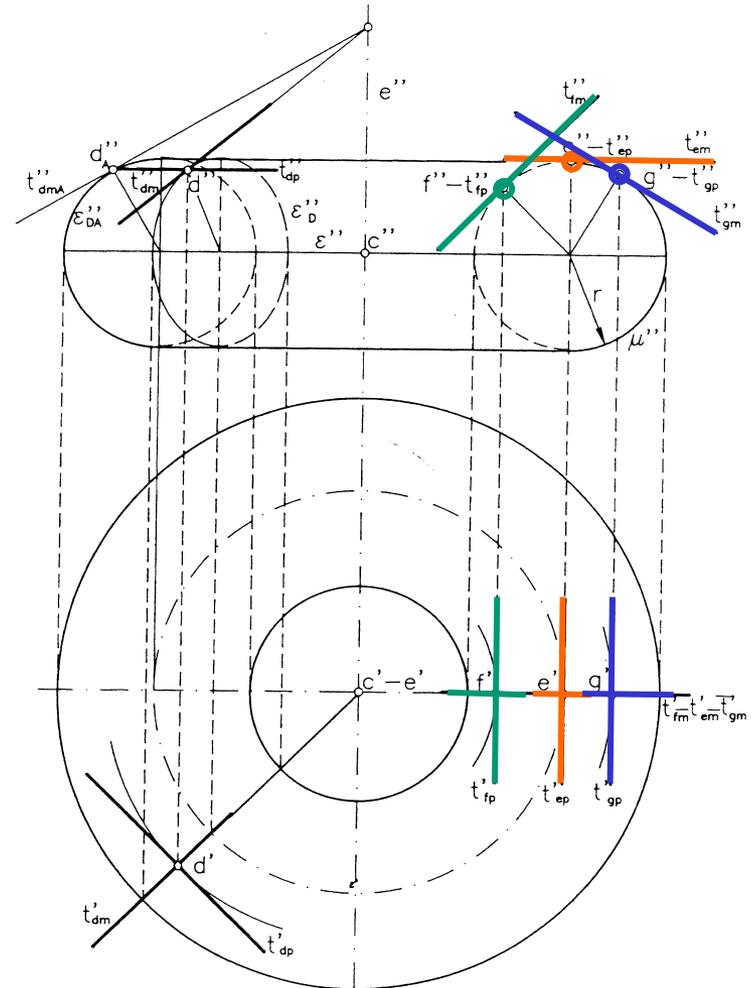
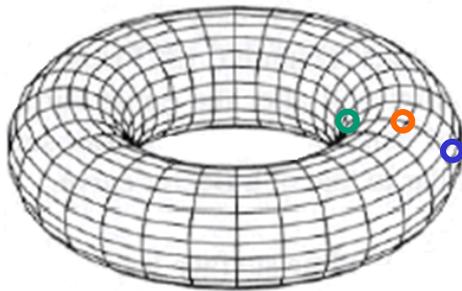
Los planos tangentes se utilizan para determinar la frontera de las superficies

Por ejemplo, los contornos aparentes

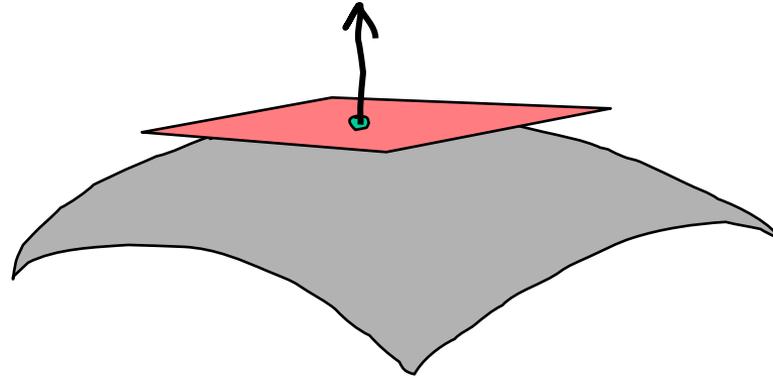


Los planos tangentes dan lugar a tres tipos de puntos:

- ✓ **Puntos elípticos:** el plano tangente sólo toca a la superficie en un punto y toda la superficie queda a un lado del plano
- ✓ **Puntos parabólicos:** el plano tangente toca a la superficie en una curva, quedando a un lado del plano el resto de la superficie
- ✓ **Puntos hiperbólicos:** el plano tangente divide a la superficie en dos

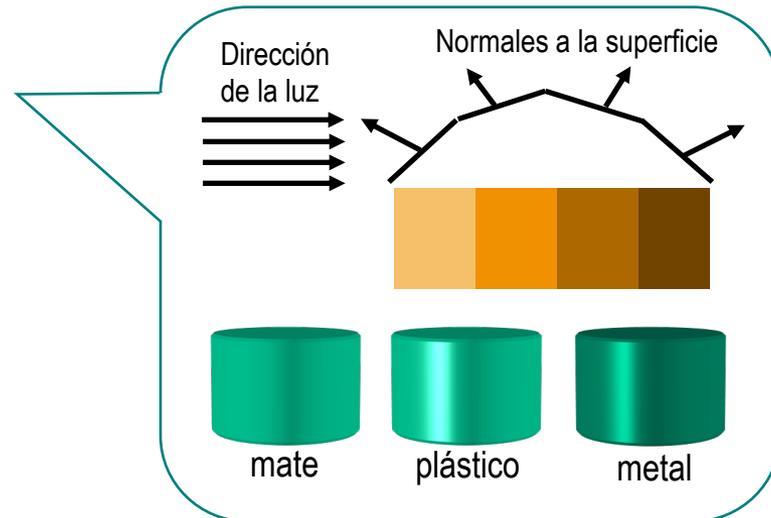


La recta normal es perpendicular al plano tangente en el punto considerado



√ Se utiliza para determinar problemas de reflexión, brillo, etc.

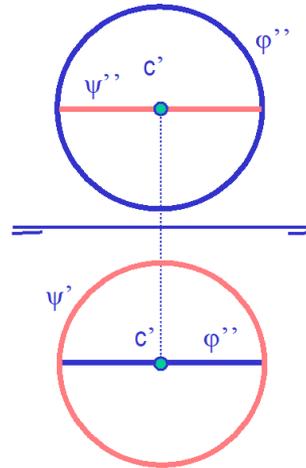
√ También se utiliza para determinar el volumen interior a una superficie cerrada



Los **elementos definatorios** son elementos geométricos que definen unívocamente una superficie

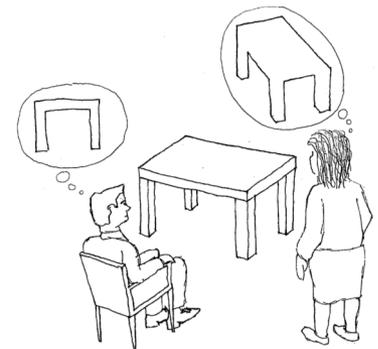
Por ejemplo, para representar una esfera hay que representar el centro y el contorno aparente:

- ✓ La representación del centro es inmediata a partir de sus coordenadas
- ✓ El contorno aparente en el alzado es la circunferencia contenida en un plano frontal (φ), y en la planta, la circunferencia contenida en el plano horizontal (ψ)

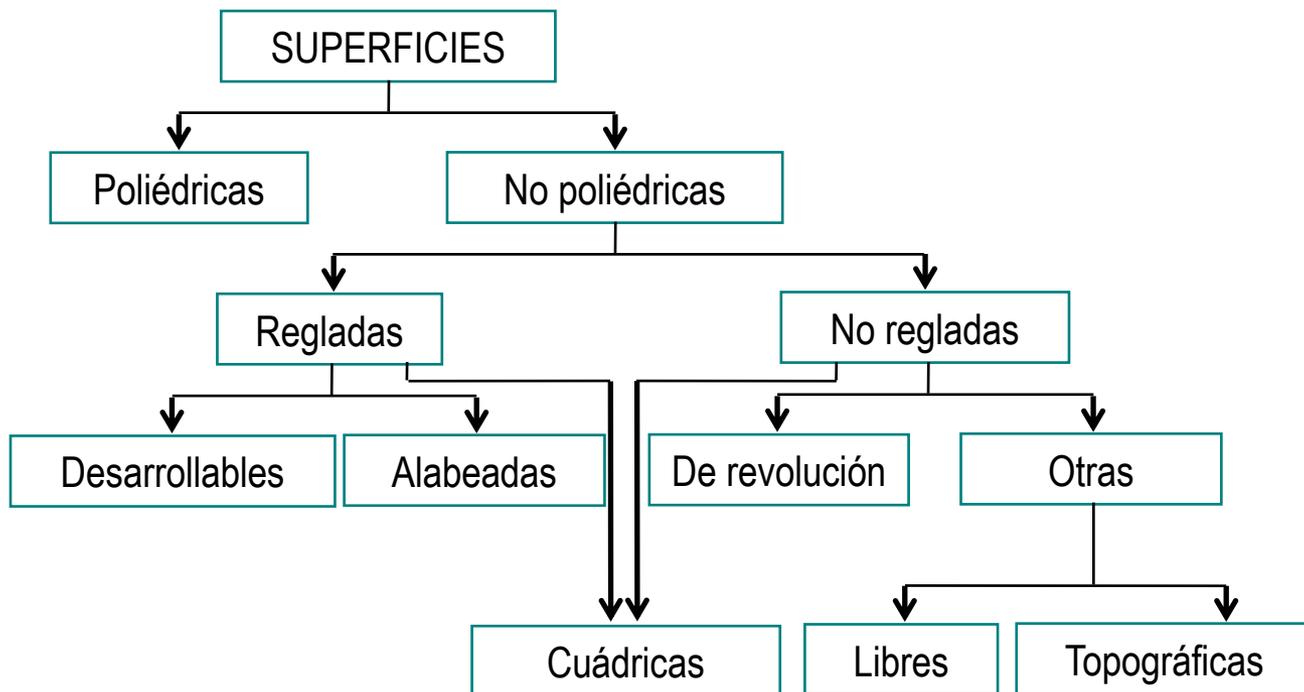


El **contorno aparente** son las líneas que separan a la superficie del resto del espacio

¡El contorno aparente depende del punto de vista!



Las clasificaciones de las superficies se hacen comúnmente en base a sus propiedades:



Más detalles sobre clasificación de superficies en 4.0.1

Introducción

Métodos

Elementos

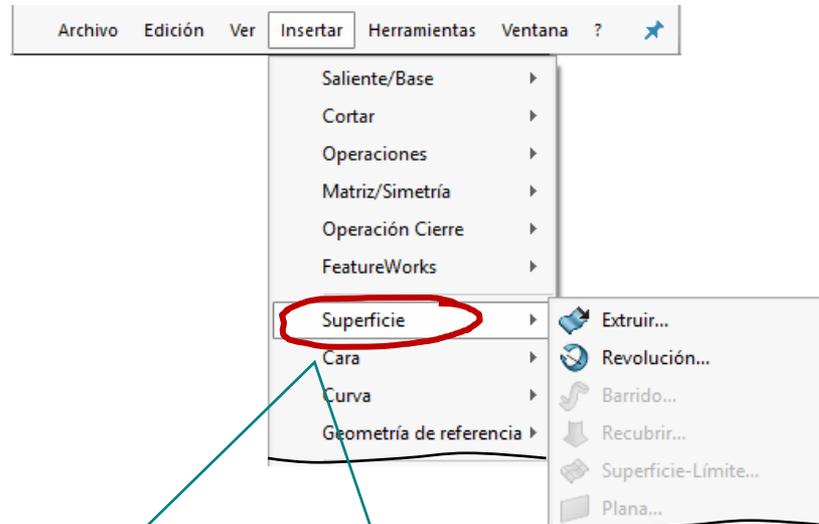
Clasificación

Construcción

Construir superficies con aplicaciones CAD tiene dos problemas principales:

- ✗ Algunas aplicaciones CAD disponen de pocas o ninguna herramienta para ciertos tipos de superficies
- ✗ Las herramientas de construcción no siempre informan del tipo de superficie que construyen

Las herramientas disponibles en SolidWorks para construir superficies están recogidas y “clasificadas” en su menú *Superficie*



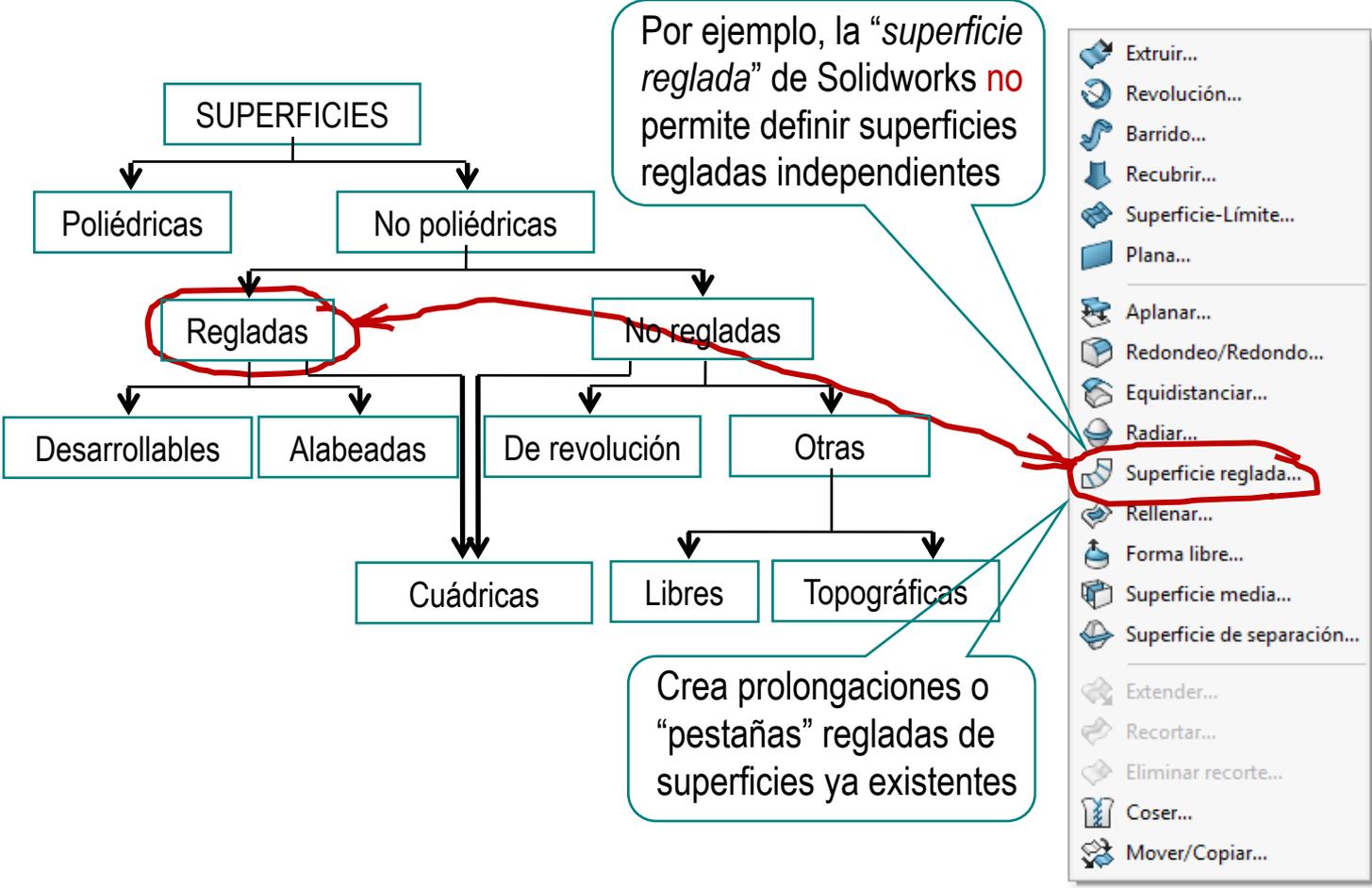
Alternativamente, puede activar la cinta de menú *Superficies*



Pero el usuario NO tiene ayudas para elegir la mejor herramienta para obtener cada superficie

Relacionar el menú con la clasificación NO es sencillo

- Introducción
- Métodos
- Elementos
- Clasificación
- Construcción**



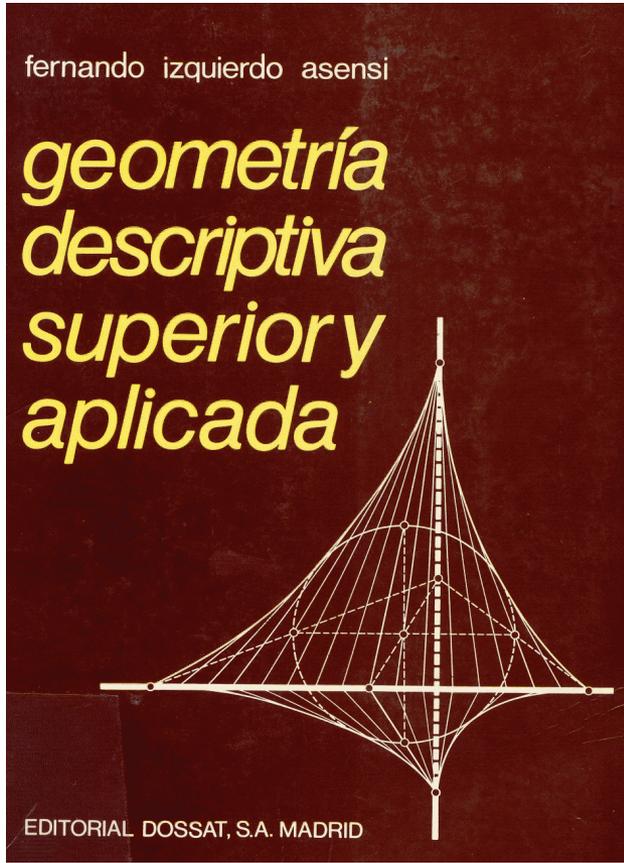
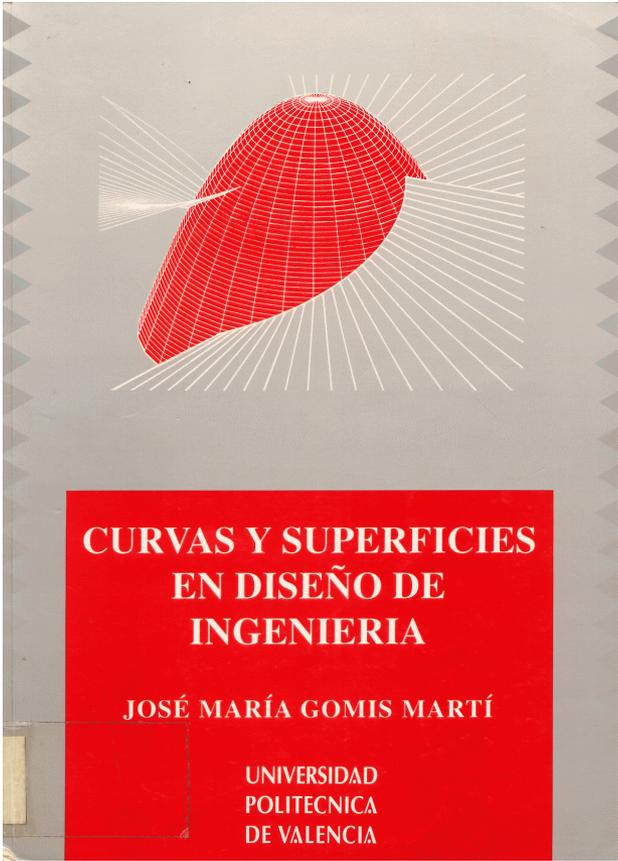
Para repasar

¡Cada aplicación CAD tiene sus propias peculiaridades para gestionar las superficies!

↳ ¡Hay que estudiar el manual de la aplicación que se quiere utilizar!

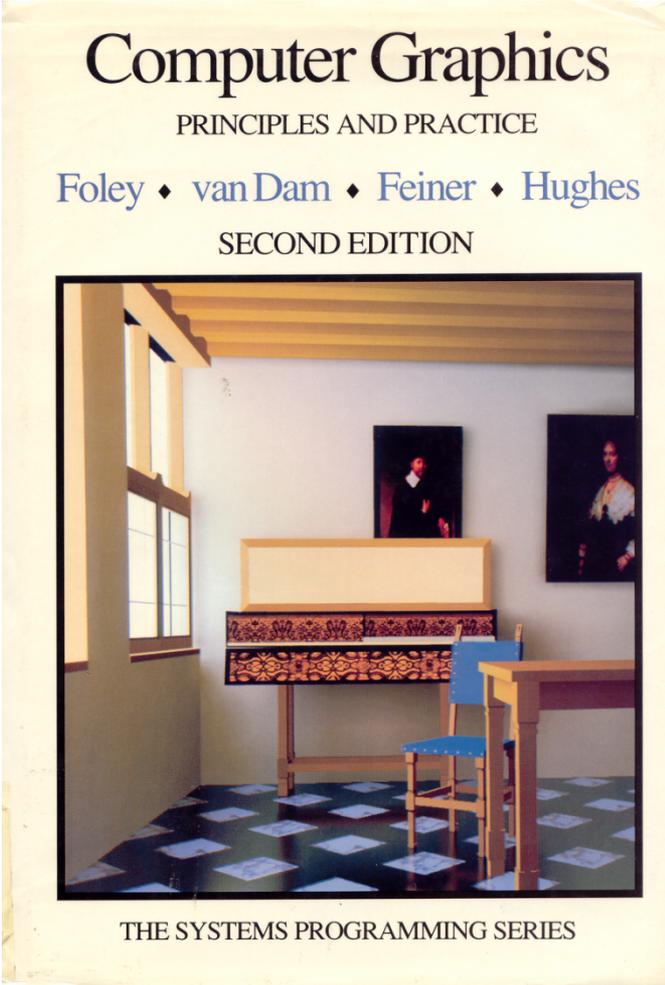


Para repasar

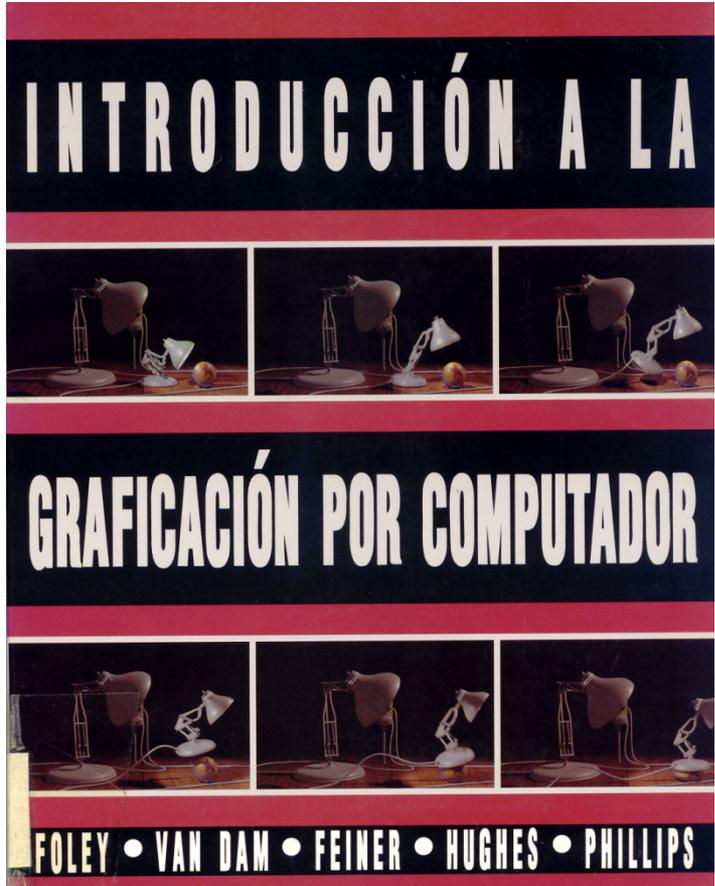


Para repasar

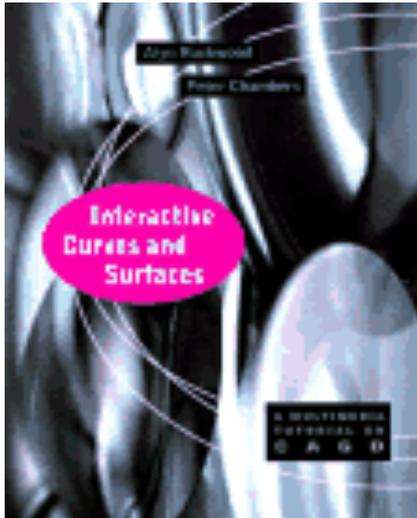
Capítulo 11: Representing curves and surfaces



Capítulo 9: Representación de curvas y superficies



Para repasar



Interactive Curves and Surfaces

A Multimedia Tutorial on CAGD

Alyn Rockwood

Peter Chambers

Se recomienda especialmente
el [“tutorial” interactivo](#)

Para estudiar la aplicación práctica

