

Modelado y Animación por Computador

Tema 2: Modelado

Dr. Miguel Davia Aracil



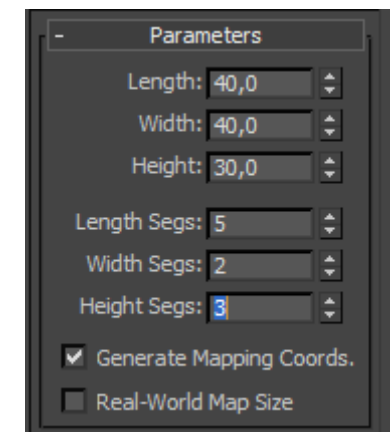
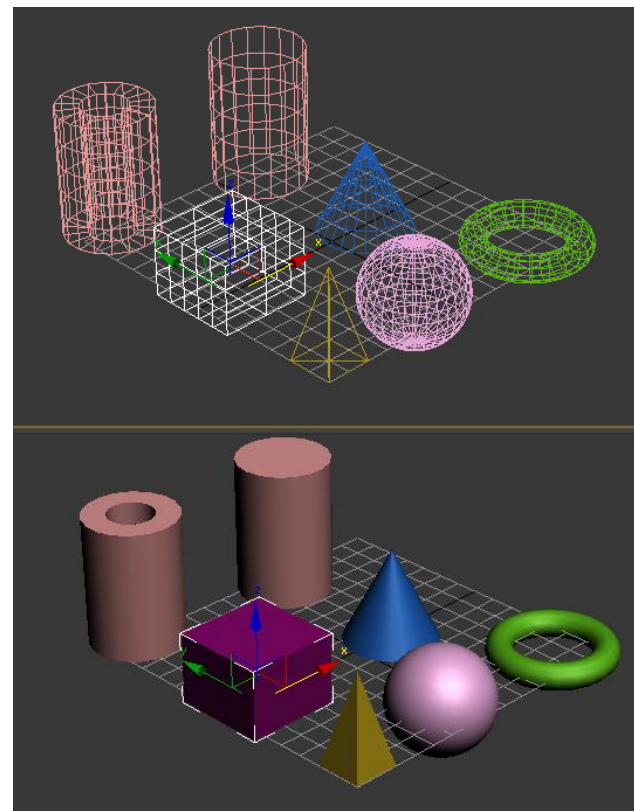
Tema 2: Modelado

- 1.- Introducción
- 2.- Modelos geométricos de representación
- 3.- Técnicas de modelado**
- 4.- Transformaciones geométricas
- 5.- Deformadores
- 6.- Sistemas de partículas
- 7.- Fuerzas
- 8.- Efectos atmosféricos

Técnicas de modelado

Primitivas geométricas:

- Cubo
- Esfera
- Cono
- Cilindro
- Tubo
- Prisma
- Pirámide
- Toroide



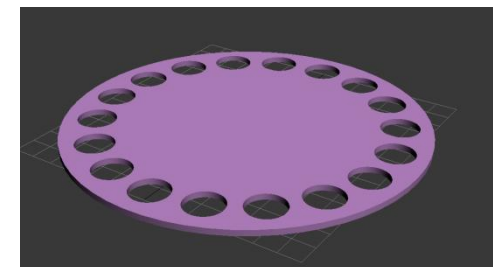
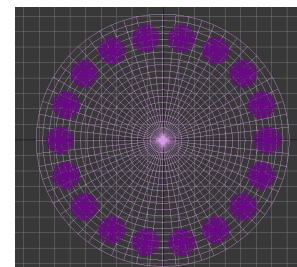
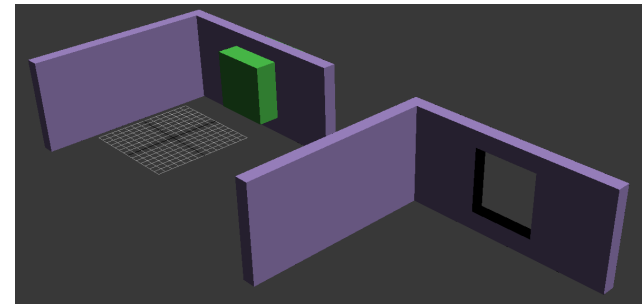
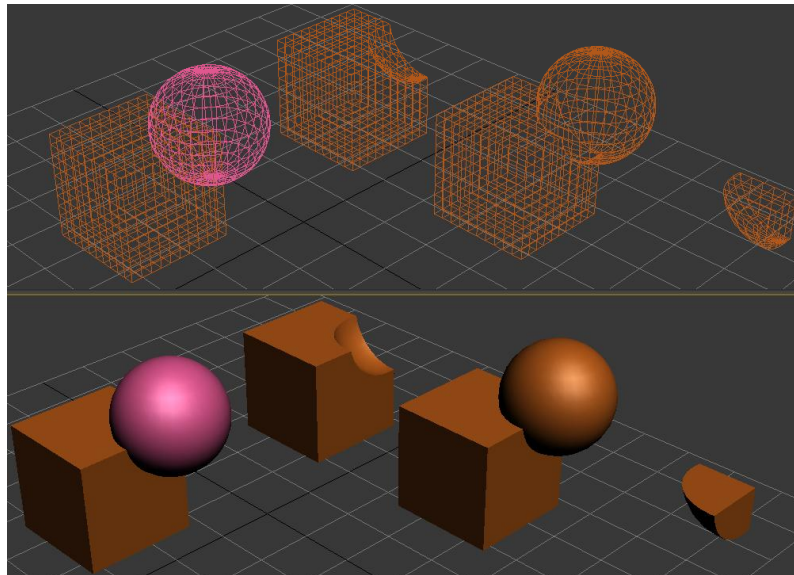
Técnicas de modelado

Operaciones booleanas:

- Unión
- Diferencia
- Intersección

Precaución: mallas correctas

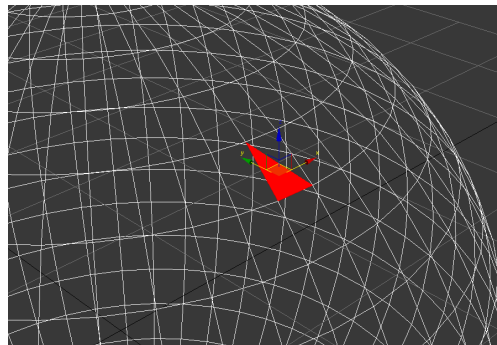
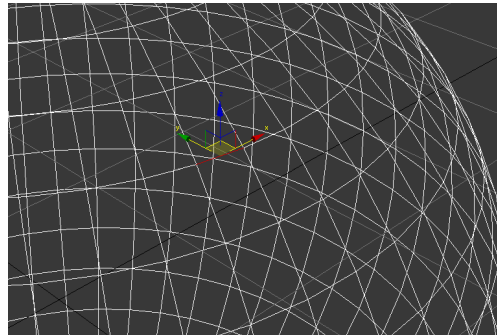
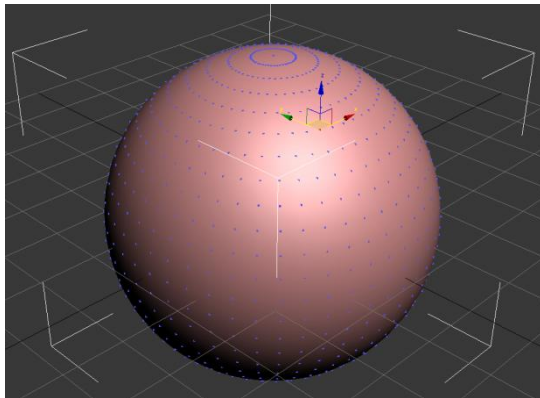
- Cerradas
- Manifold
- ¿Densidad?



Técnicas de modelado

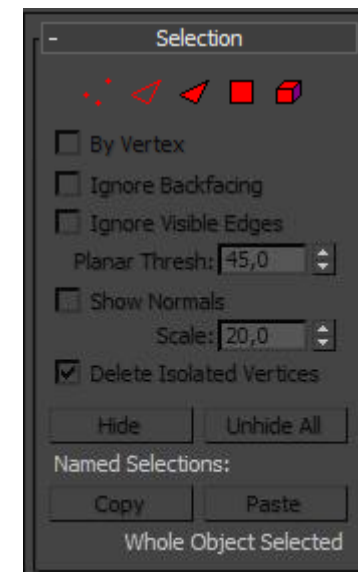
Edición mallas poligonales:

- Vértices
- Caras
- Aristas



Selección suave: soft selection

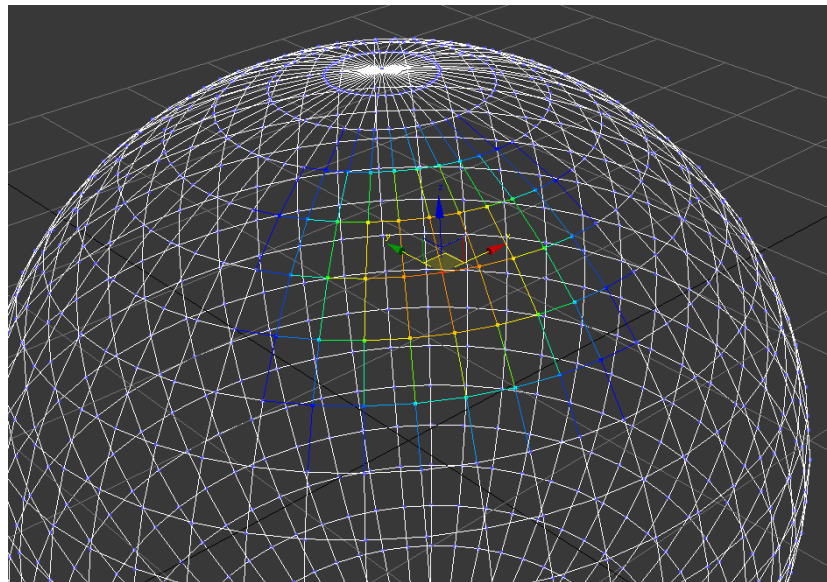
- Alcance efecto. Radial.
- Función peso



Técnicas de modelado

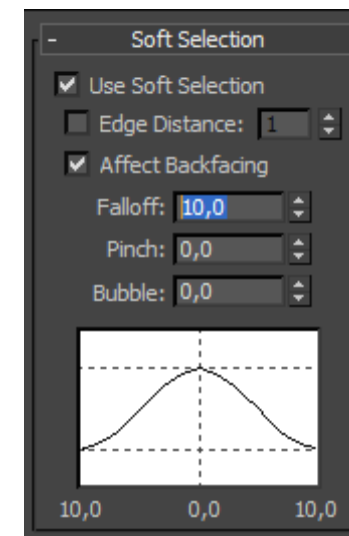
Edición mallas poligonales:

- Vértices
- Caras
- Aristas



Selección suave: soft selection

- Alcance efecto. Radial.
- Función peso



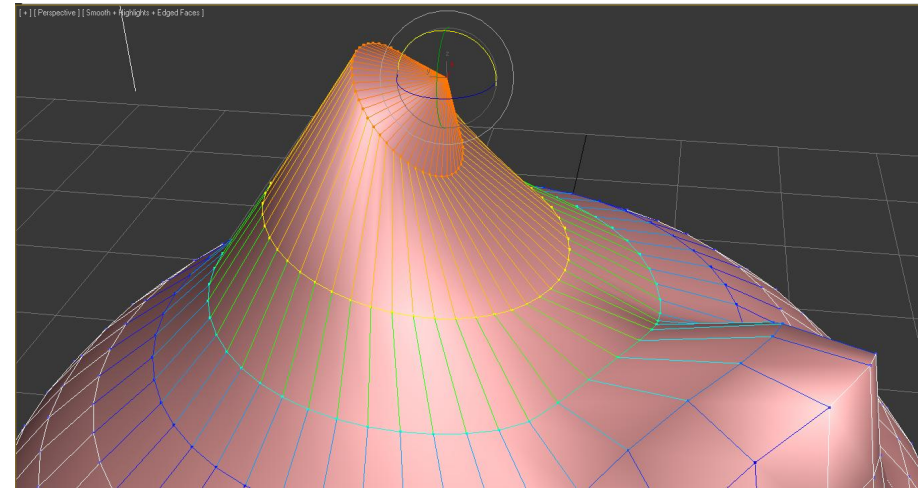
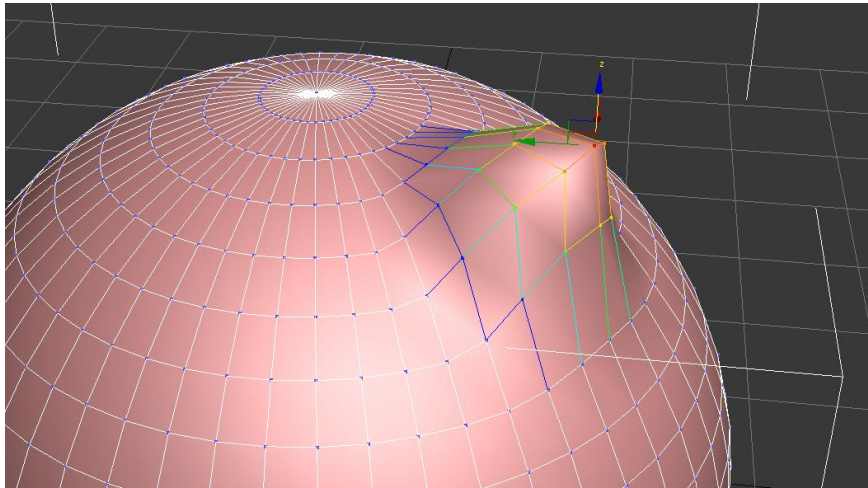
Técnicas de modelado

Edición mallas poligonales:

- Vértices
- Caras
- Aristas

Selección suave: soft selection

- Alcance efecto. Radial.
- Función peso



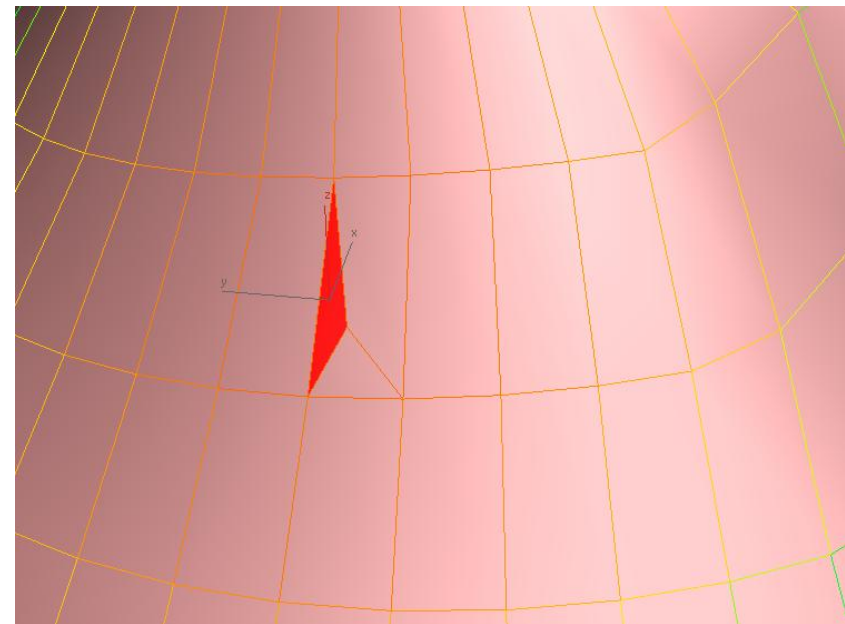
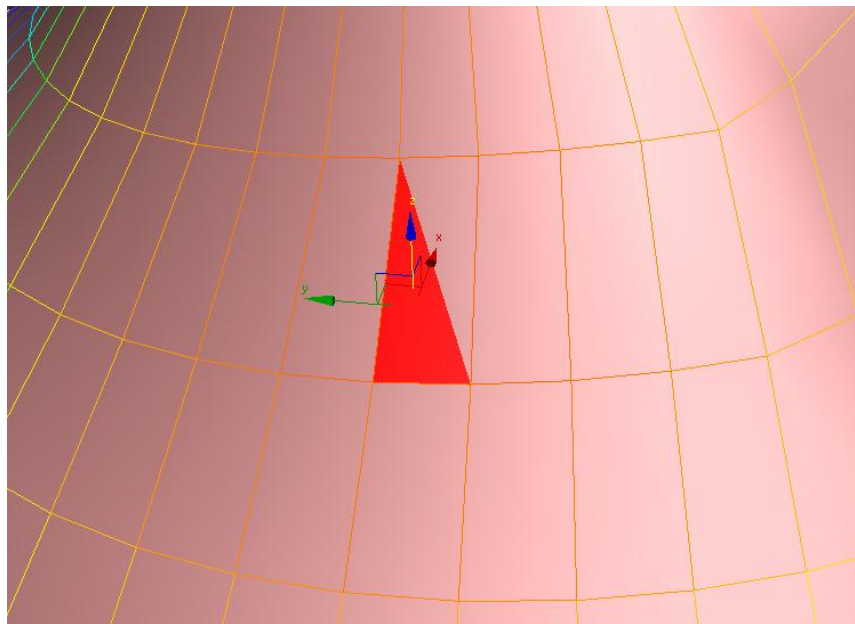
Técnicas de modelado

Edición mallas poligonales:

•Caras

División: modo caras

- Divide el polígono
- Punto de división
- Triángulos resultantes



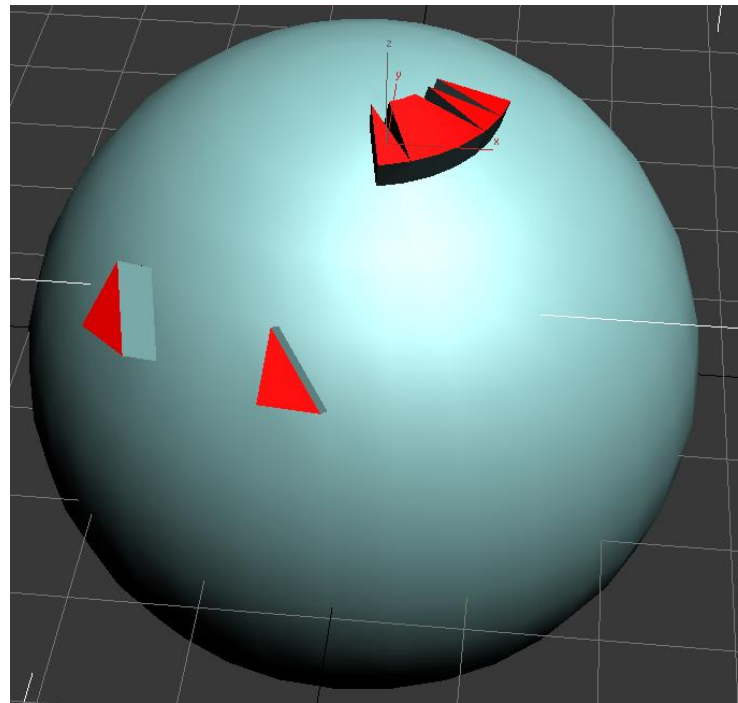
Técnicas de modelado

Edición mallas poligonales:

- Caras

Extrusión: modo caras

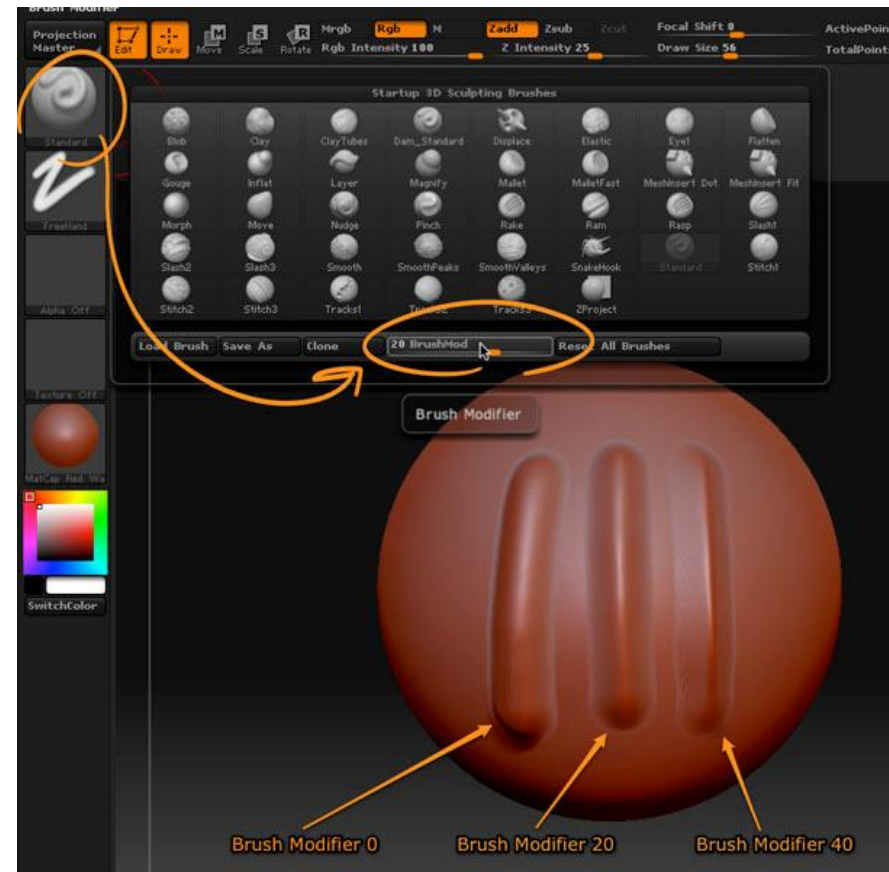
- Extruye el polígono ó polígonos seleccionados



Técnicas de modelado

Zbrush: Uso de brochas 3D

- La edición de la malla poligonal se realiza mediante el uso de brochas (brushes) 3D que aplican una deformación sobre la superficie de la malla poligonal, según un patrón específico predefinido.
- Existe la posibilidad de crear diferentes brochas personalizadas.
- **DIGITAL 3D PAINTING/SCULPTING**
- Muy recomendable el uso de una tableta gráfica (WACOM)



Técnicas de modelado

Zbrush: Uso de brochas 3D

Las brochas 3D tienen diferentes usos:

- Modelado
- Texturado 3D



Re-topología

Para añadir detalle

¿Problema?

Técnicas de modelado



2º

1º

3º

¿qué falta?

Técnicas de modelado



Texturas y Mapa normales -> ¿?

Técnicas de modelado

Creación de superficies:

- Extrusión
- Transición
- Barrido 1 ó 2 carriles
- Revolución
- Red de curvas
- Parche

Precaución: curvas correctas

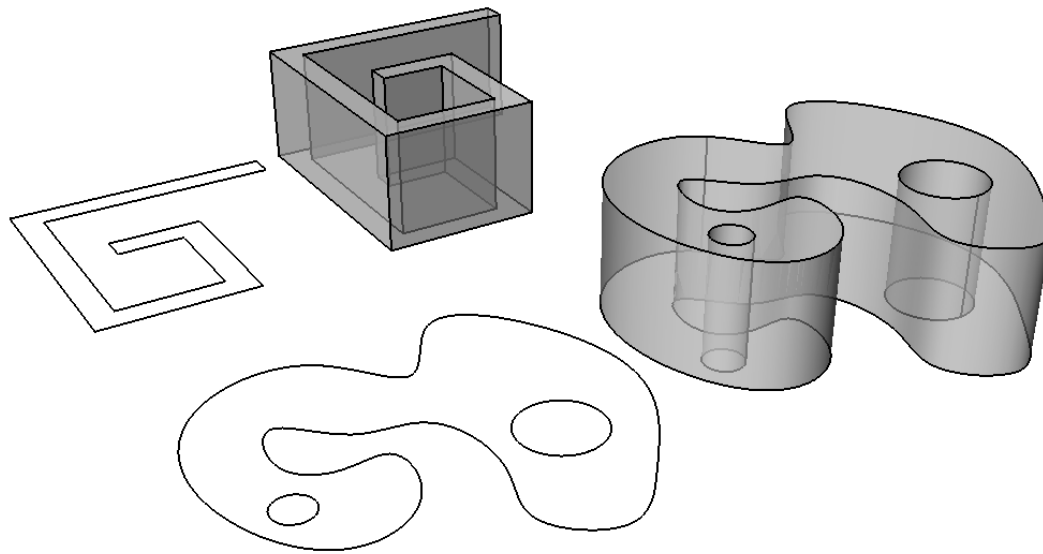
- Cerradas (si es necesario)
- Sin ciclos
- ¿Esquinas?



Técnicas de modelado

Creación de superficies:

•Extrusión



Entrada de datos:

1. Curvas a extruir

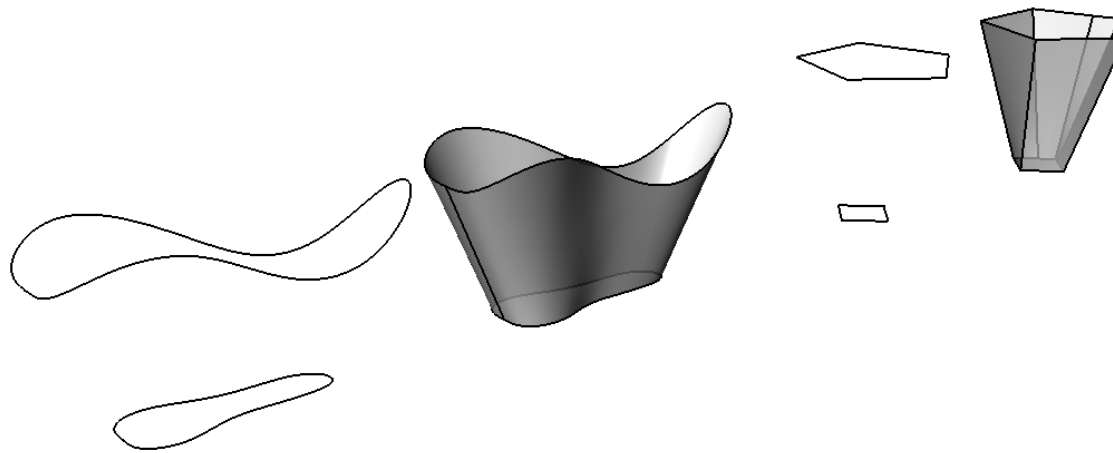
Observaciones:

1. Posibilidad de incluir curvas interiores

Técnicas de modelado

Creación de superficies:

•Transición



Entrada de datos:

1. Curvas de transición (orden)

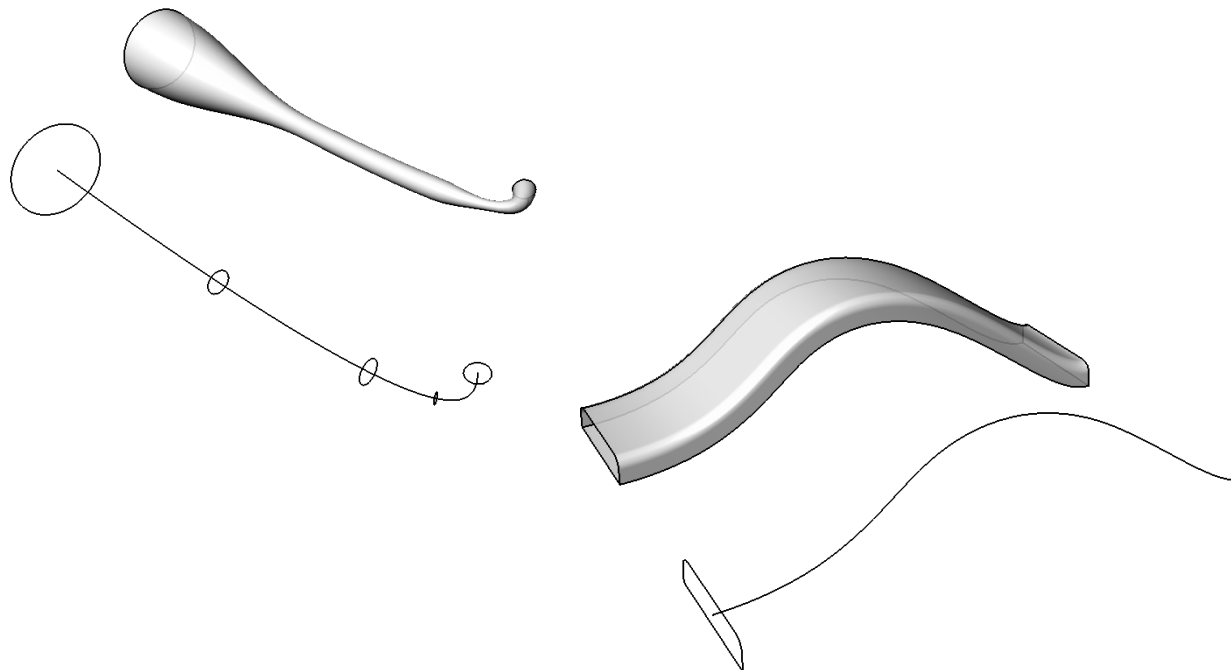
Observaciones:

1. Si las curvas no son paramétricamente similares, la superficie generada puede ser errónea

Técnicas de modelado

Creación de superficies:

•Barrido 1 ó 2 carriles



Barrido 1-carril

Entrada de datos:

1. Curvas sección
2. Curva carril

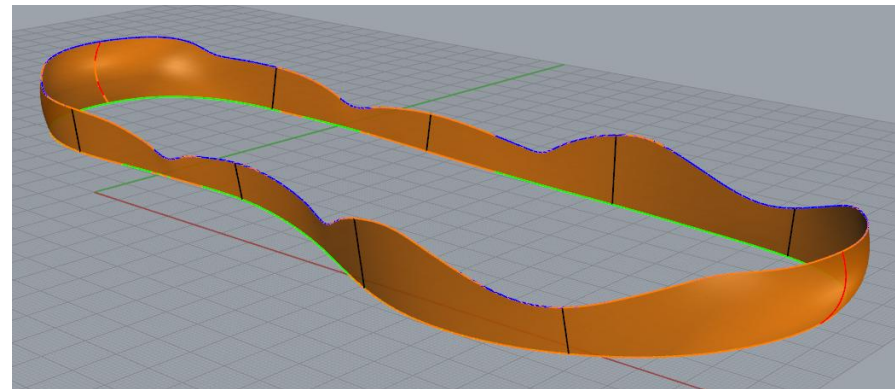
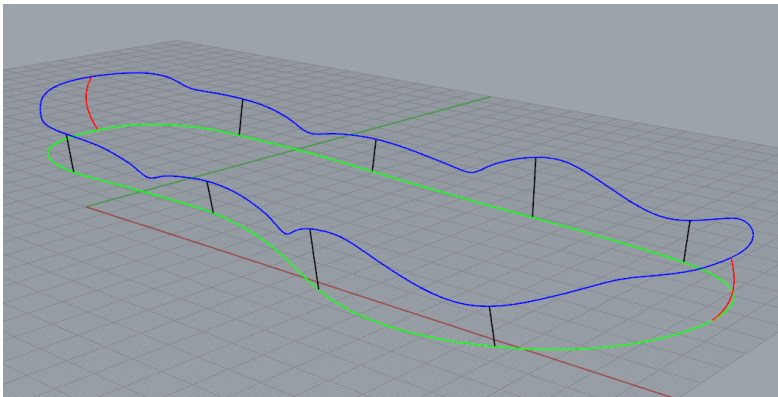
Observaciones:

1. En el caso de 2-carriles, importante que las curvas sean paramétricamente semejantes
2. Las curvas de sección deben tener su punto de inicio similar (sin cambios bruscos)

Técnicas de modelado

Creación de superficies:

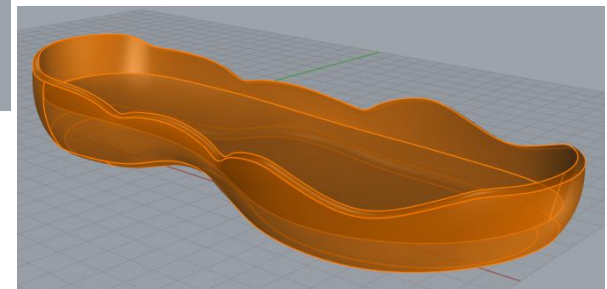
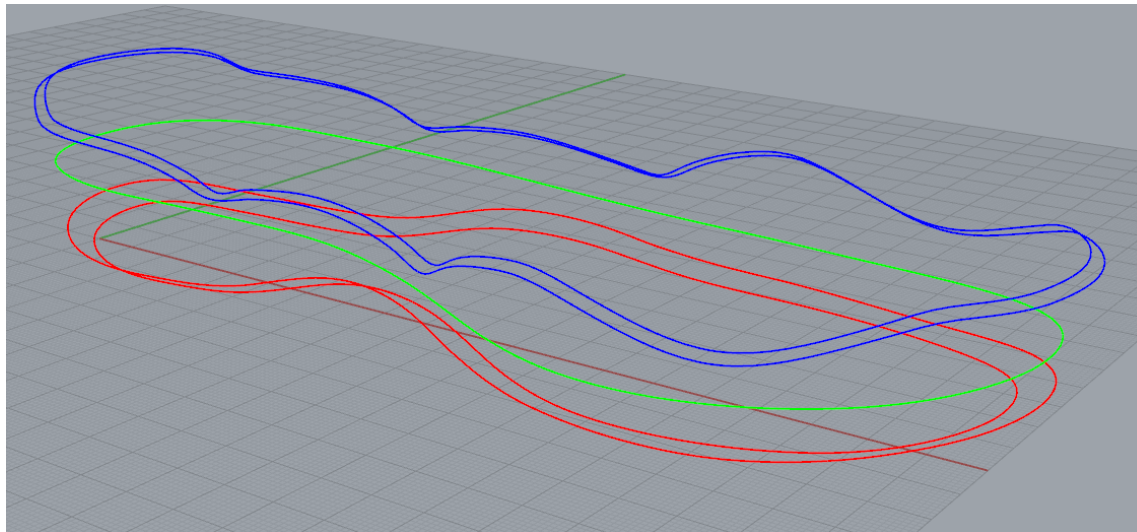
- Barrido 1 ó 2 carriles



Técnicas de modelado

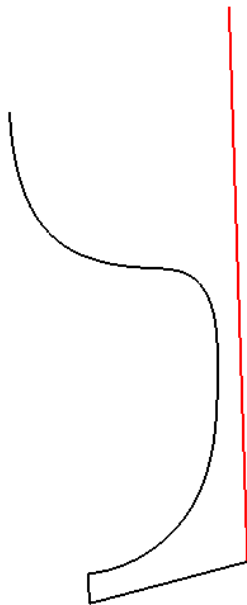
Creación de superficies:

- Barrido 1 ó 2 carriles



Técnicas de modelado

Creación de superficies: •Revolución



Entrada de datos:

1. Curva de perfil
2. Eje de revolución

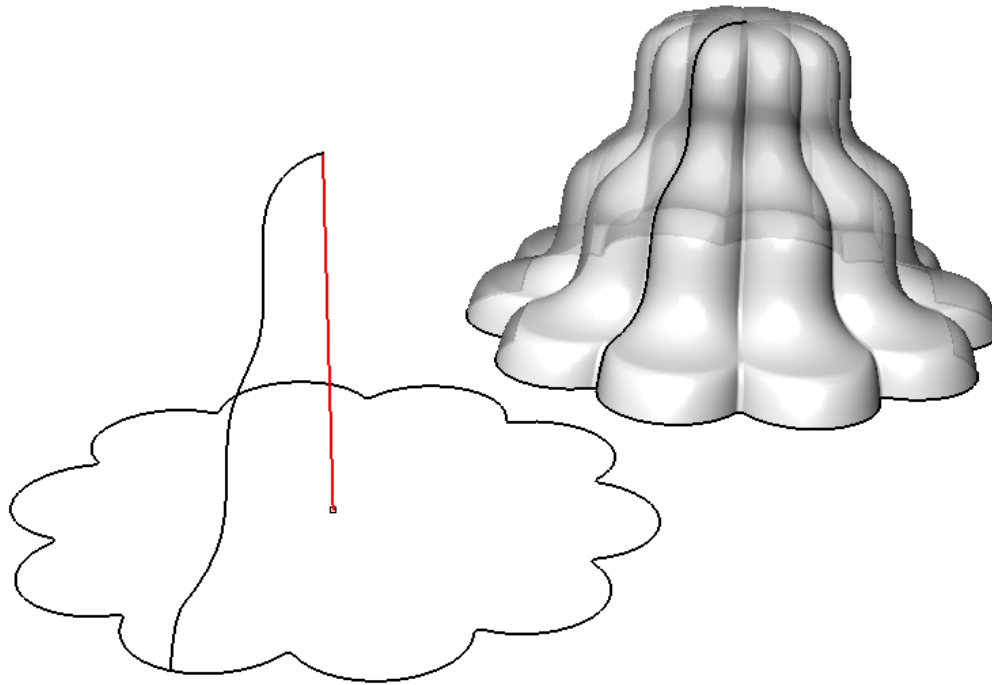
Observaciones:

1. El ángulo a revolucionar puede ser cualquiera entre 0° y 360°

Técnicas de modelado

Creación de superficies:

• Revolución por carril



Entrada de datos:

1. Curva de perfil
2. Curva de carril
3. Eje de revolución

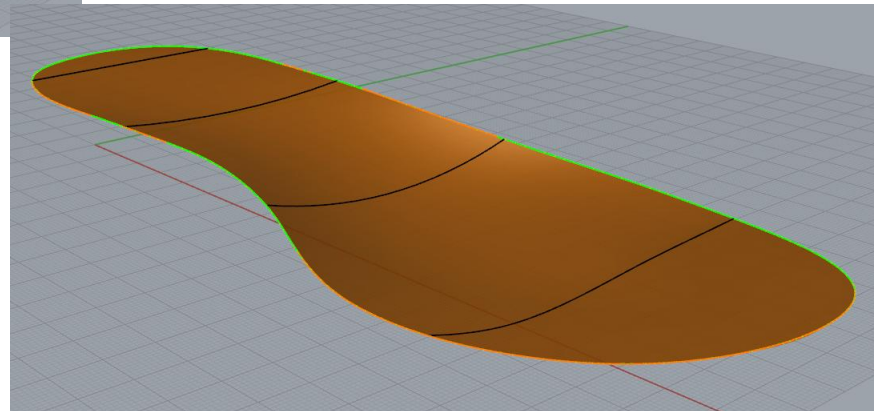
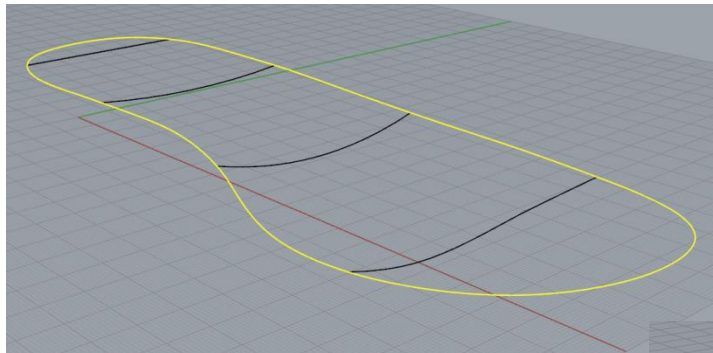
Observaciones:

1. El ángulo a revolucionar puede ser cualquiera entre 0° y 360°

Técnicas de modelado

Creación de superficies:

•Red de curvas



Entrada de datos:

1. Curvas de la red (UV)

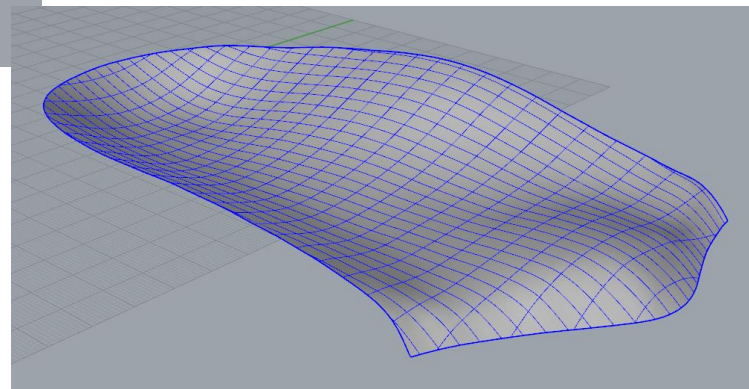
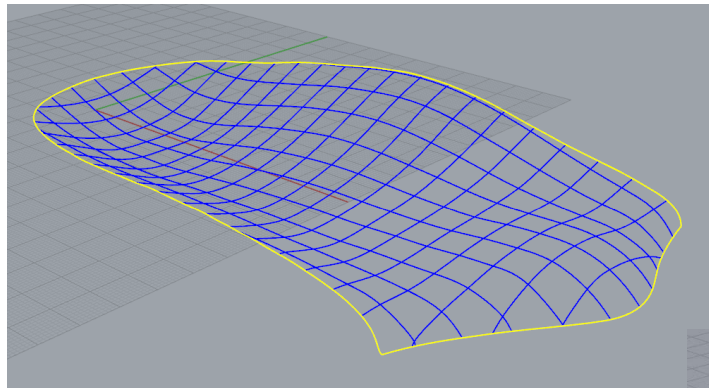
Observaciones:

1. Es necesario incluir curvas tanto en dirección U como en V

Técnicas de modelado

Creación de superficies:

•Parche



Entrada de datos:

1. Curvas que definen la superficie del parche

Observaciones:

1. Aproximación de superficie

Técnicas de modelado

Operaciones con superficies:

- Empalme
- Chañón
- Mezclar
- Desfasar
- Partir
- Recortar

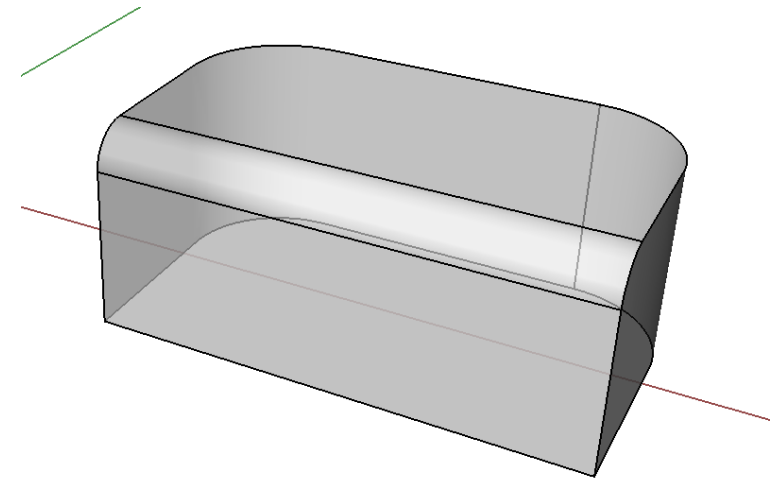
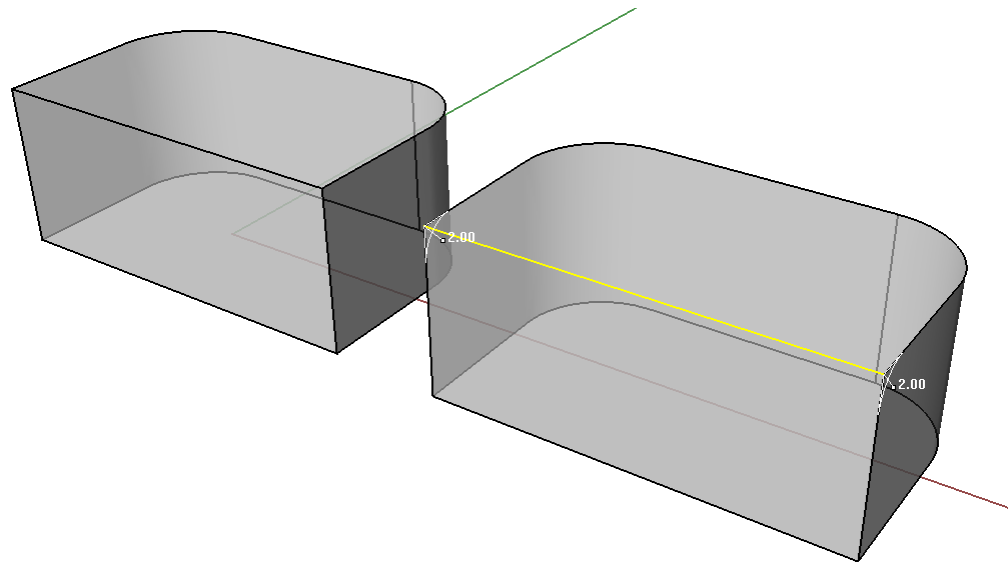
Depende de: software usado

- Rhinoceros
- 3D Studio Max
- Maya

Técnicas de modelado

Operaciones con superficies :

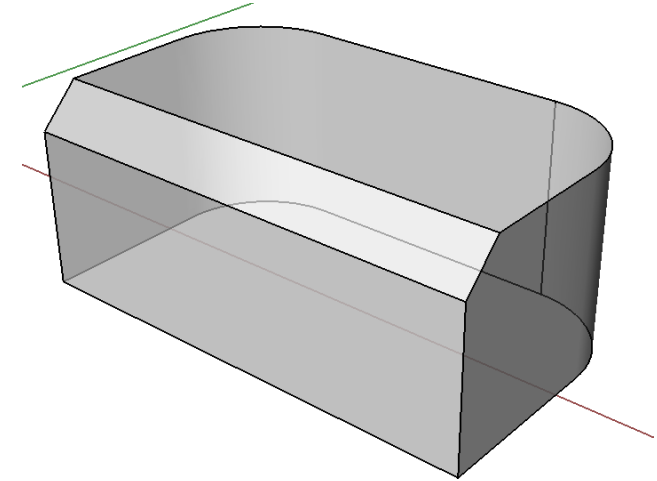
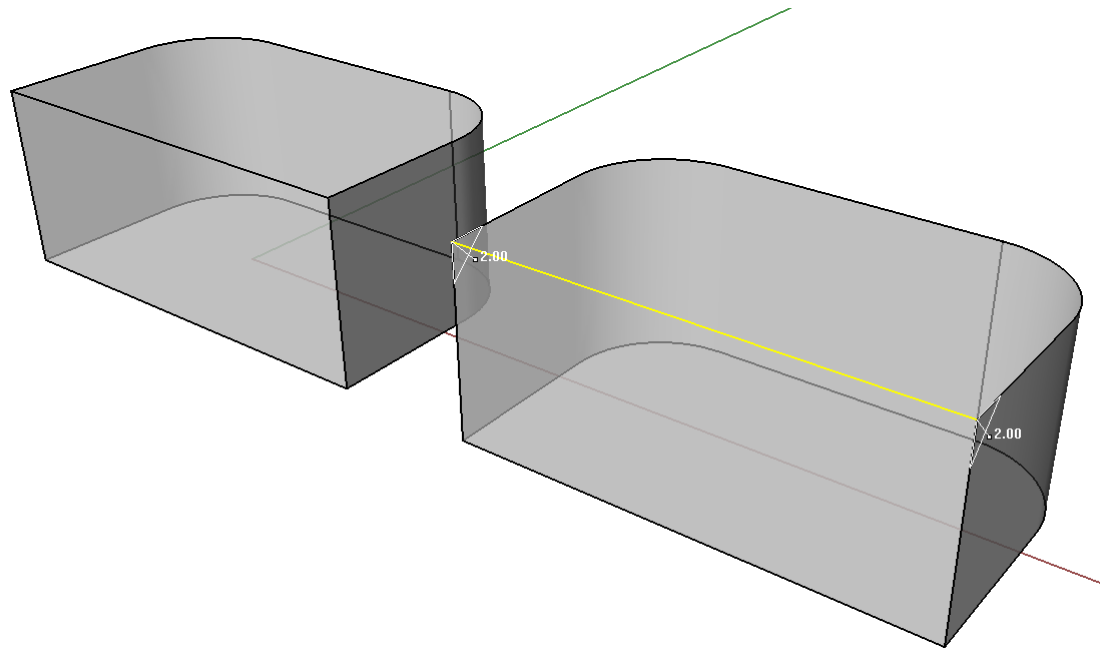
- Empalme (fillet)



Técnicas de modelado

Operaciones con superficies :

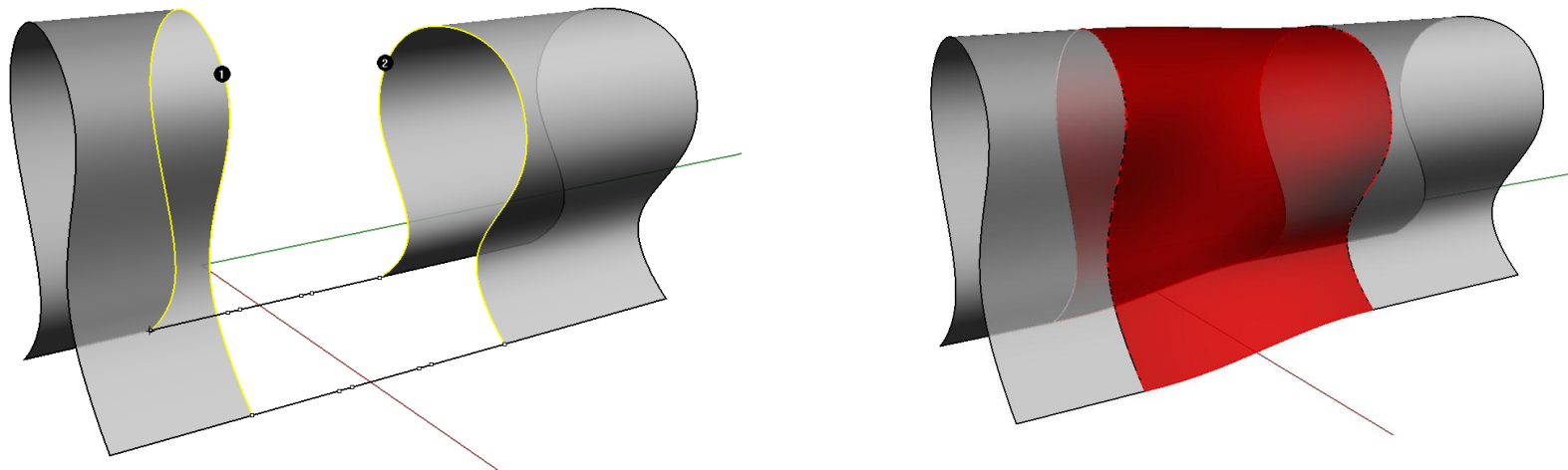
- Chañl n (chamfer)



Técnicas de modelado

Operaciones con superficies :

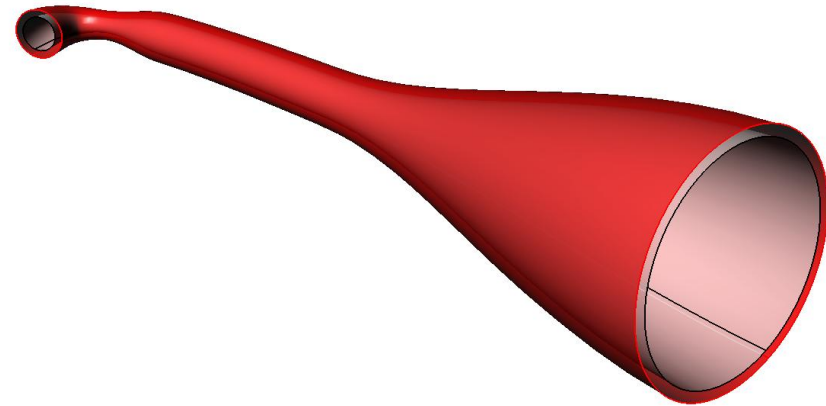
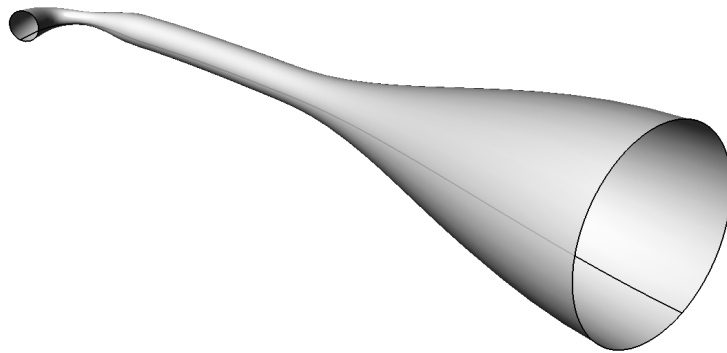
- Mezclar



Técnicas de modelado

Operaciones con superficies :

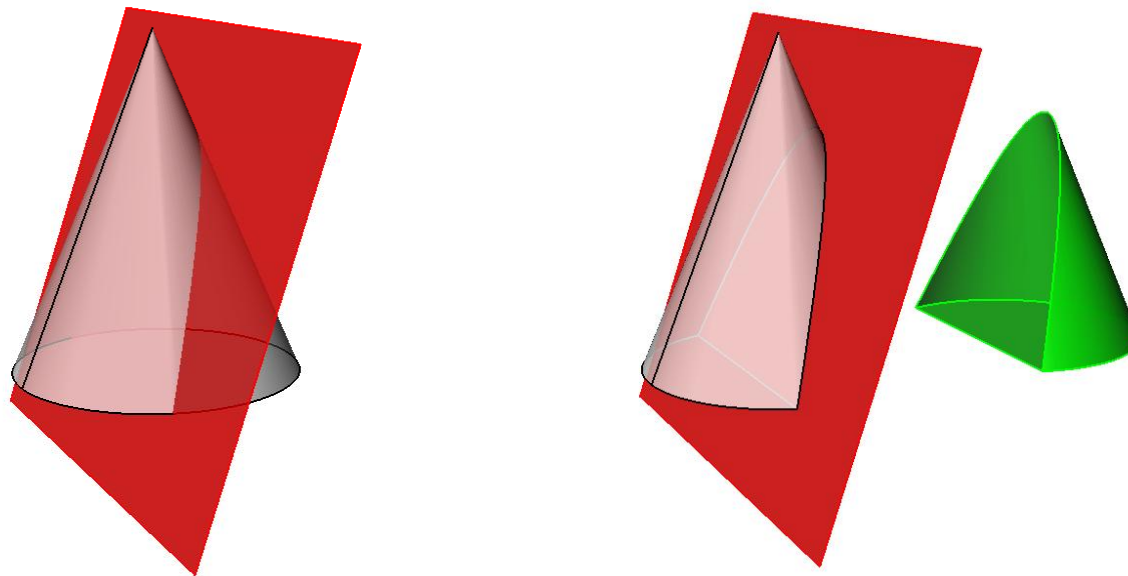
- Desfasar



Técnicas de modelado

Operaciones con superficies :

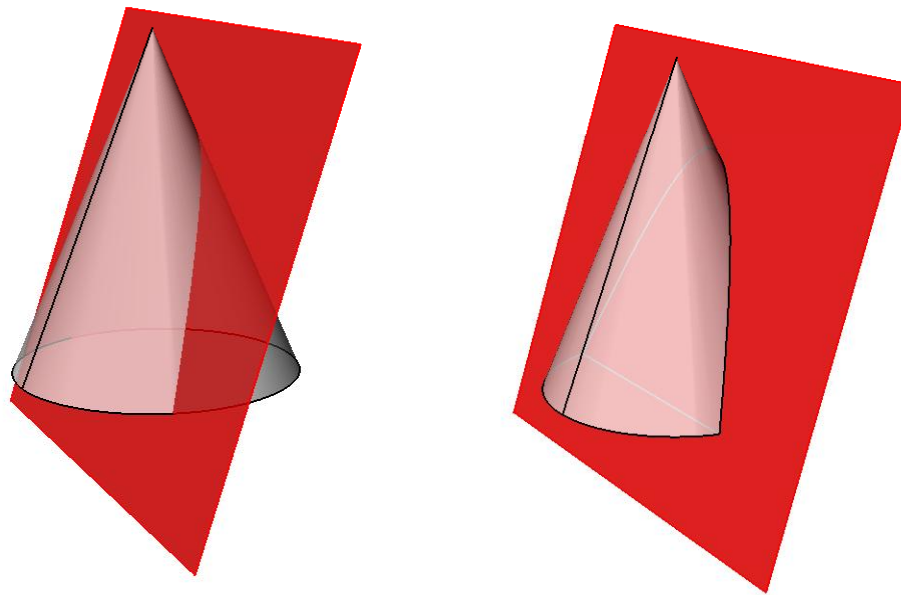
- Partir



Técnicas de modelado

Operaciones con superficies :

- Recortar



Técnicas de modelado

Operaciones con curvas:

- Empalme
- Chañón
- Mezclar
- Desfasar
- Partir
- Recortar

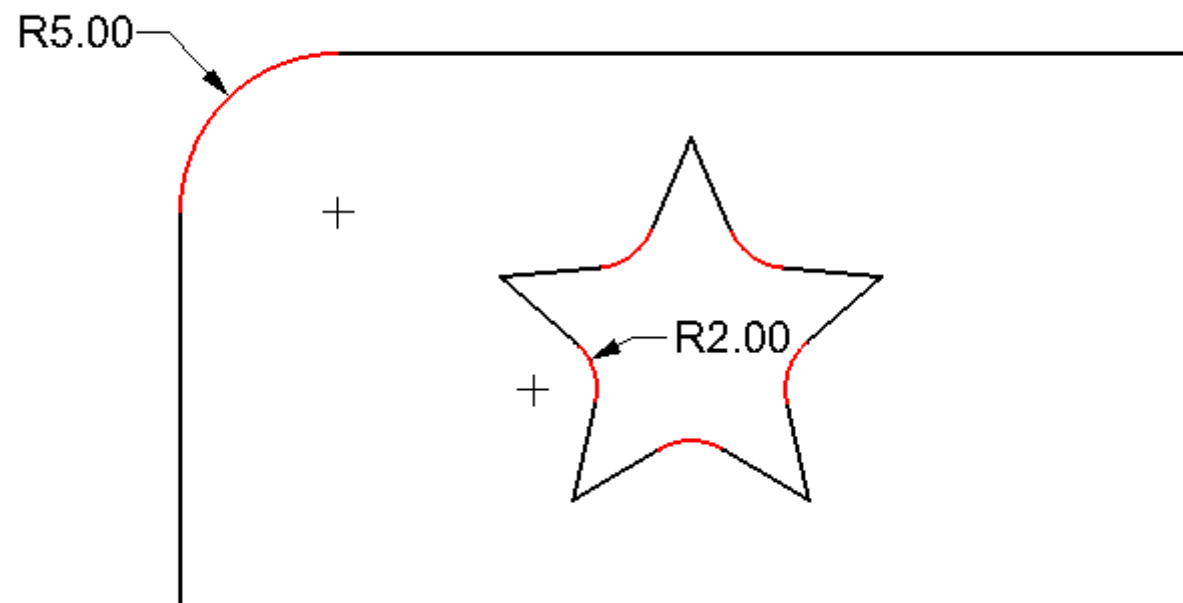
Depende de: software usado

- Rhino
- 3D Studio Max
- Maya

Técnicas de modelado

Operaciones con curvas:

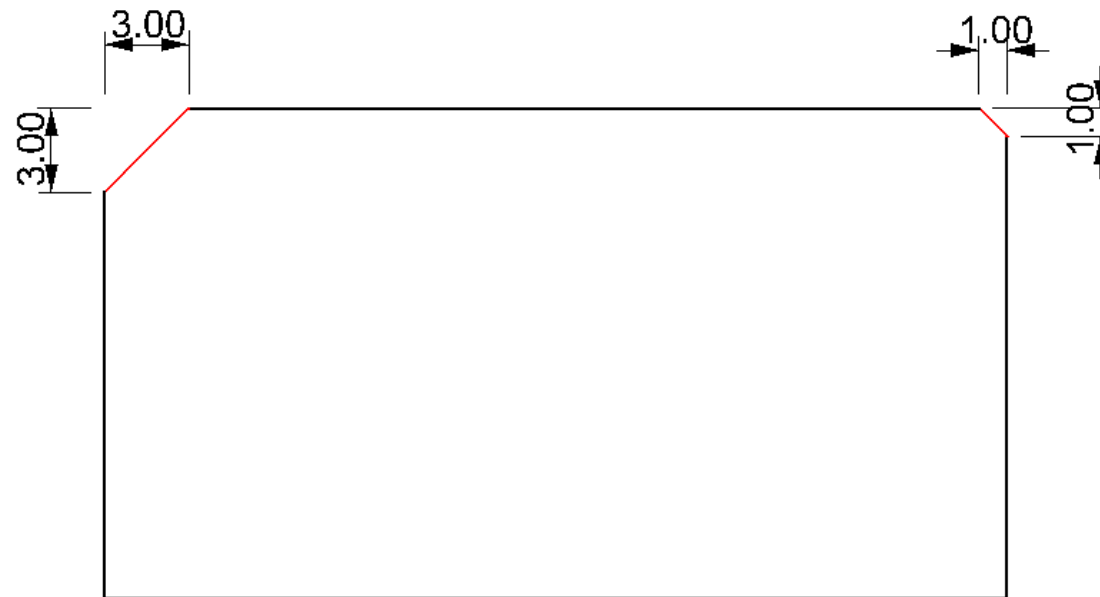
- Empalme



Técnicas de modelado

Operaciones con curvas:

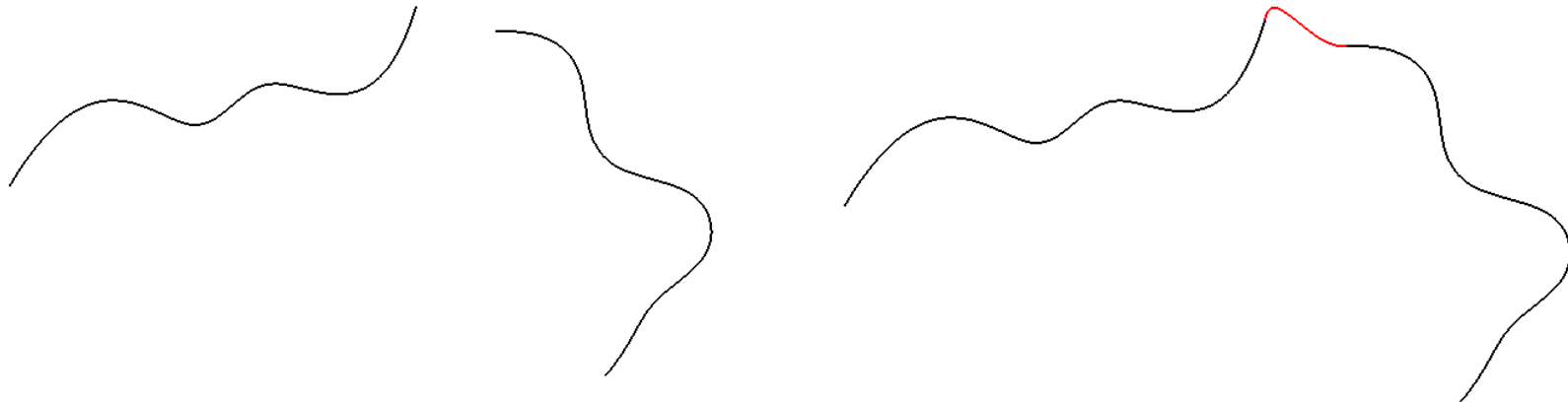
- Chañlán



Técnicas de modelado

Operaciones con curvas:

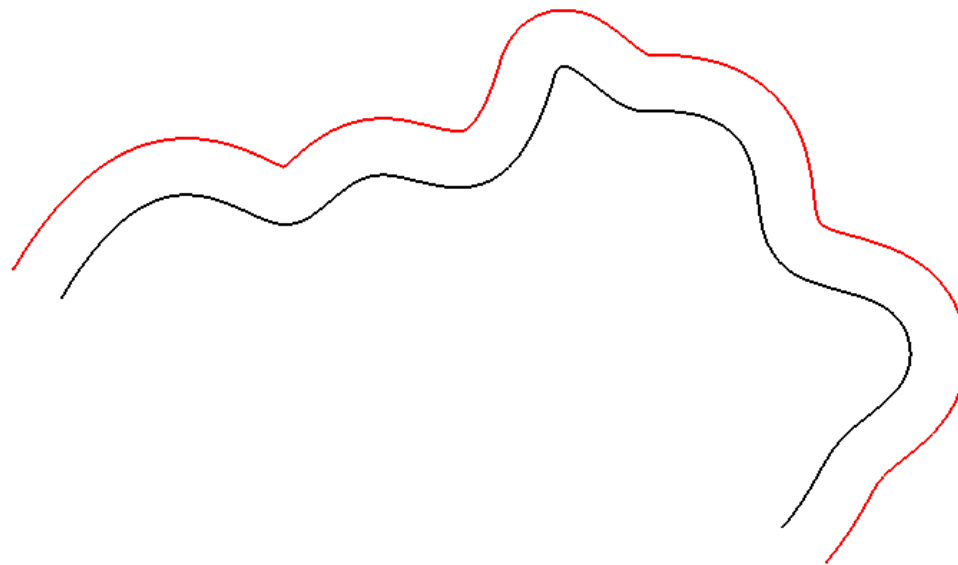
- Mezclar



Técnicas de modelado

Operaciones con curvas:

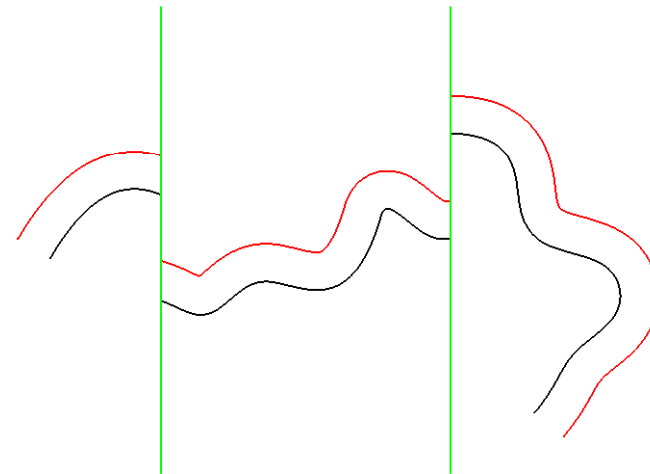
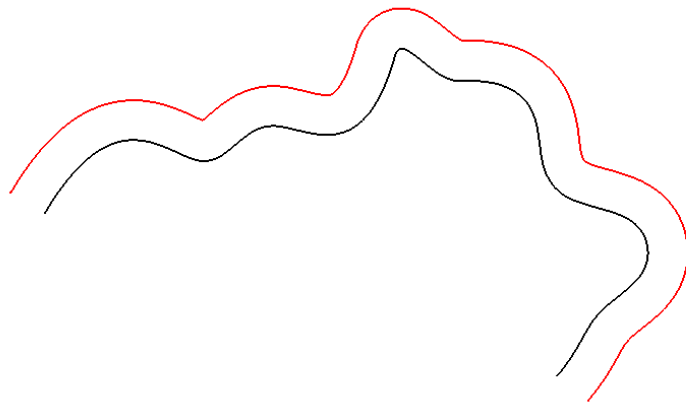
- Desfasar



Técnicas de modelado

Operaciones con curvas:

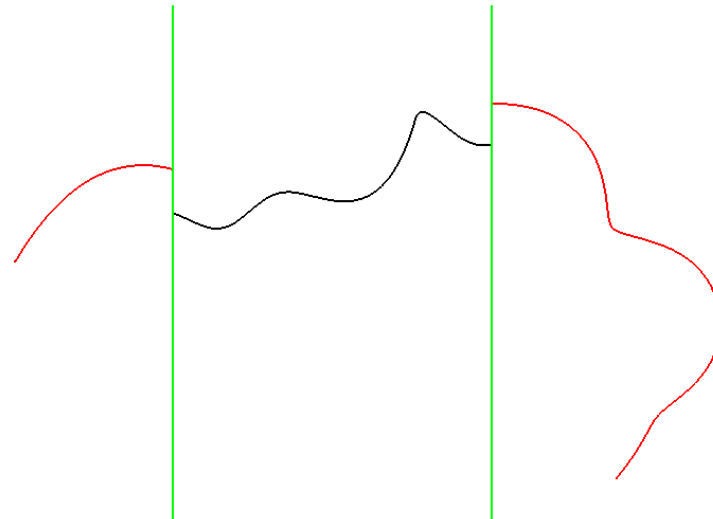
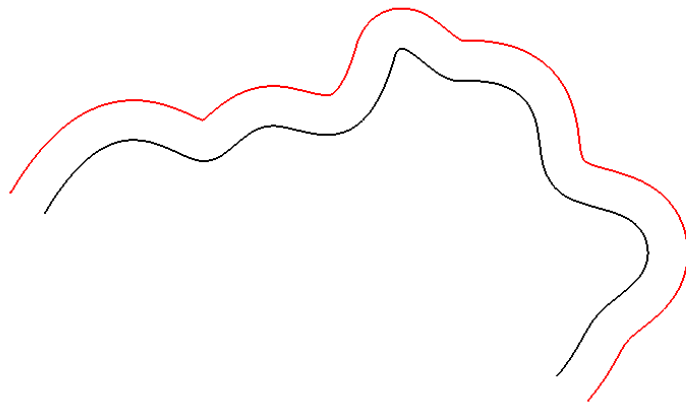
- Partir



Técnicas de modelado

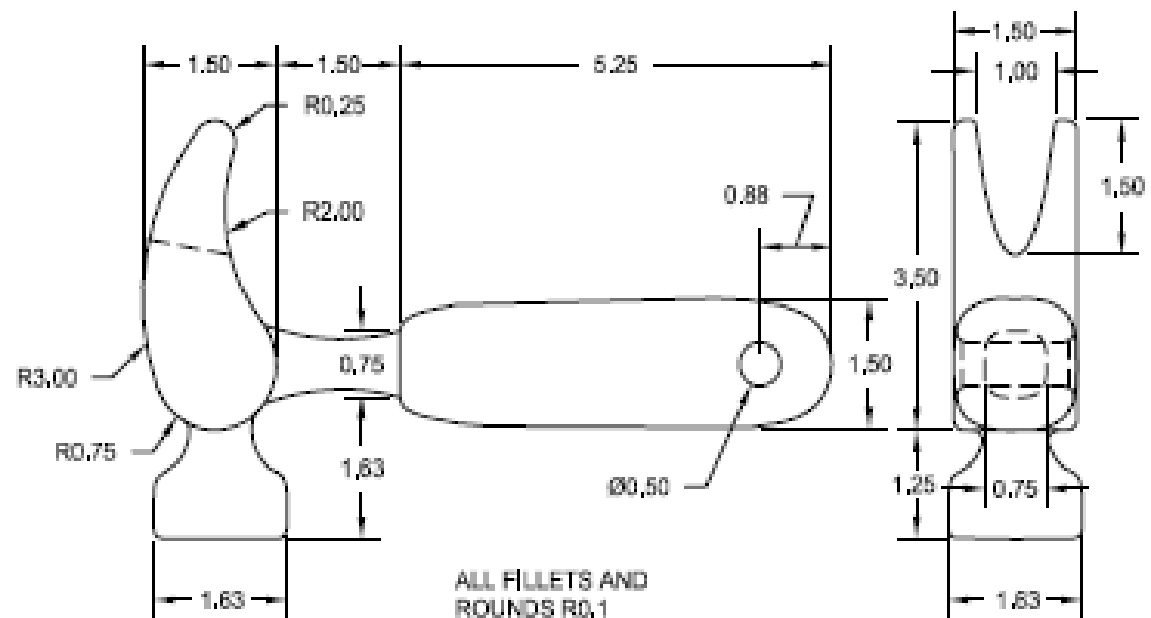
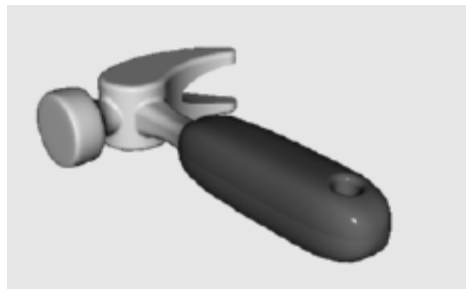
Operaciones con curvas:

- **Recortar**



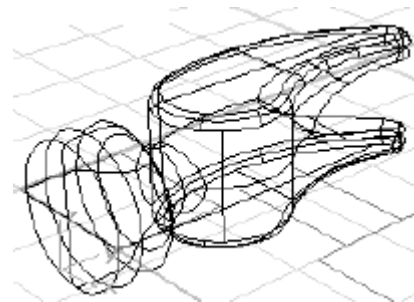
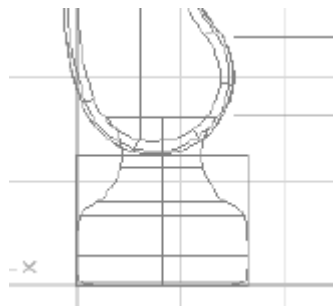
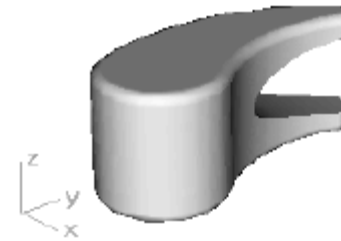
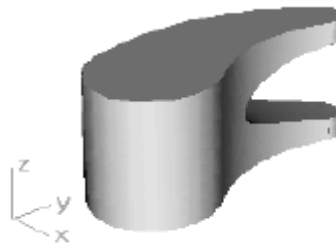
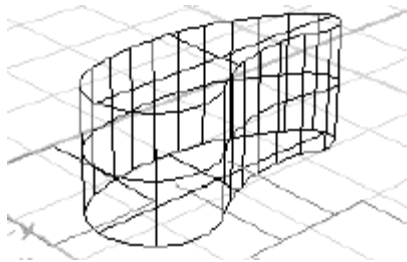
Técnicas de modelado

Ejemplo (Modelado con superficies):



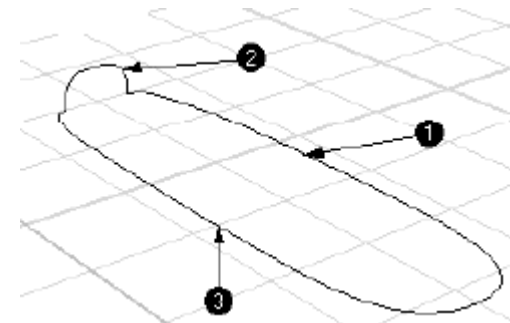
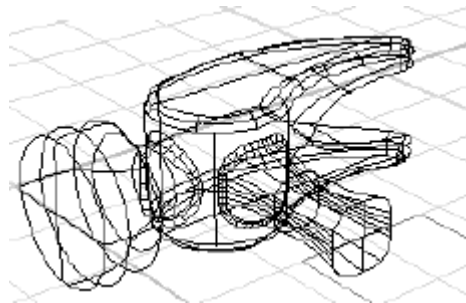
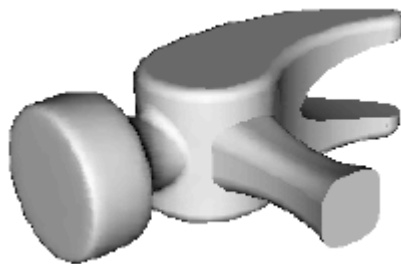
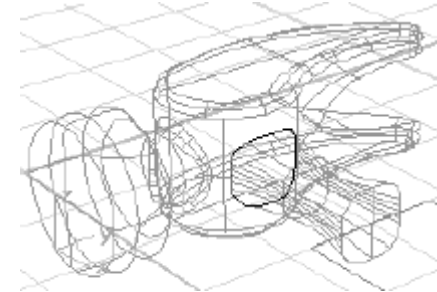
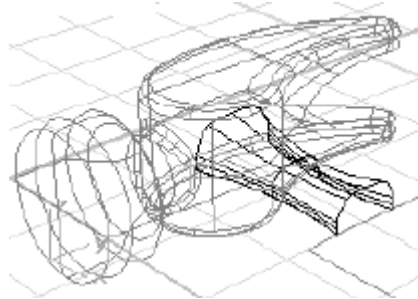
Técnicas de modelado

Ejemplo (Modelado con superficies):



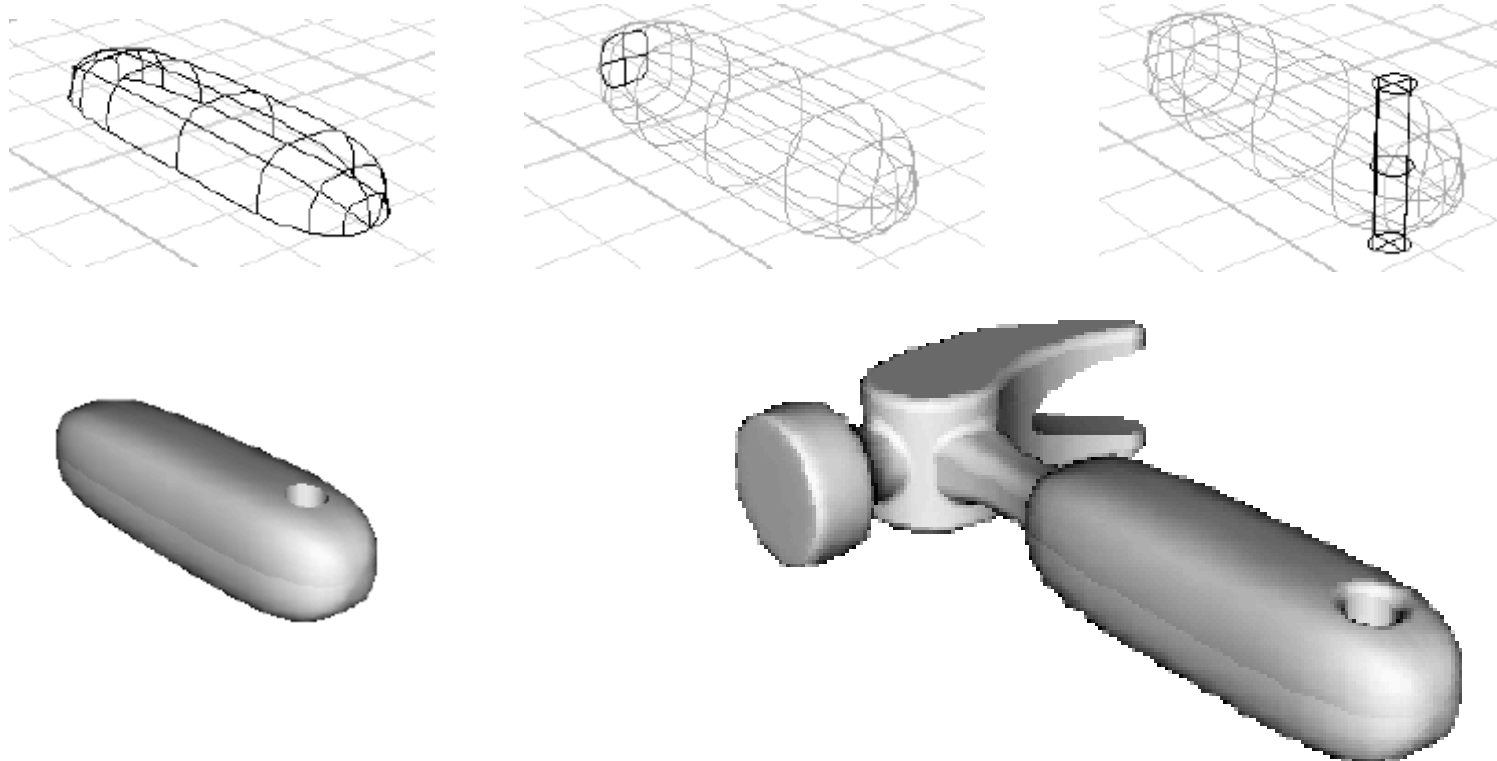
Técnicas de modelado

Ejemplo (Modelado con superficies):



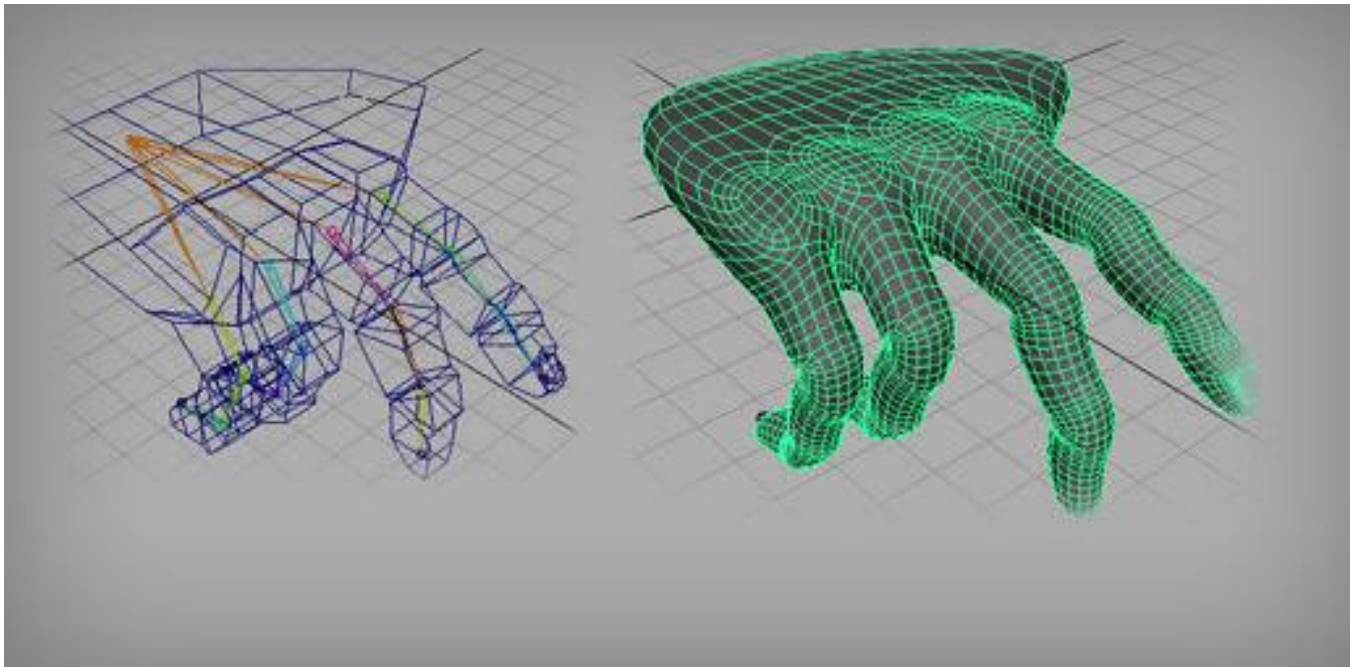
Técnicas de modelado

Ejemplo (Modelado con superficies):



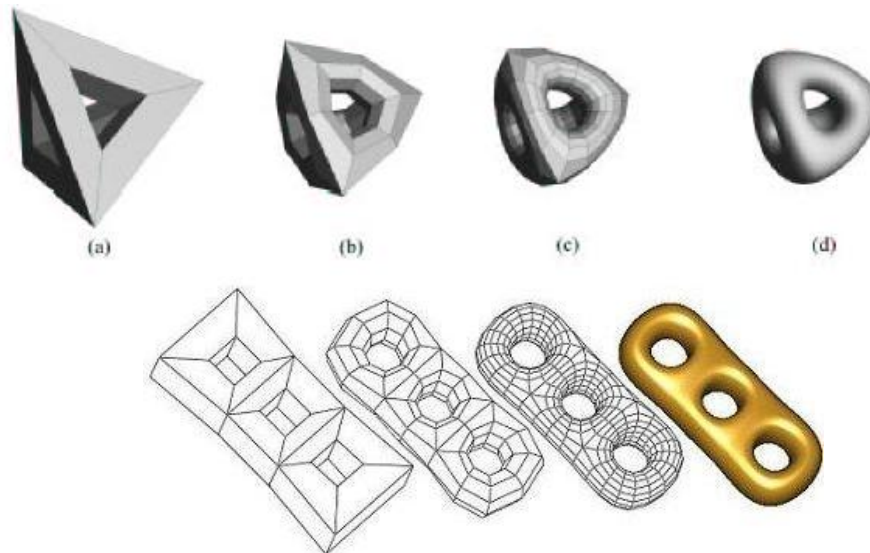
Técnicas de modelado

Subdivision surfaces



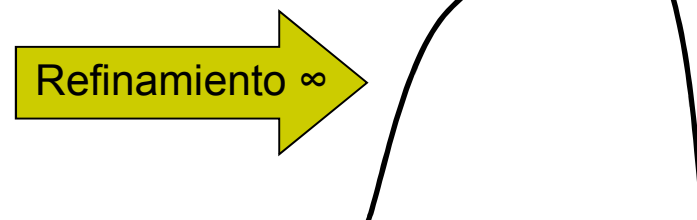
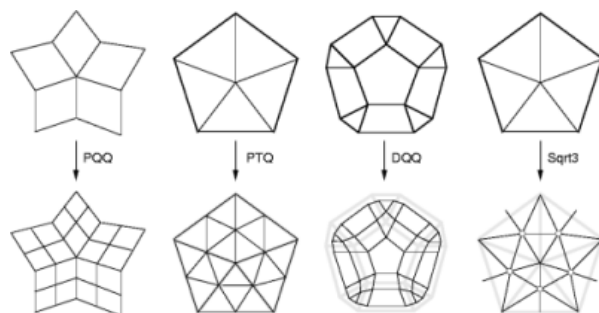
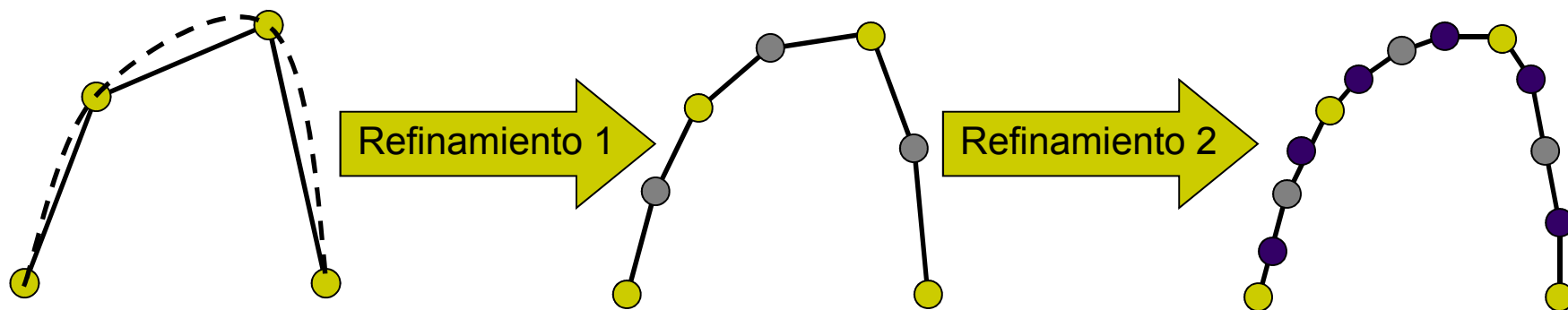
Técnicas de modelado

- “**Subdivision methods**” refinan un polígono de control (simple) de forma que en su límite converge en una curva/superficie suave.
- Multitud de diferentes tipos de curvas y superficies pueden ser descritas mediante subdivisión.



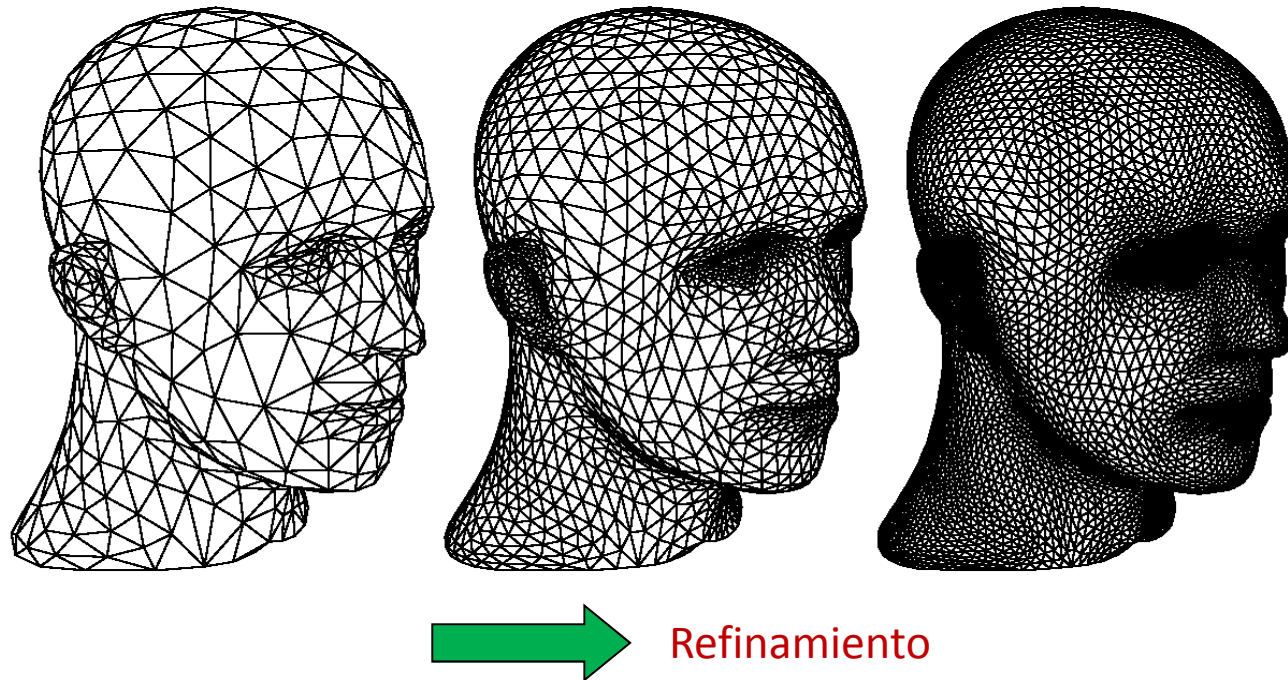
Técnicas de modelado

- En 1-D



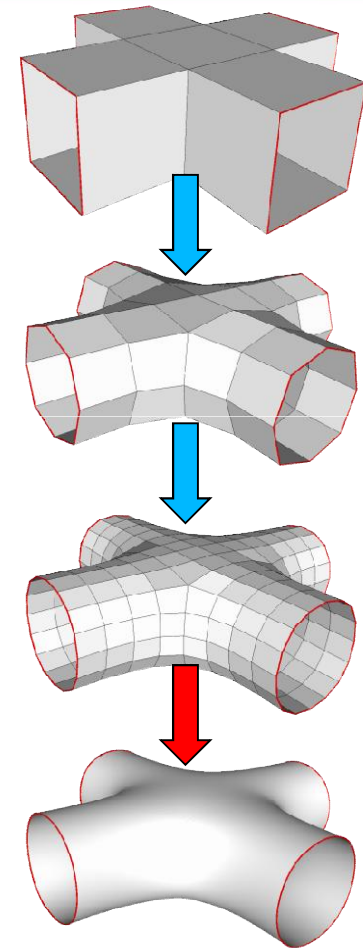
Técnicas de modelado

- En 3-D



Técnicas de modelado

- En lugar de modificar el parámetro t a lo largo de una curva paramétrica (o los parámetros u, v en una superficie), “subdivision surfaces” repetidamente refinan un conjunto base de “*control points*”.
- Cada etapa del refinamiento añade nuevas caras y vértices.
- El proceso converge en una superficie límite **suave**.



Técnicas de modelado

Problemas con Splines

- Tradicionalmente los “spline patches” (NURBS) han sido utilizados para el modelado y animación de personajes.
- Dificultad de interconexión entre ellos:
 - Mantenimiento de continuidad complicada
 - Aplicación de deformaciones tipo “blend” ó similar
- Es difícil modelar objetos con topologías complejas

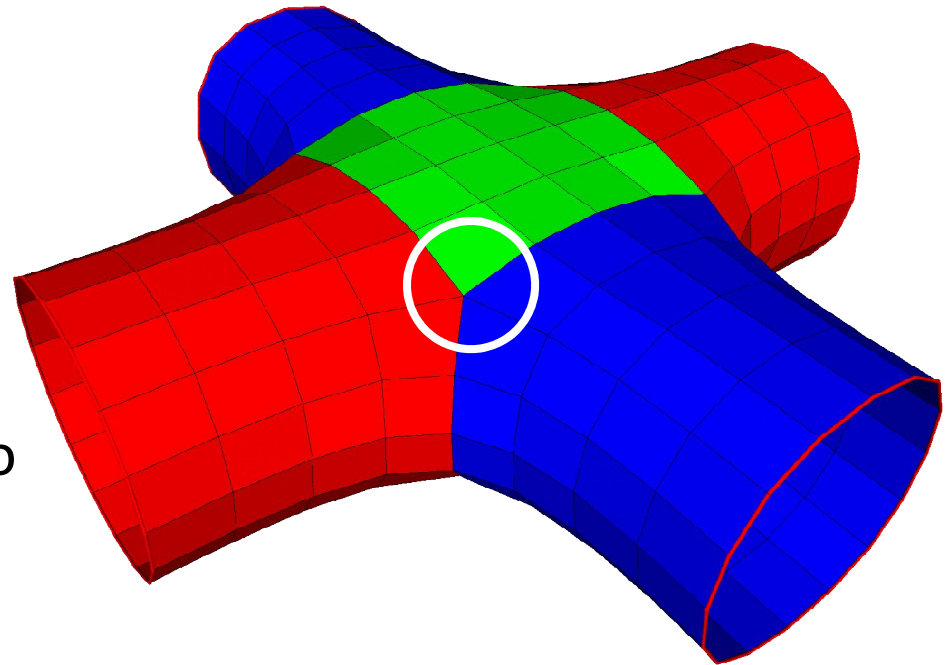
Subdivision in Character Animation
Tony DeRose, Michael Kass, Tien Truong
(SIGGRAPH '98)



Técnicas de modelado

- La unión de “NURBS patches” con continuidad C^n en torno a una arista es compleja.
- ¿Qué ocurre con la continuidad en esquinas donde el número de “patches” que confluyen no es exactamente 4?

Desgraciadamente, el mundo no está compuesto de formas que puedan ser modeladas a partir de una estructura base rectangular.



Técnicas de modelado

- **¿Qué queremos?:**
queremos garantizar la continuidad del modelo, sin tener que reconstruir cada vez un conjunto de patches rectangulares.

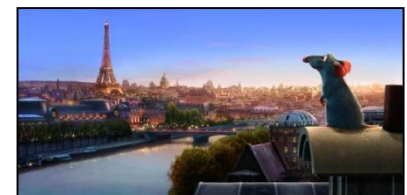
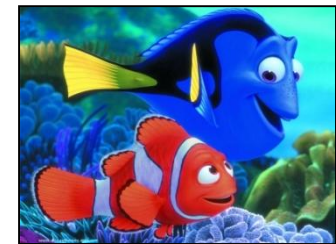
La solución:

Subdivision Surfaces



Técnicas de modelado

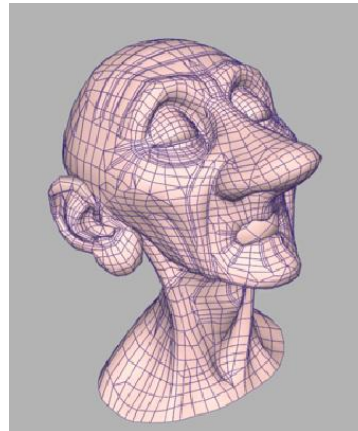
- **Pixar** demostró por primera vez la utilidad de las subdivision surfaces en 1997 con “Geri’s Game”.
 - Hasta entonces el modelado lo realizaban con **NURBS** (Toy Story, A Bug’s Life.)
 - A partir de 1999 en adelante todo el modelado lo realizaron con “subdivision surfaces” (Toy Story 2, Monsters Inc, Finding Nemo...) => **Interfaces Potentes**
- No está claro que **Dreamworks** las utilice, aunque recientemente han patentado algunas técnicas relacionadas con “subdivision surfaces”.



Técnicas de modelado

Ejemplo: Geri's Game

- Subdivision surfaces fueron usadas para:
 - Las manos y cabeza de Geri.
 - Ropa: chaqueta, pantalones y camisa.
 - Corbata y zapatos.

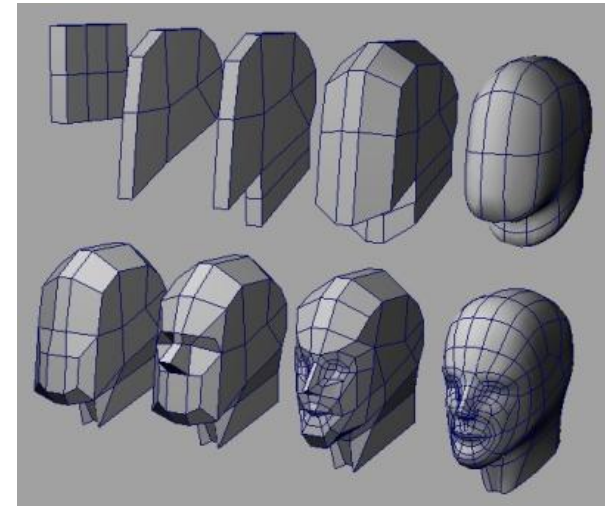


(Geri's Game, Pixar 1997)

Técnicas de modelado

¿Por qué Subdivision Surfaces?

- Los métodos de subdivisión tienen una serie de interesantes propiedades:
 - Son aplicables a meshes de diferentes topología (non-manifold meshes).
 - Escalabilidad, “level-of-detail”=LOD.
 - Estabilidad numérica.
 - Implementación simple.
 - Almacenamiento compacto y robusto.
 - Invarianza afín.
 - Continuidad.



Técnicas de modelado

Tipos de Subdivisión (subdivision schemes)

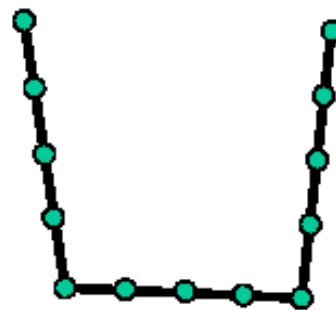
- *Interpolating Schemes*
 - Las Superficies/Curvas límite pasarán a través del conjunto original de puntos.
- *Approximating Schemes*
 - Las Superficies/Curvas límite no necesariamente pasarán a través del conjunto original de puntos.

Técnicas de modelado

Subdivision in 1-D

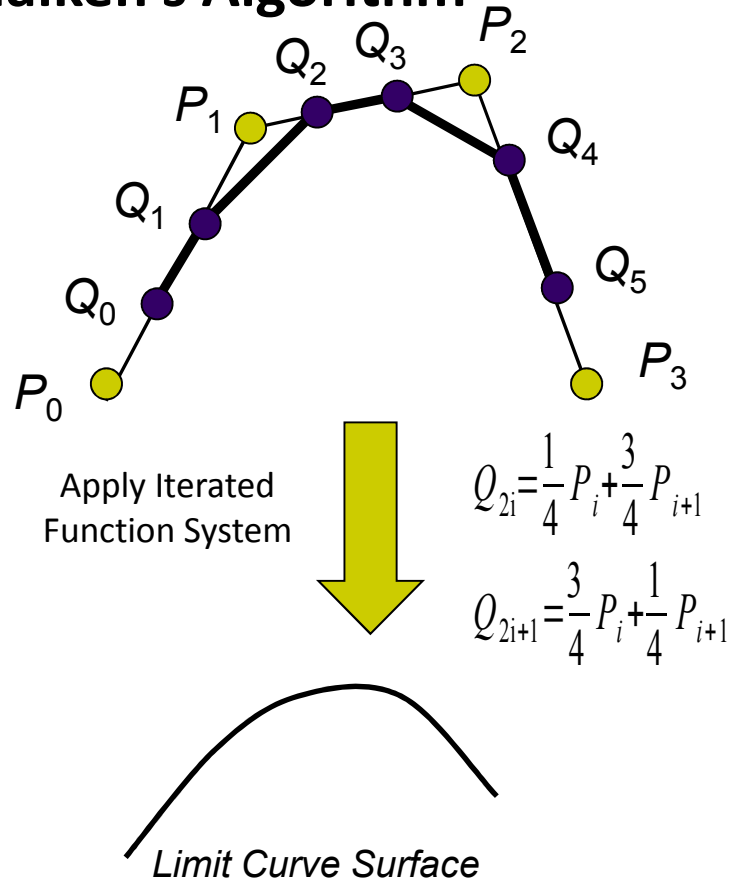
- Un ejemplo simple: “piecewise linear subdivision”

$$x_n = \frac{1}{2}(x_l + x_r) \qquad y_n = \frac{1}{2}(y_l + y_r)$$



Técnicas de modelado

Chaiken's Algorithm



$$Q_{2i} = \frac{1}{4}P_i + \frac{3}{4}P_{i+1}$$

$$Q_{2i+1} = \frac{3}{4}P_i + \frac{1}{4}P_{i+1}$$

$$Q_0 = \frac{1}{4}P_0 + \frac{3}{4}P_1$$

$$Q_1 = \frac{3}{4}P_0 + \frac{1}{4}P_1$$

$$Q_2 = \frac{1}{4}P_1 + \frac{3}{4}P_2$$

$$Q_3 = \frac{3}{4}P_1 + \frac{1}{4}P_2$$

$$Q_4 = \frac{1}{4}P_2 + \frac{3}{4}P_3$$

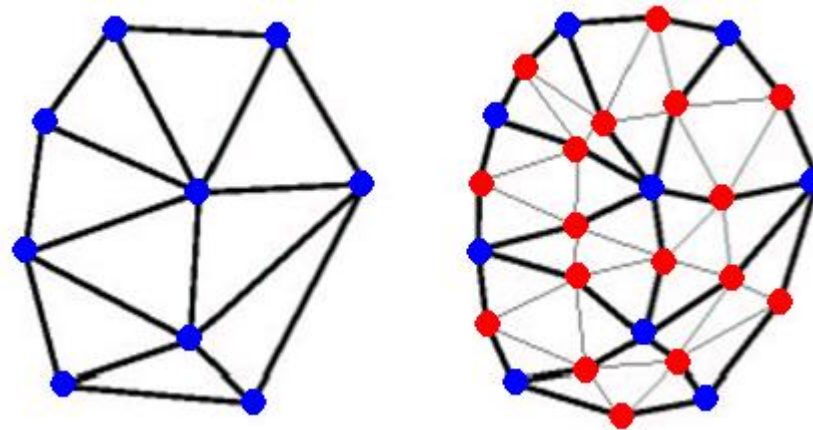
$$Q_5 = \frac{3}{4}P_2 + \frac{1}{4}P_3$$

Converge to quadratic **B-spline**

Técnicas de modelado

Cuestiones clave en Subdivision

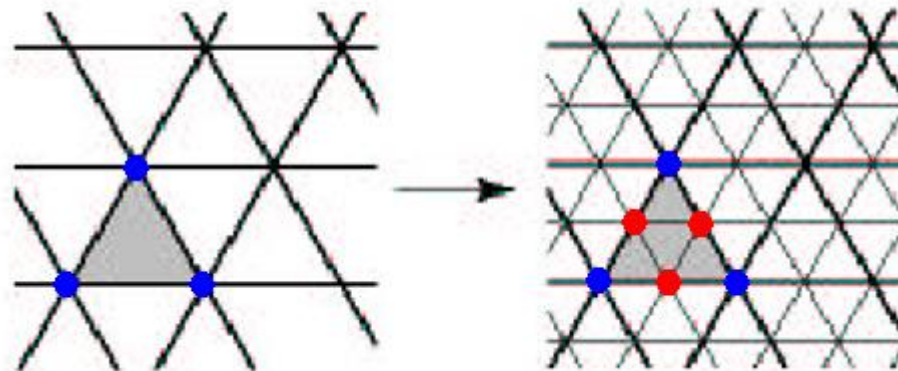
- ¿Cómo refinar la mesh?
 - Cambios en la topología
- ¿Dónde situar los nuevos vértices?
 - Influye directamente sobre la superficie límite



Técnicas de modelado

Loop Subdivision Scheme

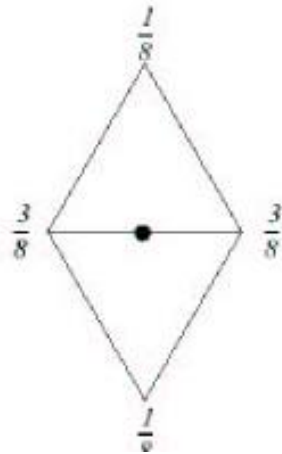
- ¿Cómo refinar la mesh?
 - Se refina cada triángulo en **4 triángulos** partiendo cada arista y conectando los nuevos vértices



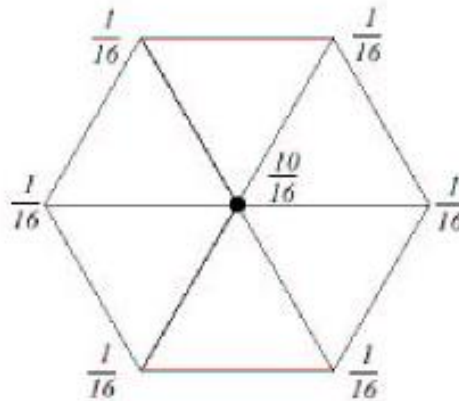
Técnicas de modelado

Loop Subdivision Scheme

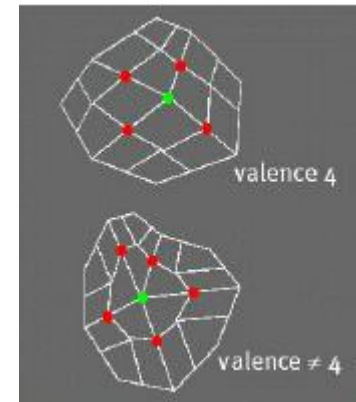
- ¿Cómo posicionar los nuevos vértices?
 - Se elige la localización de los nuevos vértices en función de la media ponderada de los vértices originales en un entorno de vecindad local



Regla Vértice sobre arista



Regla Vértice original

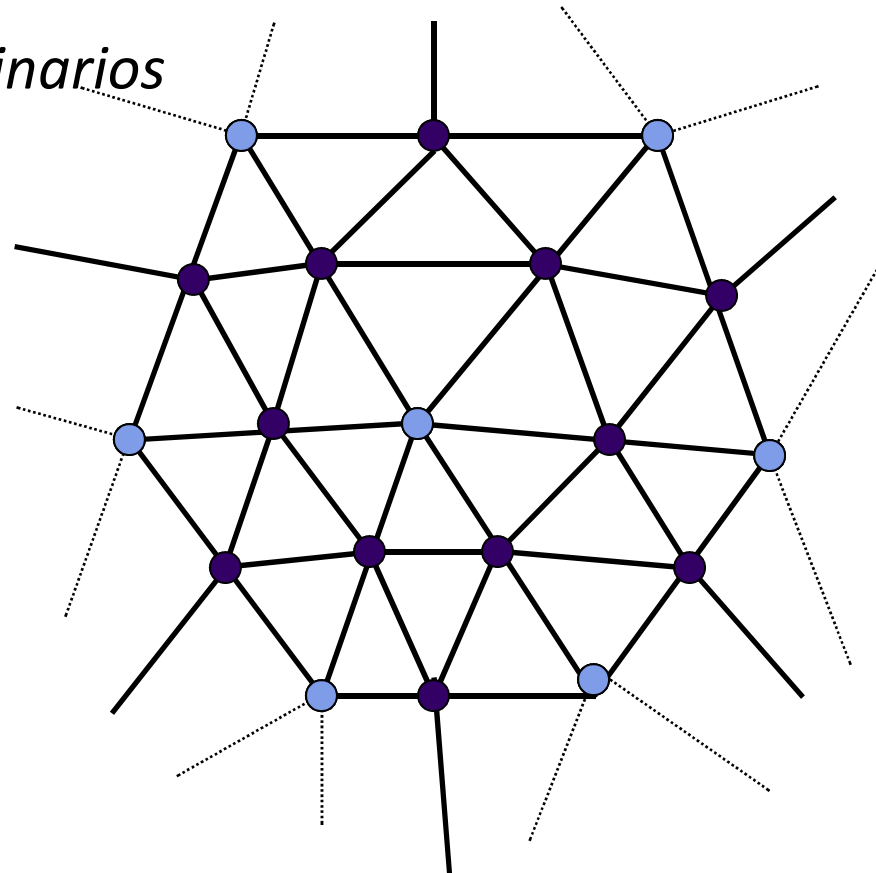
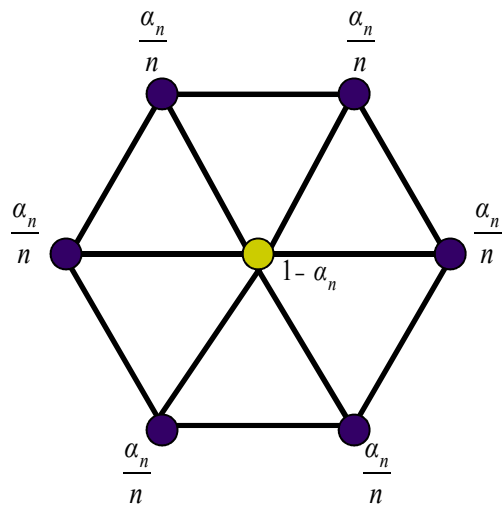


Valencia de vértices extraordinarios $\neq 4$

Técnicas de modelado

Loop Subdivision Scheme:

Regla para vértices extraordinarios



Técnicas de modelado

Loop Subdivision Scheme

- Elección de α_n
 - Analizando las propiedades de la superficie límite
 - Interesa mantener la continuidad y la suavidad de la superficie
 - Implica el cálculo de los **eigenvalues**

- *Loop*
$$\alpha_n = \frac{1}{64} \left(40 - \left(3 + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{n} \right) \right)^2 \right)$$

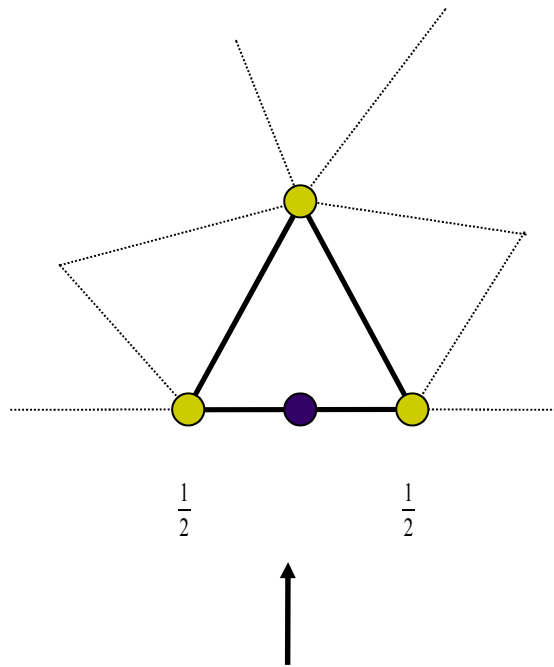
- *Warren*
$$\alpha_n = \begin{cases} \frac{3}{8} & n > 3 \\ \frac{3}{16} & n = 3 \end{cases}$$



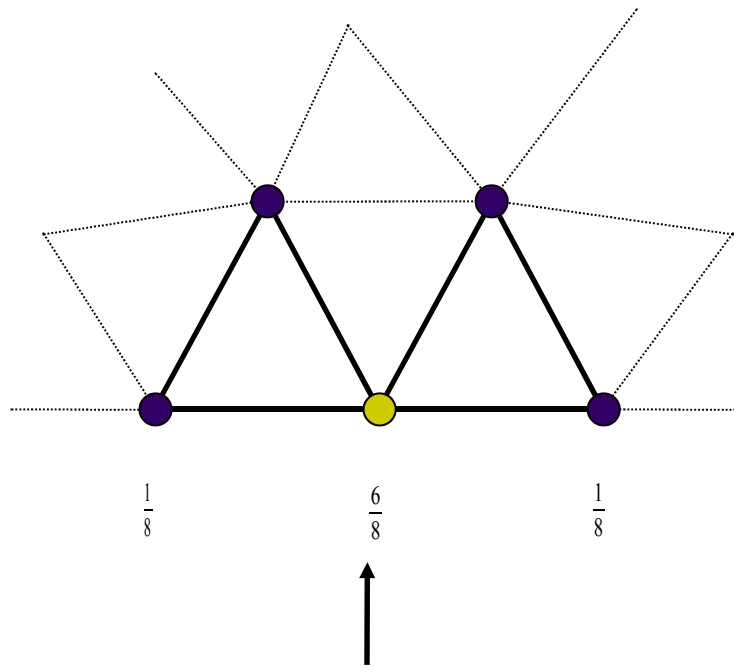
Técnicas de modelado

Loop Subdivision Boundaries

- Condiciones de contorno de la subdivisión



Edge Rule



Vertex Rule

Técnicas de modelado

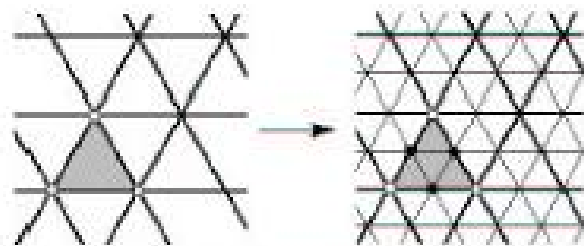
Loop Subdivision Scheme

- Trabajo con meshes **triangulares**
- Es un ***Approximating Scheme***
- Garantiza la ***suavidad*** en cualquier lugar excepto en los vértices **extraordinarios**

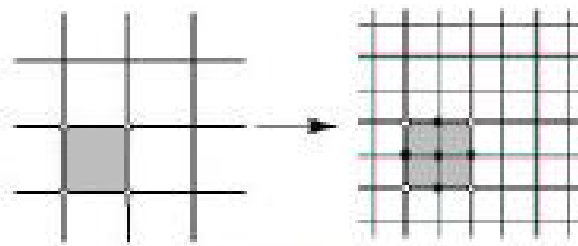
Técnicas de modelado

Otros “Subdivision Schemes”

- Existen diferentes esquemas de subdivisión
 - Diferentes métodos de refinamiento de la topología. Doo-Sabin, Loop, Catmull-Clark.
- Diferentes reglas para el posicionamiento de los vértices
 - Interpolating versus approximating



Face split for triangles



Face split for quads

Técnicas de modelado

Catmull-Clark Subdivision

● FACE

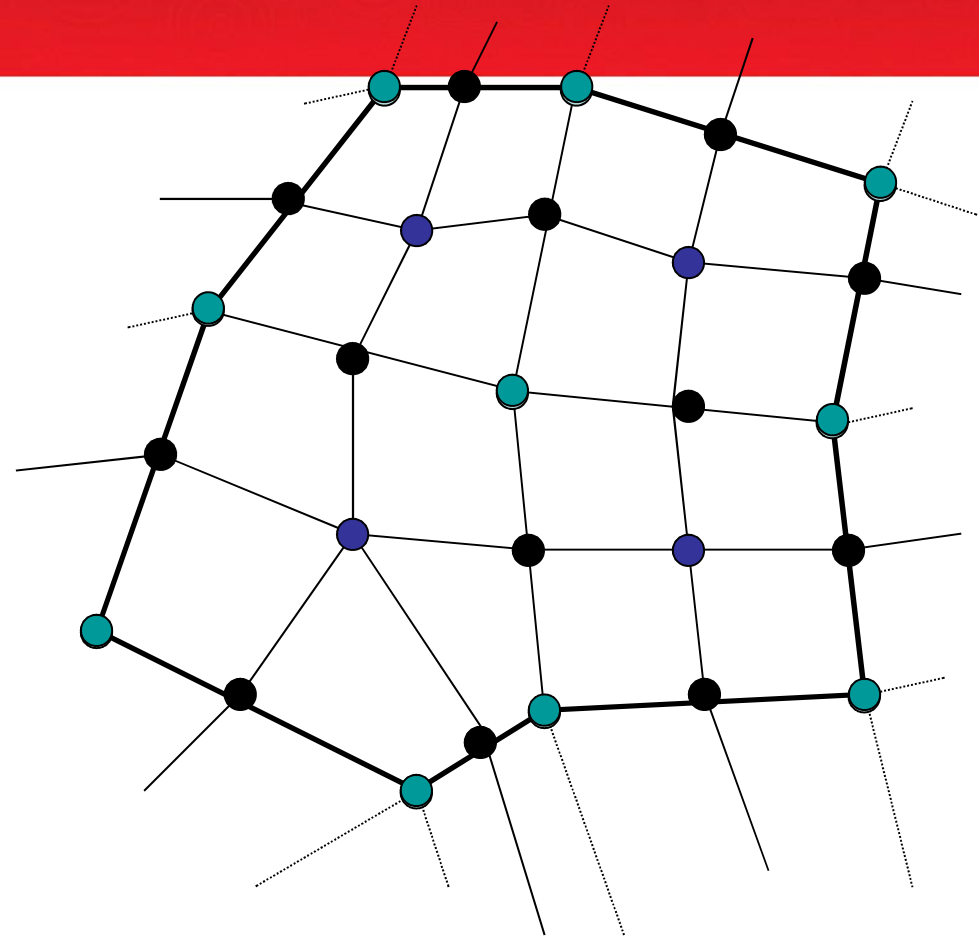
$$f = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i$$

● EDGE

$$e = \frac{v_1 + v_2 + f_1 + f_2}{4}$$

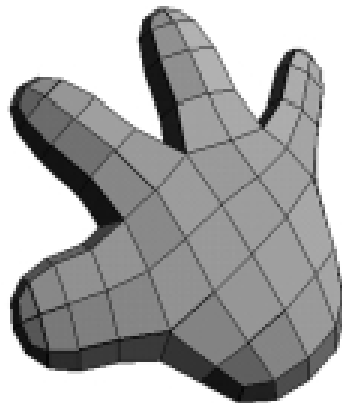
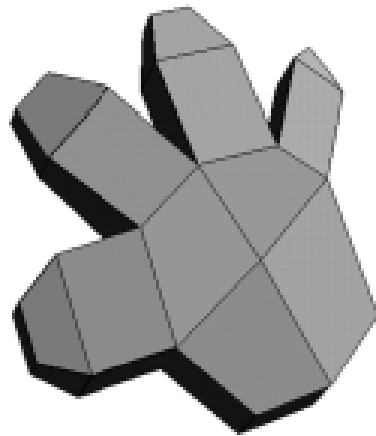
○ → ● VERTEX

$$v_{i+1} = \frac{n-3}{n} v_i + \frac{2}{n^2} \sum_j e_j + \frac{1}{n^2} \sum_j f_j$$

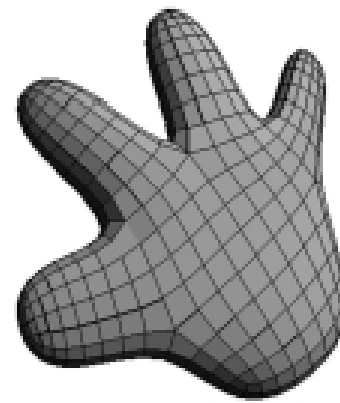


Técnicas de modelado

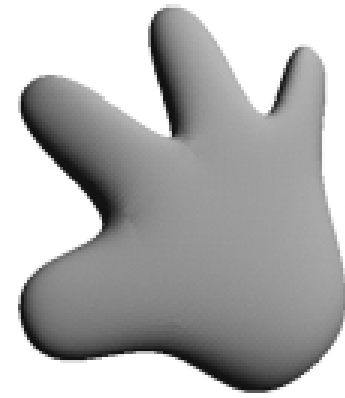
Catmull-Clark Subdivision



1 iteration



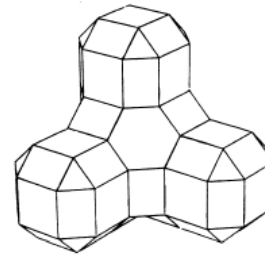
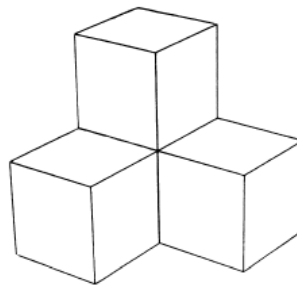
2 iteration



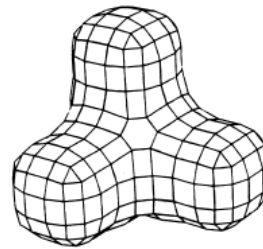
3 iteration

Técnicas de modelado

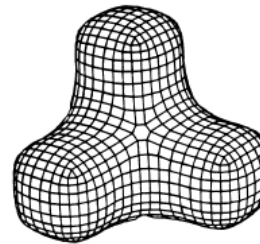
Doo-Sabin Subdivision



1 iteration



2 iteration



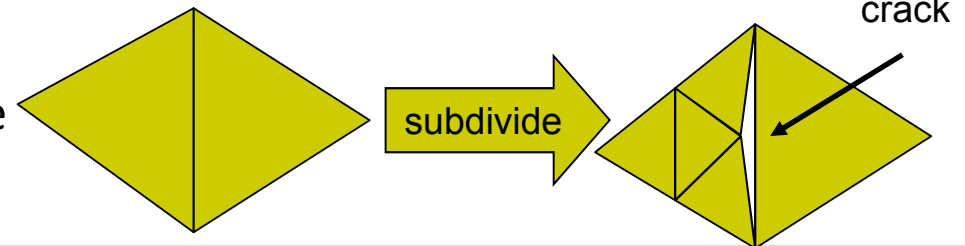
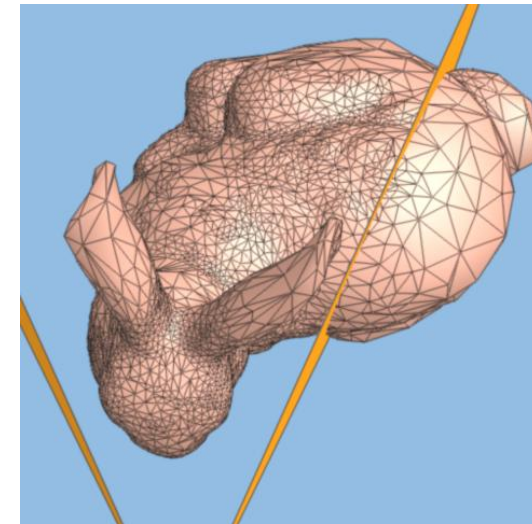
3 iteration

Técnicas de modelado

Adaptive Subdivision

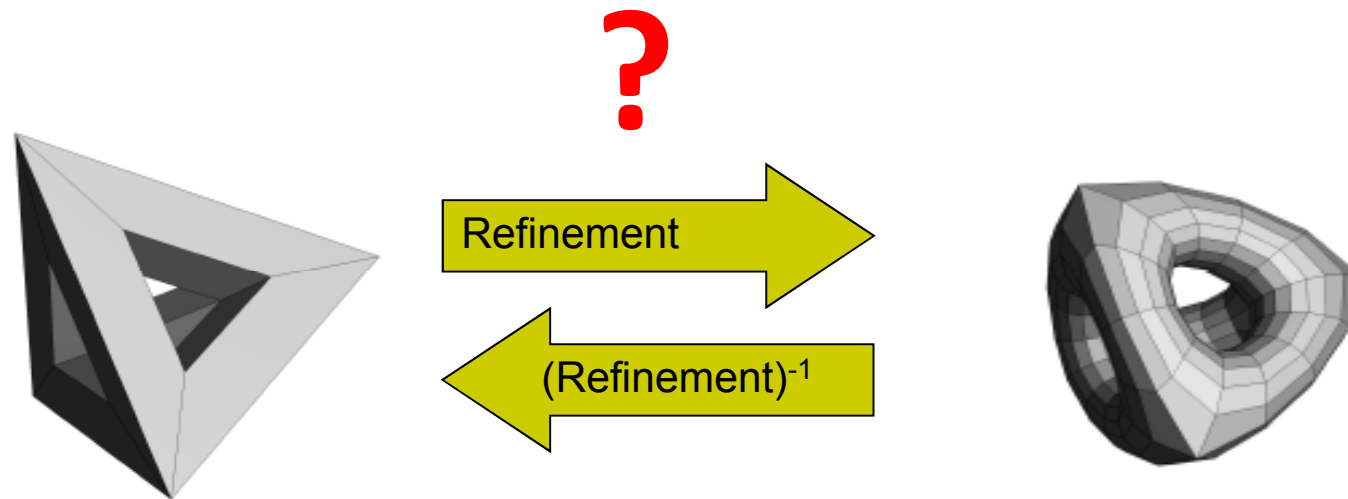
- No todas las regiones del modelo deben ser subdivididas
- *Idea:* Se usa algún criterio para decidir en que zonas se aplica subdivisión
 - Dependiente de la forma: curvatura
 - Dependiente de la vista
 - Distancia al observador
 - Siluetas
 - Ojo! Hay que asegurar que no se producen “cracks”

View-dependent refinement of progressive meshes
Hugues Hoppe.
(SIGGRAPH '97)



Técnicas de modelado

Subdivision Surfaces para “Compression”



Progressive Geometry Compression

Andrei Khodakovsky, Peter Schröder and Wim Sweldens

(SIGGRAPH 2000)

Técnicas de modelado

Subdivision Surface Resumen

- **Ventajas**

- Son un método simple para el modelado de complejas superficies
- Relativamente fácil de implementar
- Topología arbitraria
- Garantizan continuidad
- Multi-resolución (LOD)

- **Dificultades**

- Especificación intuitiva (**modelado** mediante manipulación de meshes)
- Parametrización
- Intersecciones
- ¿Es posible modelar cualquier objeto a partir de una malla poligonal simple?

Técnicas de modelado

Ejemplo (Modelado con sub-division surfaces):

<http://www.youtube.com/watch?v=HawphRvPusA>

[Subdivision Surface Modeling - YouTube](http://www.youtube.com/watch?v=HawphRvPusA)



www.youtube.com/watch?v=HawphRvPusA

4 Jul 2007 - 7 min - Subido por drymedia7

Bloquear todos los resultados de www.youtube.com

Time lapse of Irfan Celik doing subdivision surface modeling using Meshtools from Laszlo Sebo. These tools ...

Más vídeos de <http://www.youtube.com/watch?v=HawphRvPusA> ... »

IMPORTANTE!!!!