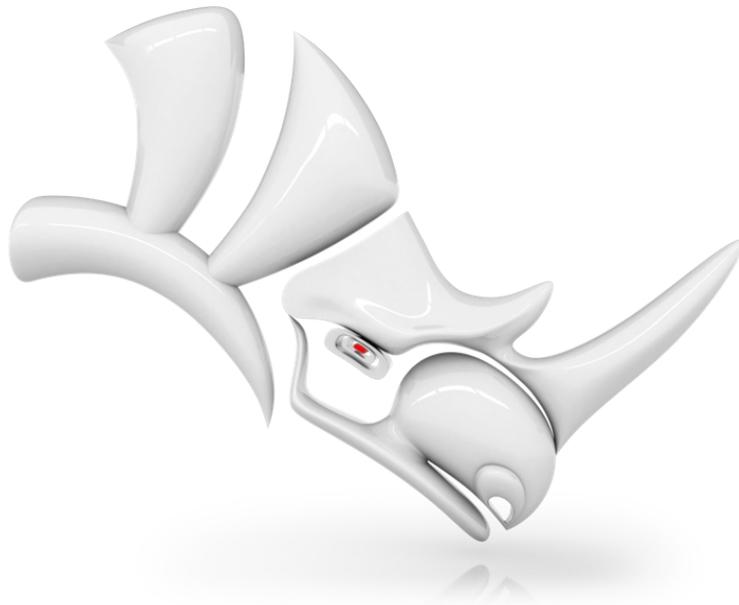


# Rhino**ceros**<sup>®</sup>

Herramientas de modelado para  
diseñadores

Manual de formación

Nivel 2





Manual de Formación de Rhinoceros Nivel 2

© Robert McNeel & Associates 2018

Reservados todos los derechos.

Impreso en EE.UU.

Se permite hacer copias digitales o impresas de parte o de la totalidad de este manual para uso personal o académico, siempre que las copias no se realicen o se distribuyan con el fin de obtener ganancias o beneficios comerciales. Si el objetivo es comercial, se requiere un permiso específico previo para poder copiar, reeditar, incluirlo en servidores o redistribuirlo en listas. El permiso de reedición se puede solicitar en la siguiente dirección: Publications, Robert McNeel & Associates, 3670 Woodland Park Avenue North, Seattle, WA 98103; FAX (206) 545-7321; e-mail [permissions@mcneel.com](mailto:permissions@mcneel.com).

**Redacción:**

Pascal Golay, Robert McNeel & Associates

Mary Ann Fugier, Robert McNeel & Associates

Jerry Hambly, Robert McNeel & Associates

Vanessa Steeg, Robert McNeel & Associates

Correcciones o adiciones: envíe un correo electrónico a Mary Ann Fugier [mary@mcneel.com](mailto:mary@mcneel.com).

**Corrección:**

Bob Koll, Robert McNeel & Associates

Lambertus Oosterveen

Vanessa Steeg, Robert McNeel & Associates

# Contenido

Contenido .....	iv
<b>Capítulo 1 - Introducción</b> .....	<b>9</b>
Software .....	9
Destinatarios .....	9
Duración .....	9
Requisitos .....	9
Objetivos del curso .....	9
Tres días de clase .....	10
Seis medios días (formación en línea) .....	11
Ejercicio 1-1 Configurar su estación de trabajo .....	12
Opción 1: Panel Tutoriales .....	12
Opción 2: Descargar los archivos .....	13
Ejercicio 1-2 Para empezar .....	13
Ejercicio 1-3 Cree una bola de seguimiento de ratón. ....	13
<b>Capítulo 2 - Personalización de Rhino</b> .....	<b>15</b>
Configuración de las barras de herramientas .....	15
Ejercicio 2-1 Personalizar la interfaz de Rhino .....	15
Reglas para los comandos de los botones .....	22
Alias de comandos .....	27
Editor de macros .....	28
Exportar e importar opciones de Rhino .....	29
Método abreviado de teclado .....	29
Plug-ins .....	30
Scripts .....	33
Archivos de plantilla .....	35
Ejercicio 2-2 Crear una plantilla .....	36
<b>Capítulo 3 - Topología NURBS</b> .....	<b>41</b>
Ejercicio 3-1 Trabajar con topología .....	41
Ejercicio 3-2 Observar las superficies recortadas .....	45
Modos de visualización personalizados .....	47
Ejercicio 3-3 Asignar un color a la cara posterior .....	48
<b>Capítulo 4 - Creación de curvas y continuidad</b> .....	<b>51</b>
Grado de curva .....	51
Ejercicio 4-1 Observar el grado de curvatura .....	52
Continuidad de superficies y curvas .....	53
Sin continuidad .....	53
Continuidad de posición (G0) .....	54
Continuidad de tangencia (G1) .....	54
Continuidad de curvatura (G2) .....	54
Continuidad de curva y gráfico de curvatura .....	55
Ejercicio 4-2 Examinar la continuidad geométrica .....	61
Configurar alias .....	62
Ejercicio 4-3 Crear los alias AlolargoDe y Entre .....	62
Continuidad de tangencia .....	63
Bloqueo de dirección con la tecla Tab .....	63
Continuidad de curvatura .....	68
Ejercicio 4-4 Igualar las curvas .....	69
Técnicas avanzadas para controlar la continuidad .....	70

<b>Capítulo 5 - Continuidad de superficie</b> .....	<b>73</b>
Análisis de continuidad de superficie .....	73
Igualar continuidad de superficie .....	73
Opciones de igualación de superficie .....	73
Ajuste de dirección de isocurva .....	73
Continuidad de superficie e IgualarSup .....	73
Ejercicio 5-1 Práctica de igualación de continuidad de superficie .....	73
Añadir nodos para controlar la igualación de superficies .....	78
Utilizar TangenciaFinal para editar la forma de la superficie .....	78
Igualar superficies .....	79
Comandos para superficies que contemplan la continuidad .....	82
Ejercicio 5-2 Crea una superficie desde una red de curvas .....	82
Crear una superficie de parche .....	84
Opciones de Parche .....	87
Ejercicio 5-3 Crear un parche a partir de un borde y puntos .....	87
Transición .....	87
Ejercicio 5-4 Crear una superficie de mezcla .....	88
Mezcla .....	89
Ejercicio 5-5 Crear una superficie de mezcla (MezclarSup1) .....	89
Opciones de mezcla de superficies .....	97
Ejercicio 5-6 Crear una superficie de mezcla con opciones .....	97
Empalmes, mezclas y esquinas .....	100
Ejercicio 5-7 Redondear una esquina con tres radios diferentes .....	101
Ejercicio 5-8 Hacer una mezcla de radio variable .....	102
Ejercicio 5-9 Hacer un empalme en seis bordes usando un parche .....	103
<b>Capítulo 6 - Modelado con historial</b> .....	<b>105</b>
Activación del historial .....	106
¿Por qué el historial está desactivado de manera predeterminada? .....	106
Pasos en la cadena del historial .....	107
Comandos con historial activado .....	108
Comandos relacionados con el historial .....	108
Técnicas avanzadas de creación de superficies .....	109
Ejercicio 6-1 Esquinas suaves (parte 1) .....	110
Esquinas suaves (otro método) .....	111
Ejercicio 6-2 Esquinas suaves (parte 2) .....	112
<b>Capítulo 7 - Conceptos avanzados para superficies</b> .....	<b>117</b>
Botones convexos .....	117
Ejercicio 7-1 Botones convexos .....	117
Superficies con pliegues .....	127
Ejercicio 7-2 Superficies con un pliegue (Parte 1) .....	128
Superficies con un pliegue (Parte 2) .....	132
Ejercicio 7-3 Superficies con un pliegue (Parte 2) .....	132
Alisado de curvas de entrada para controlar la calidad de la superficie .....	135
<b>Capítulo 8 - Modelar a partir de imágenes de referencia</b> .....	<b>143</b>
Ejercicio 8-1 Microteléfono .....	143
<b>Capítulo 9 - Metodología de modelado</b> .....	<b>159</b>
El corte .....	159
Ejercicio 9-1 Configurar y crear desde la superficie base .....	159
Crear los lados del filtro de aire .....	172
Superficies de transición .....	174

<b>Capítulo 10 - Aplicar gráficos 2D</b>	<b>181</b>
Ejercicio 10-1 Importar un archivo de Adobe Illustrator	181
Hacer fluir el logotipo en una superficie de forma libre con el historial	186
Crear un modelo a partir de un dibujo 2D	190
Ejercicio 10-2 Crear la botella de detergente	191
<b>Capítulo 11 - Análisis de superficies</b>	<b>197</b>
Ejercicio 11-1 Análisis de superficies	197
<b>Capítulo 12 - Esculpir</b>	<b>203</b>
Herramientas de ayuda para la edición de puntos de control	203
Gumball	203
ModoArrastre	203
ToqueLigero	204
DefinirPuntos	204
InsertarNodo	204
Algunas consideraciones al insertar nodos	204
InsertarPuntoDeControl	204
Ejercicio 12-1 Tablero de instrumentos	205
Otra manera de modificar la forma	207
Agregar nodos	207
Añadir detalles	208
<b>Capítulo 13 - Herramientas de deformación</b>	<b>211</b>
Deformación de objetos	211
EdiciónDeJaula	211
Ejercicio 13-1 Uso de la edición de jaula para deformar un objeto	211
Ejercicio 13-2 Utilizar EdiciónDeJaula en el tenedor para ensalada	212
Uso de otras herramientas de deformación	215
Estirar	215
Ejercicio 13-3 Estirar un objeto	215
Orientar un objeto en una superficie	216
Ejercicio 13-4 Colocar un pequeño detalle en un objeto	217
Deformar un objeto en forma de espiral	218
Ejercicio 13-5 Deformar con el comando Remolino	218
Hacer fluir a lo largo de una curva	219
Ejercicio 13-6 Deformar un objeto y que fluya a lo largo de una curva	219
Fluir	220
Crear un anillo con el comando Fluir	221
Ejercicio 13-7 Hacer fluir las piezas de un anillo por la curva del aro	221
<b>Capítulo 14 - Bloques</b>	<b>227</b>
Referencias y definiciones	227
Definición de bloques	227
Puntos de inserción	227
Bloques incrustados y vinculados	227
Capas y bloques	227
Reglas para bloques	227
Bloques	228
Ejercicio 14-1 Información básica sobre bloques	228
Archivos como bloques	230
Ejercicio 14-2 Inserción de archivos como bloque	230
<b>Capítulo 15 - Solución de problemas</b>	<b>233</b>
Estrategia general	233

Empezar con un archivo limpio .....	233
Ejercicio 15-1 Para practicar estos procedimientos .....	235
<b>Capítulo 16 - Mallas poligonales .....</b>	<b>237</b>
Mallas de renderizado .....	237
Mallas para la fabricación .....	237
Ejercicio 16-1 Haga pruebas con estas opciones de malla .....	237
Mallas desde objetos NURBS .....	239
<b>Capítulo 17 - Renderizado .....</b>	<b>243</b>
Ejercicio 17-1 Renderizado en Rhino .....	243
Propiedades de renderizado .....	248
Ejercicio 17-2 Renderizar con entornos .....	248
Iluminación de escena .....	250
Imágenes y mapas de relieve .....	253
Calcomanías .....	254
<b>Capítulo 18 - Introducción a Grasshopper .....</b>	<b>261</b>
La rueda de bicicleta .....	261
El lienzo de Grasshopper .....	261
Configuración de Grasshopper .....	261
El buscador .....	262
Crear los círculos .....	263
Dividir el círculo .....	265
Conectar los puntos .....	265
Realizar una tubería de curvas .....	266
Orientar la rueda .....	267
Reflejar la rueda frontal .....	268
Escarar la rueda frontal .....	269
List Item para seleccionar la llanta .....	271
Colocar la superficie inferior del cuadro delimitador de la rueda .....	272
Escarar la rueda delantera de la bici desde la parte inferior .....	273
Usar el comando Bake en las ruedas .....	274



# Capítulo 1 - Introducción

El curso estudia técnicas avanzadas de modelado para ayudar a los usuarios a comprender mejor las herramientas de modelado de Rhino, los comandos de creación de superficies avanzadas y la topología de superficies, y cómo aplicar estos conceptos en situaciones prácticas.

En clase recibirá información a un ritmo muy acelerado. Para obtener mejores resultados, practique entre las clases en las estaciones de trabajo de Rhino y consulte la Ayuda de Rhino desde el menú Ayuda: Temas de Ayuda.

## Software

El manual de formación está diseñado para utilizarse con Rhinceros 6 o versiones posteriores.

Los archivos del manual de formación se han actualizado para utilizarse con Rhinceros 6 o versiones posteriores.

## Destinatarios

Esta guía de aprendizaje acompaña a las sesiones de formación del Nivel 2 de Rhino con un profesor.

Este curso está diseñado para los usuarios que utilizan las funciones avanzadas de Rhino o que dan soporte del programa.

## Duración

Normalmente este curso se realiza en 3 días de 8 horas de formación cada uno, un total de 24 horas.

La formación puede realizarse en tres sesiones de un día, en seis sesiones de medio día o adaptarse a un horario personalizado.

El profesor elegirá los ejercicios que se presentarán durante la clase y los trabajos que se asignarán como tareas.

## Requisitos

Realización del curso de formación Nivel 1 o equivalente, más tres meses (mínimo) de experiencia con Rhino.

## Objetivos del curso

En el Nivel 2 aprenderá a:

- Personalizar barras de herramientas y grupos de barras de herramientas
- Crear macros simples
- Usar referencias a objetos avanzadas
- Usar restricciones de distancia y ángulo con referencias a objetos
- Construir y modificar curvas que se utilizarán en la construcción de superficies usando métodos de edición de puntos de control
- Calcular curvas con el gráfico de curvatura
- Utilizar estrategias para construir superficies
- Reconstruir superficies y curvas
- Controlar la continuidad de curvatura de las superficies
- Crear, manipular, guardar y restaurar planos de construcción personalizados
- Crear superficies y características utilizando planos de construcción personalizados
- Agrupar objetos
- Visualizar, calcular y analizar modelos utilizando características de sombreado
- Colocar texto alrededor de un objeto o en una superficie
- Asignar curvas planas a una superficie
- Crear modelos 3D desde dibujos 2D e imágenes escaneadas
- Limpiar archivos importados y exportar archivos limpios
- Usar herramientas de renderizado

**Tres días de clase**

<b>Día 1</b>	<b>Tema</b>
8:00 am – 9:30 am	Introducción y ejercicio de iniciación
9:30 am – 12:00 pm	Interfaz y personalización
12:00 pm – 1:00 pm	Comida
1:00 pm – 3:00 pm	Topología NURBS y grado de curva
3:00 pm – 5:00 pm	Continuidad de superficie y de curvatura
<b>Día 2</b>	<b>Tema</b>
8:00 am – 10:00 am	Historial, creación avanzada de superficies y herramientas de plano de construcción
10:00 am – 12:00 pm	Más planos de construcción, mapeado de objetos en superficies
12:00 pm – 1:00 pm	Comida
1:00 pm – 3:00 pm	Análisis de superficies
3:00 pm – 5:00 pm	Práctica: Ejercicio de filtro de aire
<b>Día 3</b>	<b>Tema</b>
8:00 am – 10:00 am	Más planos de construcción, mapeado de objetos en superficies
10:00 am – 12:00 pm	Análisis de superficies, manipulación directa de superficies
12:00 pm – 1:00 pm	Comida
1:00 pm – 3:00 pm	Bloques, solución de problemas, mallado
3:00 pm – 5:00 pm	Renderizado (si sobra tiempo)
	Este calendario de clase es provisional. El calendario real será establecido por el profesor.

**Seis medios días (formación en línea)**

<b>Sesión 1</b>	<b>Tema</b>
9:00 am – 10:45 am	Introducción y ejercicio de iniciación
11:00 am – 12:30 pm	Interfaz y personalización
<b>Sesión 2</b>	<b>Tema</b>
9:00 am – 10:45 am	Topología NURBS y grado de curva
11:00 am – 12:45 pm	Continuidad de superficie y de curvatura
<b>Sesión 3</b>	<b>Tema</b>
9:00 am – 10:45 am	Historial, creación avanzada de superficies y herramientas de plano de construcción
11:00 am – 12:45 pm	Más planos de construcción, mapeado de objetos en superficies
<b>Sesión 4</b>	<b>Tema</b>
9:00 am – 10:45 am	Análisis de superficies
11:00 am – 12:45 pm	Práctica: Ejercicio de filtro de aire
<b>Sesión 5</b>	<b>Tema</b>
9:00 am – 10:45 am	Más planos de construcción, mapeado de objetos en superficies
11:00 am – 12:45 pm	Análisis de superficies, manipulación directa de superficies
<b>Sesión 6</b>	<b>Tema</b>
9:00 am – 10:45 am	Bloques, solución de problemas, mallado
11:00 am – 12:45 pm	Renderizado (si sobra tiempo)
Preguntas	12:45 pm – 1:00 pm
Fin del curso	1:00 pm

## Ejercicio 1-1 Configurar su estación de trabajo

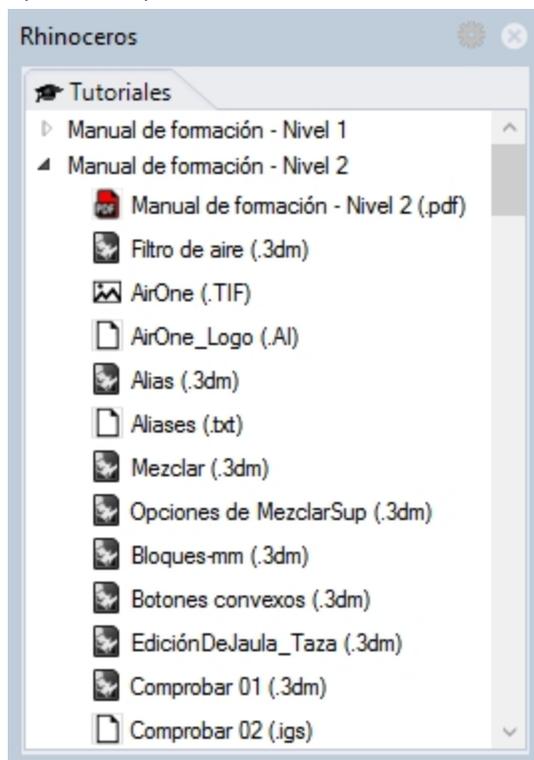
Puede acceder a los modelos de este manual de formación de dos maneras. Puede descargar desde Rhino cada archivo a medida que lo necesite o bien puede descargar todos los archivos en un zip y descomprimirlo en una carpeta.

**Nota:** necesitará conocimientos básicos de gestión de archivos para usar Rhino de manera eficaz en su equipo. Si sabe cómo crear carpetas, gestionar archivos, cambiarles el nombre o eliminarlos, trate de aprenderlo antes de empezar con este manual.

### Opción 1: Panel Tutoriales

Si no está familiarizado con la gestión de archivos en Windows, esta es la mejor opción.

1. Cree una carpeta en el **Escritorio** o en la carpeta **Mis documentos**, o bien en otra ubicación en la que tenga todos los permisos.
2. Póngale el nombre **Formación Nivel 2** a la carpeta o algún otro nombre que le resulte fácil de recordar.
3. Abra la aplicación **Rhino**.
4. En el menú **Ayuda**, seleccione **Tutoriales y muestras**.  
Aparecerá el panel **Tutoriales**.



5. Vaya a la carpeta **Manual de formación Nivel 2** y desplácese hasta el modelo.
6. Haga doble clic en el archivo. Se cargará el contenido del archivo en un nuevo modelo de Rhino.
7. Al final de cada sección, guarde el archivo en la carpeta creada en el paso 1.
8. Repita estos pasos al empezar cualquier ejercicio en el que tenga que abrir un archivo existente.
9. Para los ejercicios que requieran archivos de imagen, descargue los archivos necesarios y guárdelos en la misma carpeta en la que guardó el archivo del modelo 3dm en el paso 7. Deberá repetir este paso para cada archivo de imagen.

Por ejemplo, renderizar la taza requiere todos estos archivos:

MintyGreen-Box End.png, MintyGreen-Box Side.png, MintyGreen-Box\_upper.png, MintyGreen-Floss.png, MintyGreen-SideFlap\_RGBA.tif, MintyGreen-TopFlap\_RGBA.tif, MintyGreen-Tube.png, Sailboat\_RGBA.tif

**Nota:** si prefiere evitar las descargas de archivos individuales, continúe con la *Opción 2: Descargar los archivos* que se indica a continuación.

## Opción 2: Descargar los archivos

Deberá descargar un conjunto de modelos y archivos que se utilizan en esta guía de formación.

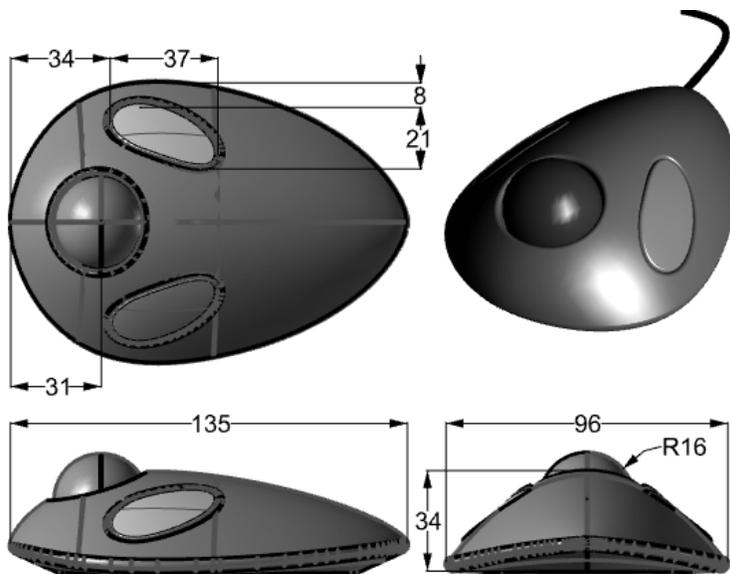
Descomprima el archivo en una carpeta en su escritorio. Cuando se le solicite abrir un archivo, vaya a esta carpeta.

1. Cree una carpeta en el **Escritorio** o en la carpeta **Mis documentos**, o bien en otra ubicación en la que tenga todos los permisos.
2. Póngale el nombre **Formación Nivel 2** a la carpeta o algún otro nombre que le resulte fácil de recordar.
3. Descargue los *Modelos Nivel 2* en la carpeta que ha creado en el paso anterior.
4. **Descomprima** el archivo descargado en esa carpeta.
5. Abra la aplicación Rhino.
6. En el menú **Archivo** de Rhino, haga clic en **Abrir**.
7. En el cuadro de diálogo **Abrir**, vaya a la carpeta **Nivel 2** y **abra** el modelo requerido.

## Ejercicio 1-2 Para empezar

Presentación y conocimientos de Rhino.

### Ejercicio 1-3 Cree una bola de seguimiento de ratón.



1. Empiece un nuevo modelo y guárdelo como **Bola de seguimiento.3dm**.
2. Modele la bola de seguimiento de ratón.  
Las cotas están en milímetros.  
Utilice las cotas solo como guías.



# Capítulo 2 - Personalización de Rhino

Este capítulo describe cómo personalizar la interfaz de Rhino con las siguientes herramientas:

- Configuración de barras de herramientas
- Editor de macros
- Método abreviado de teclado
- Scripts
- Archivos de plantilla

## Configuración de las barras de herramientas

La configuración de las barras de herramientas es la disposición en pantalla de las barras de herramientas que contienen botones de comandos. La disposición de las barras de herramientas se guarda en un archivo con la extensión .rui que se puede abrir y guardar. Los archivos .rui contienen macros de comandos, iconos en tres tamaños, leyendas y texto de los botones. Rhino viene con un archivo barras de herramientas predeterminado y guarda automáticamente la disposición de las barras de herramientas activas antes de cerrarlas, a no ser que el archivo .rui sea de solo lectura. Puede crear sus propios archivos de barras de herramientas personalizados y guardarlos para su uso posterior.



Puede tener abierto más de un archivo de barras de herramientas a la vez, lo que permite una mayor flexibilidad en la visualización de barras de herramientas para determinadas tareas.

Las herramientas de personalización de Rhino facilitan la creación y la modificación de los botones y las barras de herramientas. Aparte de la flexibilidad, existe la posibilidad de combinar comandos dentro de macros para realizar tareas más complejas. Además de la personalización de barras de herramientas, es posible crear alias de comandos y teclas de método abreviado para ejecutar tareas en Rhino.

### Ejercicio 2-1 Personalizar la interfaz de Rhino

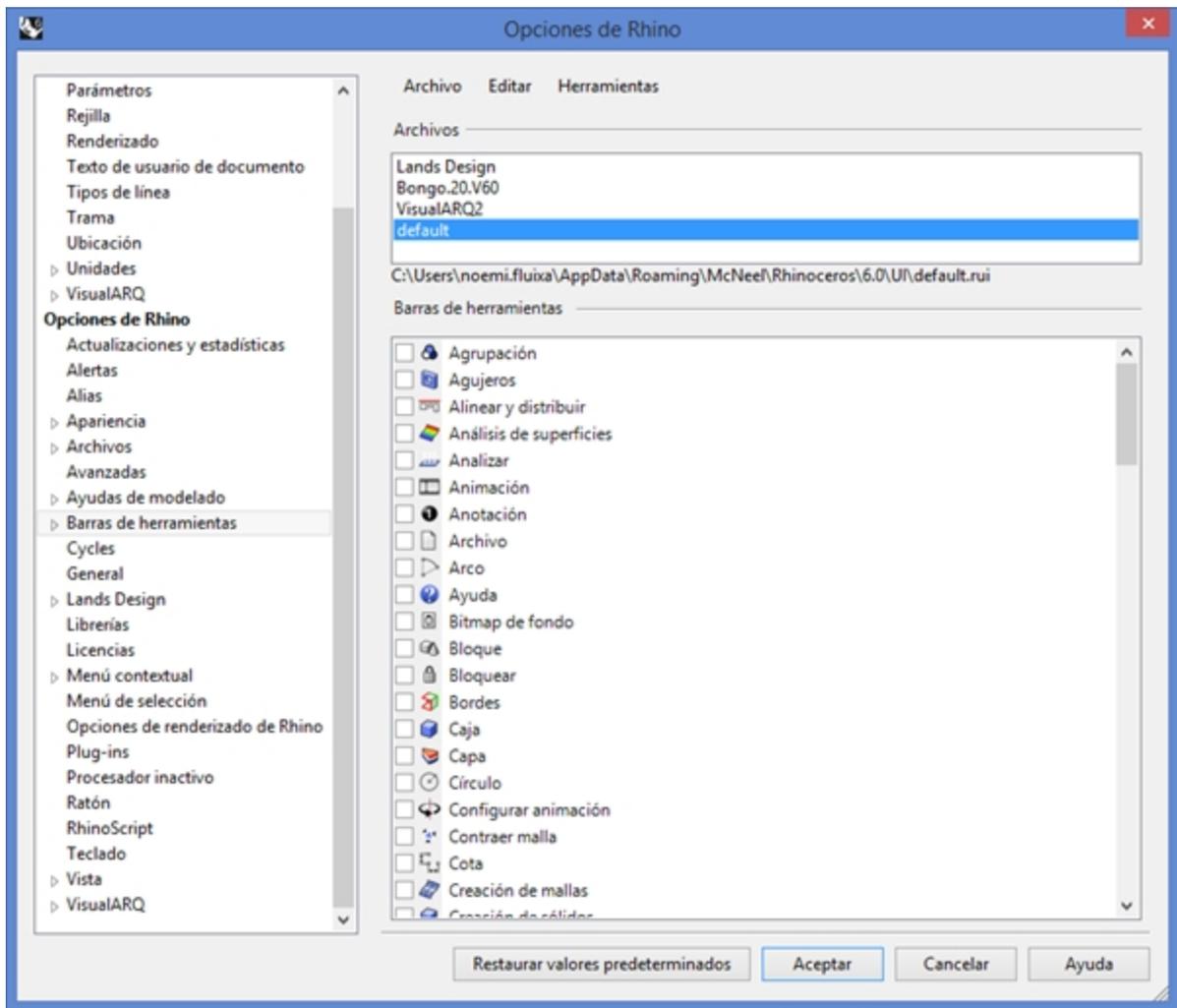
En este ejercicio crearemos botones, barras de herramientas, macros, alias y teclas de método abreviado que podrá utilizar durante las clases.

#### Crear un grupo de barras de herramientas personalizado

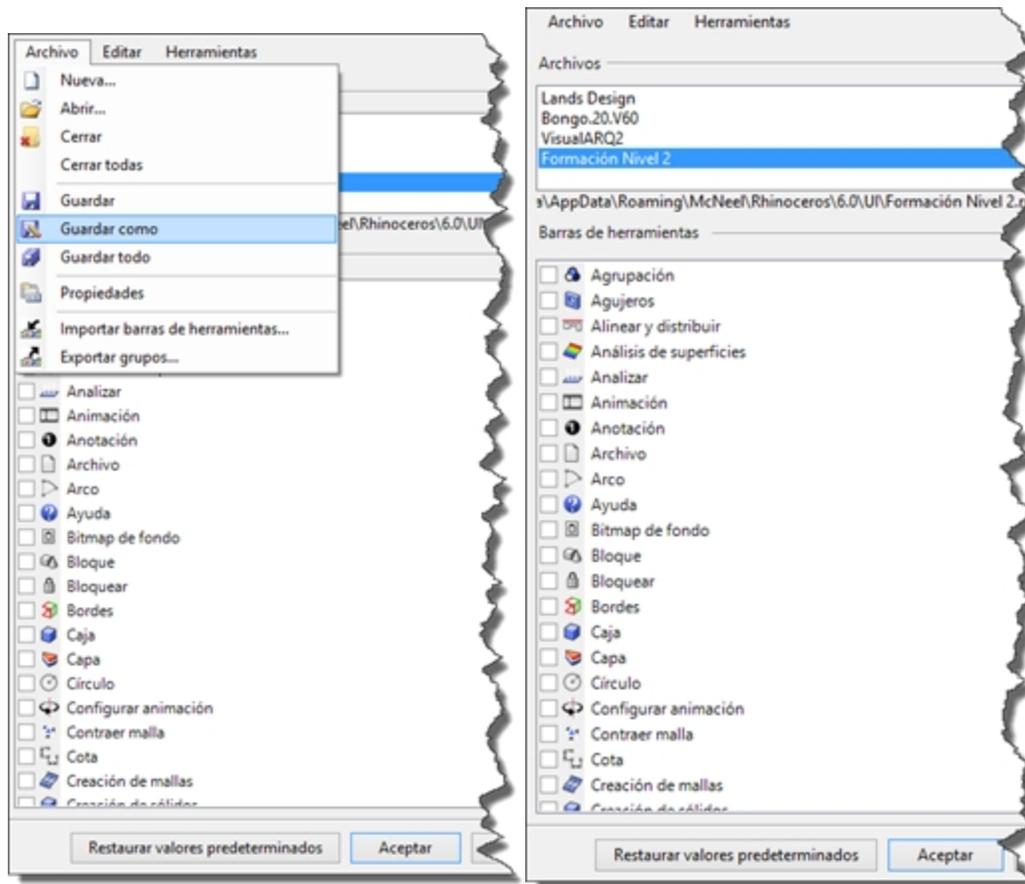
A veces, los comandos y los botones estándar no realizan exactamente lo que uno quiere. Por ejemplo, el comando Zoom > Extensión tendrá en cuenta todos los objetos de un modelo y aplicará zoom a toda la extensión de los objetos. En este ejercicio, abriremos un modelo que tiene varios objetos, incluidos algunos objetos de luz.

Pongamos por ejemplo que queremos utilizar el comando Zoom > Extensión para aplicar zoom a los objetos, pero no queremos que el comando tenga en cuenta los objetos de luz. En este ejercicio, crearemos una nueva barra de herramientas con un botón que aplicará el comando Zoom > Extensión ignorando los objetos de luz del modelo.

1. **Abra** el modelo **ZoomLuces.3dm**.
2. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Configurar barra de herramientas**.
3. En el cuadro de diálogo **Opciones de Rhino**, en la página **Barras de herramientas**, elija el archivo de barra de herramientas **Predeterminado**.

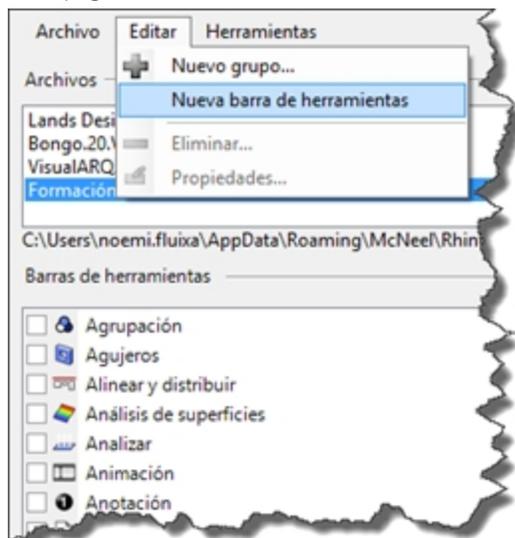


4. En la página **Barras de herramientas**, haga clic en el menú **Archivo** y seleccione **Guardar como**.
5. En el cuadro **Nombre de archivo**, escriba **Formación Nivel 2** y haga clic en **Guardar**.  
Se guardará con el nuevo nombre una copia del archivo actual de barras de herramientas predeterminado. Los archivos de barras de herramientas se guardan con la extensión **.rui**. Utilizará este nuevo archivo de barras de herramientas para personalizarlo.  
En el cuadro de diálogo **Opciones de Rhino**, en la página **Barras de herramientas**, aparece una lista con todos los archivos de barras de herramientas abiertos y una lista de todas las barras de herramientas individuales del archivo de barras de herramientas seleccionado.  
Las casillas de verificación muestran el estado actual de las barras de herramientas. Una casilla marcada indica que la barra de herramientas se está visualizando.

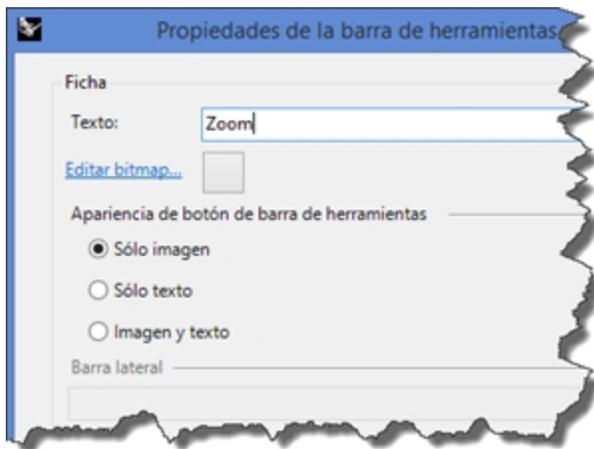


### Crear una nueva barra de herramientas

1. En la página **Barras de herramientas**, en el menú **Editar**, seleccione **Nueva barra de herramientas**.



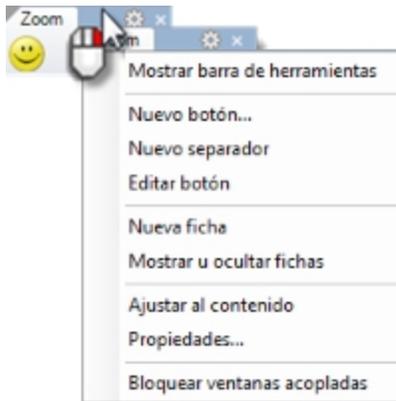
2. En el cuadro de diálogo **Propiedades de barra de herramientas**, en la casilla **Texto**, escriba **Zoom** y haga clic en **Aceptar**.  
Aparecerá una nueva barra de herramientas con un solo botón.



3. En el cuadro de diálogo **Opciones de Rhino**, haga clic en **Aceptar**.

### Utilizar la barra de título de una barra de herramientas flotante

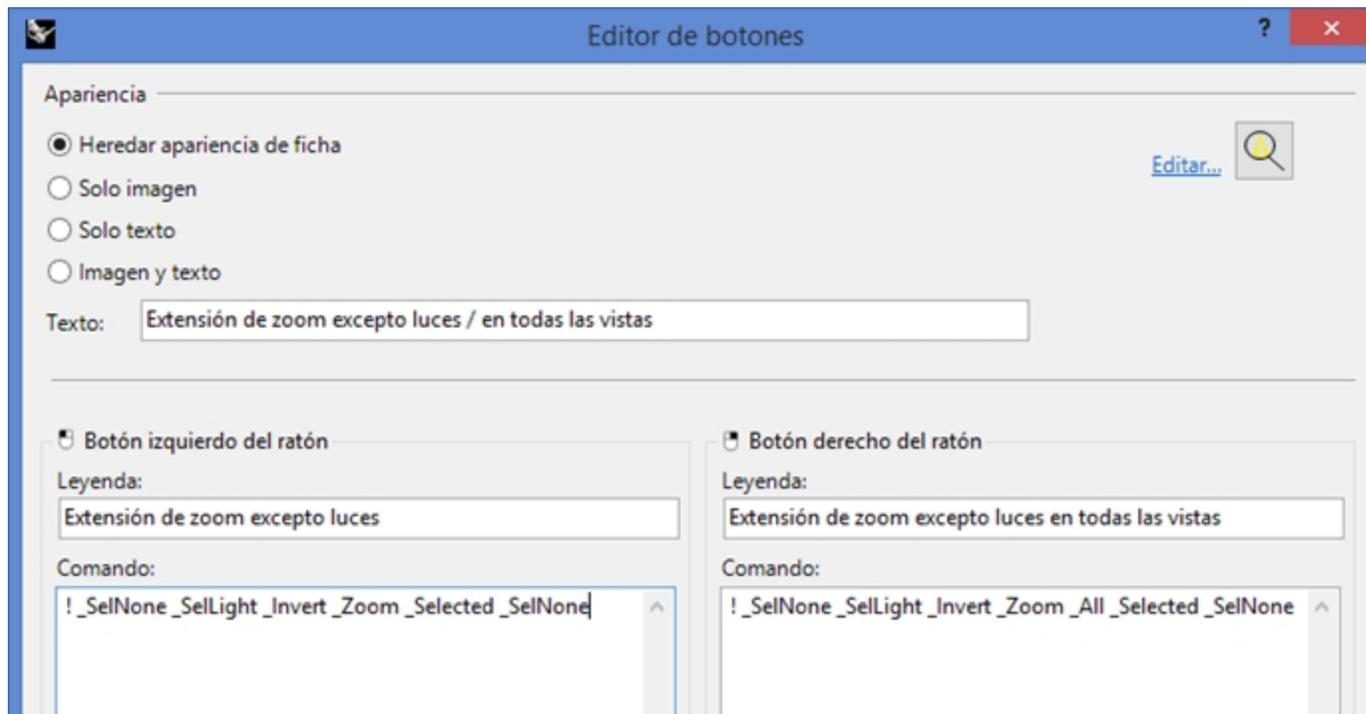
- ▶ **Haga clic con el botón derecho** en la **barra de título** de la nueva barra de herramientas creada. Aparecerá un menú emergente con opciones de barras de herramientas y comandos.



### Editar el nuevo botón

1. Pulse la tecla **Mayús** y haga un clic derecho sobre el botón con el emoticono de la nueva barra de herramientas. En el cuadro de diálogo **Editor de botones** aparecerán campos para los comandos, para los botones izquierdo y derecho del ratón, y para las leyendas.
2. En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, haga clic en **Solo imagen**.
3. En el cuadro **Texto**, escriba **Zoom sin luces**.
4. Para la **Leyenda del botón izquierdo del ratón**, escriba **Extensión de zoom excepto luces**.
5. Para la **Leyenda del botón derecho del ratón**, escriba **Extensión de zoom excepto luces en todas las vistas**.
6. En el cuadro **Comando** del Botón izquierdo del ratón, escriba **!\_SelNone\_SelLight\_Invert\_Zoom\_Selected\_SelNone**.
7. Y en el cuadro del **Botón derecho del ratón**, escriba **!\_SelNone\_SelLight\_Invert\_Zoom\_All\_Selected\_SelNone**.

**Nota:** encontrará estas macros en la carpeta de materiales Nivel 2 en el archivo de texto **Macros.txt**.

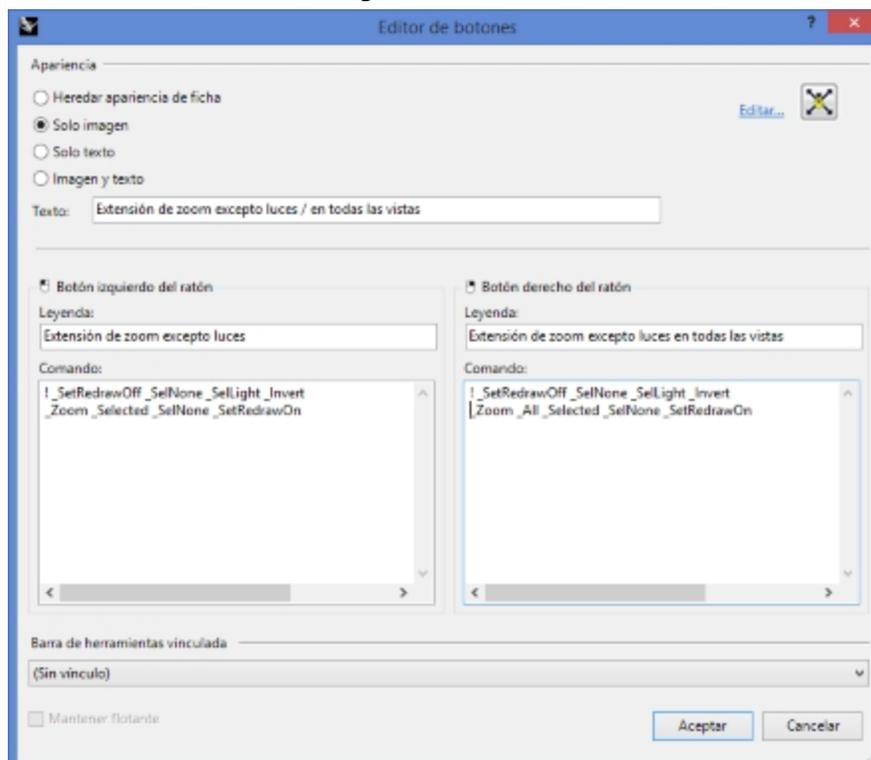


### Depurar el nuevo botón

Combine la macro anterior con **DesactivarRedibujado/ActivarRedibujado**. Así la macro se ejecutará sin parpadear y sin que se añada demasiada información al historial de comandos.

La macro funcionará independientemente de si añade **DesactivarRedibujado/ActivarRedibujado**. Sin embargo, se trata de una buena práctica para que la macro funcione mejor.

1. En el cuadro **Comando** de Botón izquierdo del ratón, escriba  
**!\_SetRedrawOff\_SelNone\_SelLight\_Invert\_Zoom\_Selected\_SelNone\_SetRedrawOn.**
2. Y en el cuadro de **Botón derecho del ratón**, escriba  
**!\_SetRedrawOff\_SelNone\_SelLight\_Invert\_Zoom\_All\_Selected\_SelNone\_SetRedrawOn.**



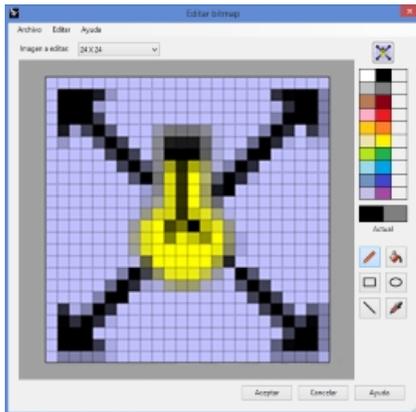
## Cambiar la imagen bitmap del botón

1. En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, haga clic en **Editar** junto al icono del botón de la parte superior derecha para abrir el **Editor de bitmaps**.

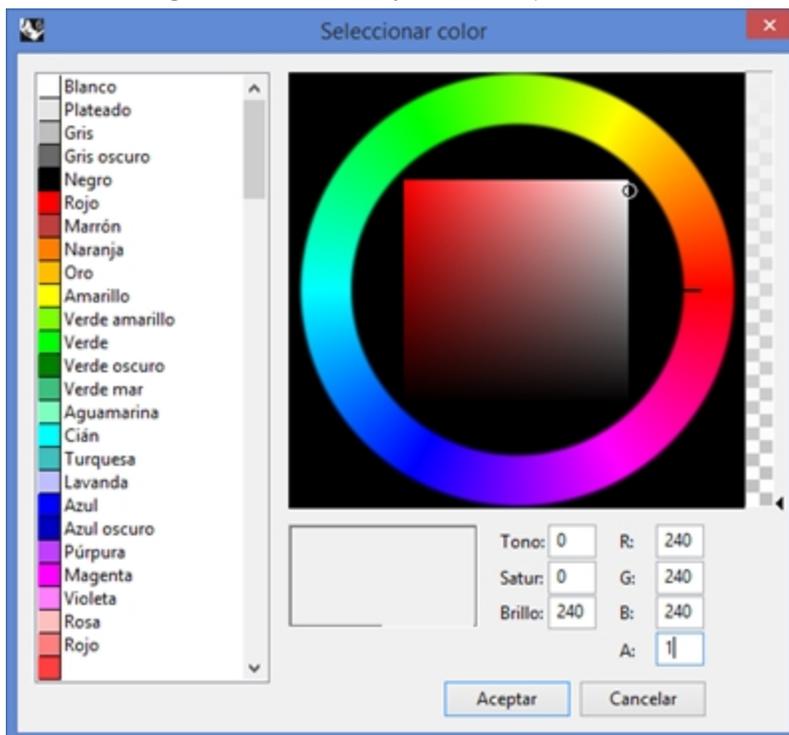
El editor de bitmaps es un simple programa de dibujo que permite editar iconos. Incluye una función para capturar piezas en forma de icono de pantalla y una función de importación de archivos.

2. En el cuadro de diálogo **Editar bitmap**, en el menú **Archivo**, haga clic en **Importar bitmap para ajustar** y seleccione el archivo **ZoomNoLights\_32.bmp**.

Puede importar cualquier imagen bitmap impresa. Si el bitmap es demasiado grande, se ajustará a escala cuando se importe.



3. En el cuadro de diálogo **Editar bitmap**, haga cambios en la imagen y haga clic en **Aceptar**. Haga doble clic en las muestras de color situadas a la derecha de la barra de colores estándar para acceder al cuadro de diálogo **Seleccionar color** y tener más opciones de colores.



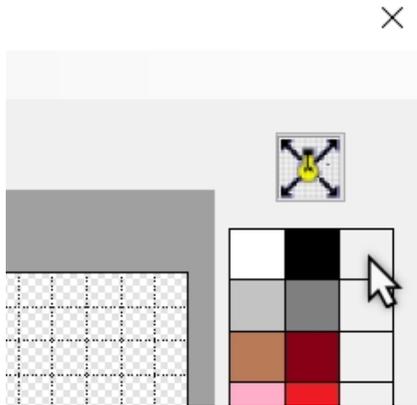
4. En el cuadro de diálogo **Seleccionar color**, haga clic en **Aceptar**.

## Cambiar la imagen bitmap para usar un canal alfa

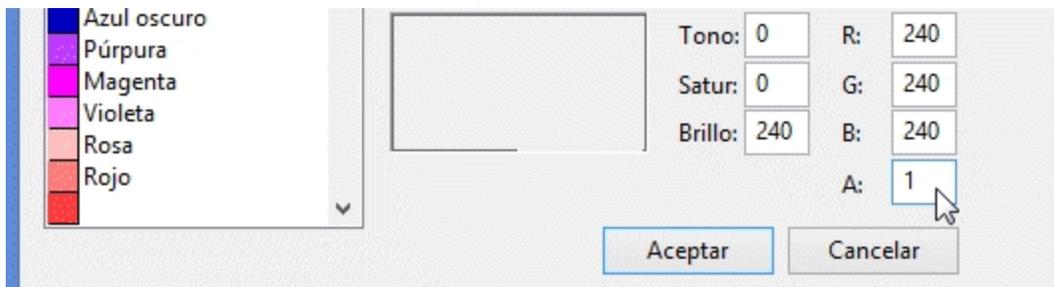
Observe que el color de fondo del nuevo botón no coincide con el color de fondo de los demás botones. Cambiaremos la imagen de fondo utilizando un canal alfa, para que coincida con el **color de los objetos 3D** de Windows al igual que los otros botones.

1. Pulse la tecla **Mayús** y haga un clic derecho sobre el botón **ZoomSinLuces**.
2. En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, haga clic en **Editar** para abrir el **Editor de bitmaps**.

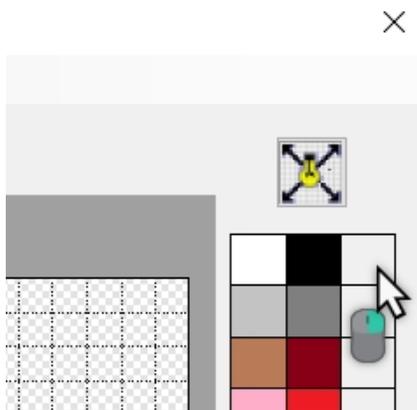
- Haga doble clic en la muestra de color superior derecha situada a la derecha del color negro.



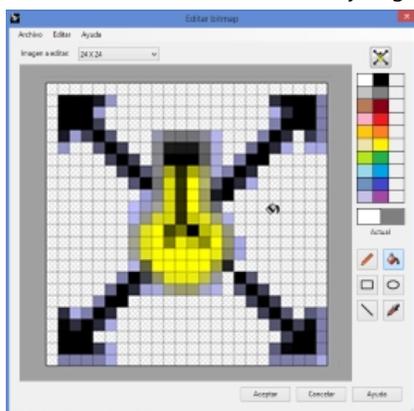
- Cambie el número del color alfa, en el cuadro **A**, de 255 a 1. De este modo, el color actual se volverá transparente.



- Haga clic con el botón derecho en el nuevo color para definir el color alfa al clic del botón derecho del ratón.



- Cambie a la herramienta **Relleno** y haga clic con el botón derecho en el área de fondo de la imagen del botón.



- En el cuadro de diálogo **Editar bitmap**, haga clic en **Aceptar**.
- En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, haga clic en **Aceptar**.  
El color coincide con el color de los objetos 3D de Windows.

## Usar el nuevo botón

1. Haga clic en el botón **ZoomSinLuces**.
2. Utilice el botón para ampliar y reducir el modelo.  
Observe que la Extensión de zoom ignora las luces.

## Reglas para los comandos de los botones

Puede introducir los comandos o combinaciones de comandos en las casillas apropiadas, siguiendo estas instrucciones:

Elemento	Ejemplo	Descripción
Espacio	!_Line	Un espacio equivale a un <code>Intro</code> . Los comandos no tienen espacios, pero es necesario dejar un espacio entre los comandos.
" "		Si su cadena de comandos se refiere a un archivo, barra de herramientas, capa, nombre de objeto o directorio para los cuales la ruta incluye espacios, la ruta, el nombre de la barra de herramientas o el directorio se tienen que poner entre paréntesis.
! (signo de exclamación)	!_circle	El signo ! (signo de exclamación) seguido de un espacio equivale a Cancelar. Normalmente, es mejor ejecutar un comando de botón con un signo de exclamación (!) si quiere cancelar cualquier otro comando que se esté ejecutando cuando haga clic en el botón.
' (apóstrofe)		Los comandos de manipulación de las vistas como Zoom se pueden ejecutar en medio de otros comandos. Por ejemplo, puede ampliar, reducir y desplazar el plano mientras designa curvas para una superficie de transición. Un signo ' (apóstrofo) antes del comando indica que el siguiente comando se puede anidar.
_ (underscore)		Un signo _ (guión bajo) ejecuta un comando con el nombre del comando en inglés. Rhino se puede utilizar en varios idiomas. Las versiones en otros idiomas que no sean el inglés tendrán los comandos, las solicitudes, las opciones de los comandos, los cuadros de diálogo, los menús, etc., traducidos a sus respectivos idiomas. Los comandos en inglés no funcionarán en estas versiones. Para que las macros escritas en inglés funcionen en todos los equipos (independientemente del idioma en que esté Rhino), es necesario que Rhino interprete las macros en inglés. Para ello, es necesario usar el guión bajo ( <code>_Copy</code> ).
- (guión)	-_Sweep2	Los comandos con cuadros de diálogo pueden ejecutarse en la línea de comandos con las opciones de la línea de comandos. Para suprimir el cuadro de diálogo y usar las opciones en la línea de comandos, añada un guión (-) delante del nombre del comando.
Pausa		En una macro, el usuario puede introducir datos y designar elementos si introduce el comando Pausa en la macro. Los comandos que usan cuadros de diálogo, como Revolución, no aceptan la entrada de datos en los diálogos desde una macro. Utilice la forma del comando con guión (-Revolución) para suprimir cuadro de diálogo y controlarlo desde una macro.

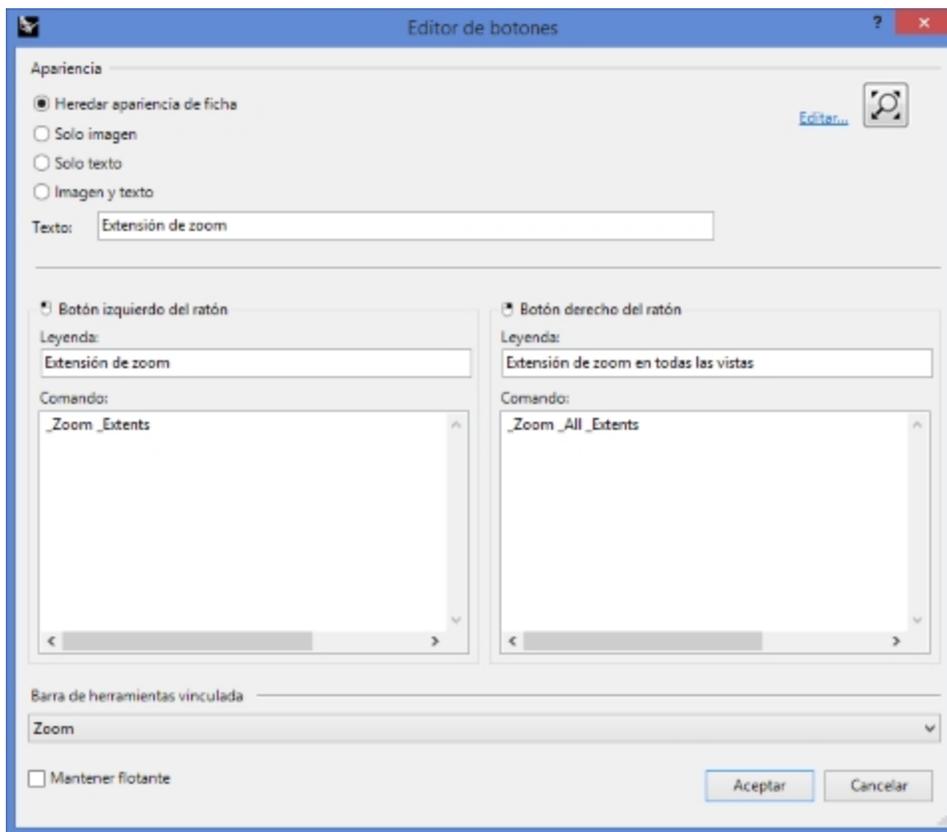
**Nota:** Estas instrucciones también se aplican a los scripts que se ejecutan usando el comando `LeerArchivoDeComandos` y pegando texto en la línea de comandos. También es posible crear secuencias de comandos más sofisticadas con el plug-in Rhino Script, pero con los comandos básicos y las macros se pueden hacer muchas cosas.

Algunos comandos muy útiles para las macros son: **SelÚltimo**, **SelAnterior**, **SelNombre**, **Grupo**, **DefinirNombreDeGrupo**, **SelGrupo**, **Invertir**, **SelTodos**, **SelNinguno**, **LeerArchivoDeComandos** y **DefinirDirectorioDeTrabajo**.

## Vincular una barra de herramientas a un botón

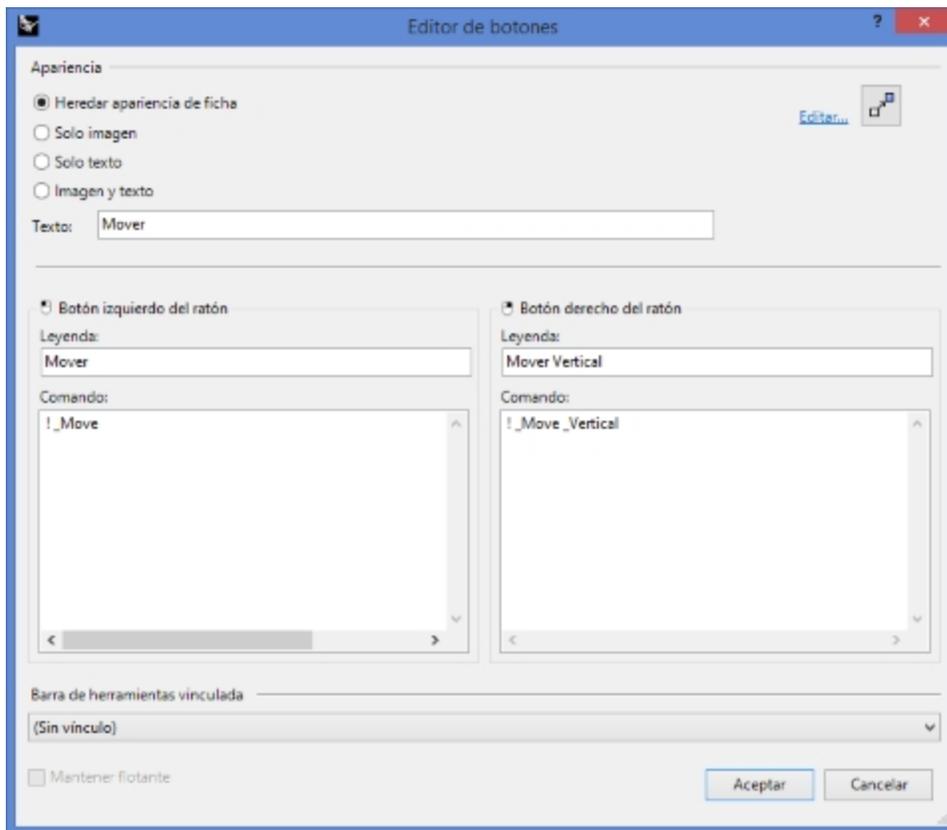
1. Pulse `Mayús` +  clic derecho sobre el botón **Extensión de zoom** de la barra de herramientas **Estándar**.
2. En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, haga clic en el área de la **Barra de herramientas vinculada**, seleccione **Zoom** en la lista y haga clic en `Aceptar`.  
Ahora el botón **Extensión de zoom** tiene un pequeño triángulo negro en la esquina inferior derecha que indica que tiene vinculada una barra de herramientas.

- Haga clic y pulse en el botón **Extensión de zoom** para desplegar la barra de herramientas con el botón que acaba de crear.  
Si cierra la barra de herramientas **Zoom** que acaba de crear, siempre podrá volver a abrirla con el botón vinculado.
- Pruebe el nuevo botón vinculado.



### Añadir un comando a un botón existente

- Pulse la tecla **Mayús** y, en la barra de herramientas **Principal**, haga clic con el botón derecho en el botón **Mover**.
- En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, en el cuadro de edición **Comando** de Botón derecho del ratón, escriba  
**!\_Move\_Vertical**

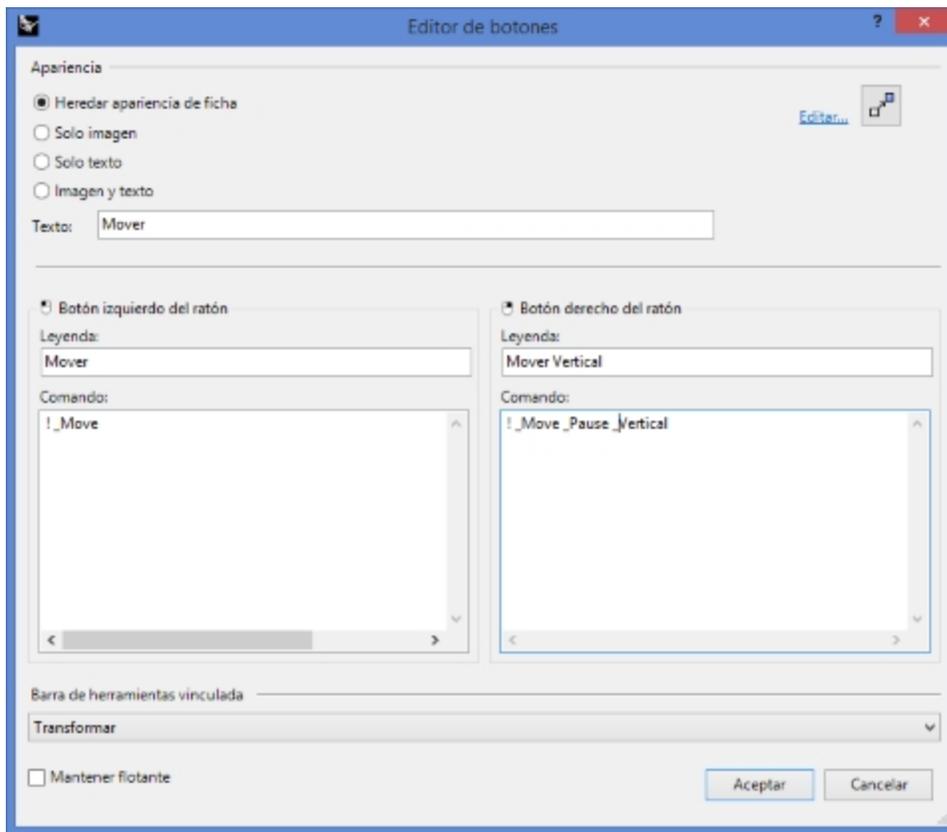


3. En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, en el cuadro de edición **Comando** de Botón derecho del ratón, escriba **Mover Vertical**.  
Este botón permite duplicar objetos en la misma posición. Utilizaremos este comando varias veces durante la clase.
4. Seleccione uno de los objetos del modelo y haga un clic derecho en el botón **Mover**.
5. Mueva el objeto seleccionado verticalmente desde el plano de construcción.
6. Inténtelo de nuevo. Sin embargo, no preseleccione un objeto en el modelo.
7. Haga clic con el botón derecho en el botón **Mover**.
8. El comando lo reproduce en la **Línea de comandos**:

```
Comando: Mover
Seleccione los objetos a mover: _Vertical
Comando desconocido: _Vertical
Seleccione los objetos a mover:
```

No hay objetos seleccionados, pero la macro introduce "vertical" cuando se solicita "seleccionar objetos". Esto no funcionará. Necesita pausar el comando para poder designar los objetos.

9. En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, en el cuadro de edición **Comando** de Botón derecho del ratón, actualice la macro para que incluya una pausa después de mover el comando y antes de la opción Vertical:  
**!\_Move\_Pause\_Vertical**
10. Pruebe la preselección y la selección de objetos en el comando.



### Añadir un nuevo botón en la barra de herramientas **Propiedades**

A continuación, crearemos un botón de comando nuevo en la barra de herramientas **Propiedades**.

- El botón izquierdo del ratón cambiará la propiedad de color de un objeto con el Selector de color.
- El botón derecho del ratón cambiará la propiedad de color con el valor RGB.

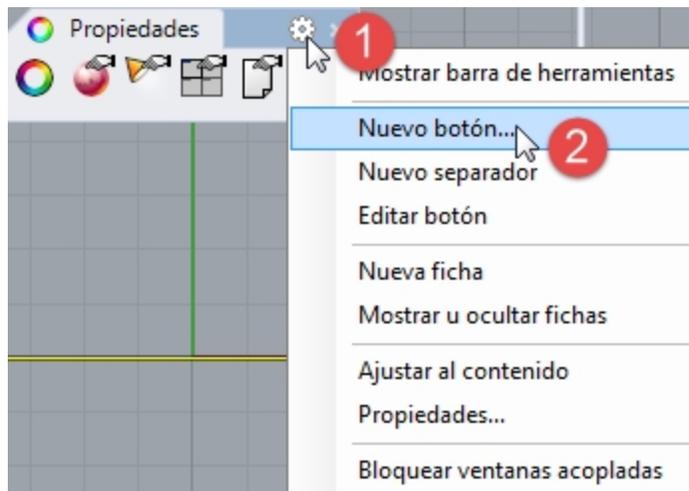
Prepárese para escribir estas macros repasando los comandos de Rhino necesarios para cambiar el color de un objeto con la versión con scripts del comando **Propiedades**, **-Propiedades**.

Tome notas en un archivo de texto y prepare una lista con las opciones necesarias para las macros.

1. En **Opciones**, en la página **Barra de herramientas**, seleccione el archivo RUI "default" y, debajo del área Barra de herramientas, vaya hasta **Propiedades**. Haga clic en la casilla de verificación para abrir la barra de herramientas **Propiedades**.
2. Haga clic en el botón Aceptar del cuadro de diálogo **Opciones**. Aparecerá la barra de herramientas **Propiedades**.

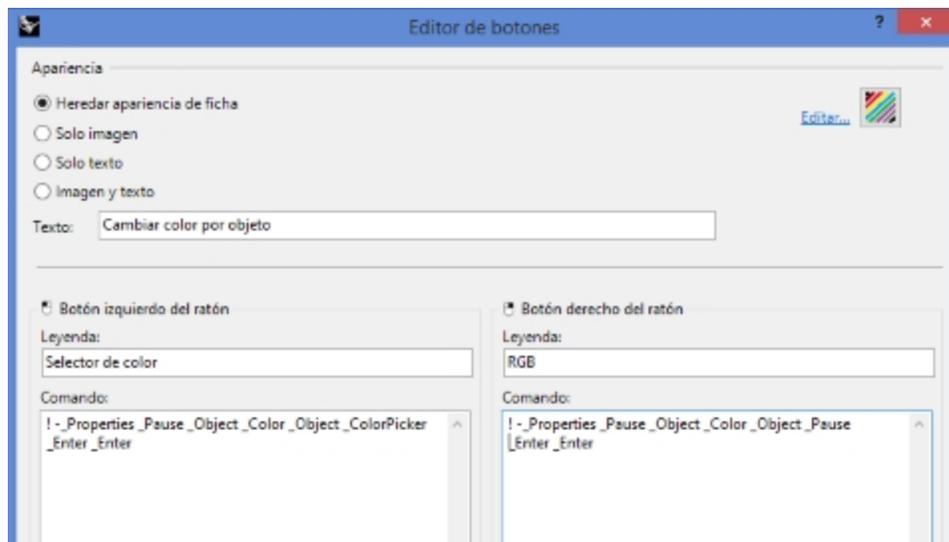


3. En barra de título de la barra de herramientas **Propiedades**, haga clic en el icono de engranaje y seleccione **Nuevo botón** en el menú.

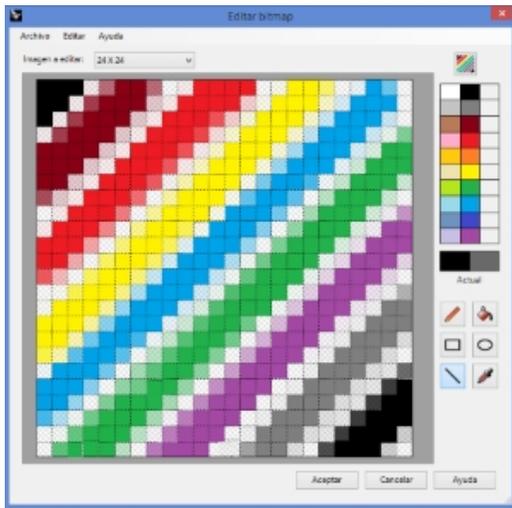


4. En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, en el campo Texto, escriba **Cambiar color por objeto**.
5. En **Leyenda** de Botón izquierdo del ratón, escriba **Selector de color** y en **Leyenda** de Botón derecho del ratón, escriba **RGB**.
6. En el **Comando** de Botón izquierdo del ratón, escriba:  
! -\_Properties \_Pause \_Object \_Color \_Object \_ColorPicker \_Enter \_Enter
7. En **Comando** de Botón derecho del ratón, escriba:  
! -\_Properties \_Pause \_Object \_Color \_Object \_Pause \_Enter \_Enter

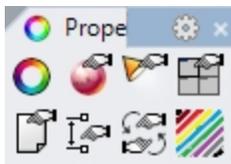
**Nota:** encontrará estas macros en la carpeta de materiales Nivel 2 en el archivo de texto **Macros.txt**.



8. En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, haga clic en **Editar**.
9. En el cuadro de diálogo **Editar bitmap**, utilice las herramientas para diseñar un botón que sean representativas de estas macros. Aquí tiene una sugerencia:



10. Haga clic en Aceptar para cerrar el cuadro de diálogo **Editar bitmap** y el botón se actualizará.



11. Pruebe las macros de los botones.

## Alias de comandos

Los mismos comandos y macros que están disponibles para los botones, también lo están para los alias de comandos. Los alias de comandos son muy útiles y permiten utilizar abreviaturas en Rhino. Son comandos y macros que se activan cuando se permiten los comandos, pero se suelen usar como acceso directo.

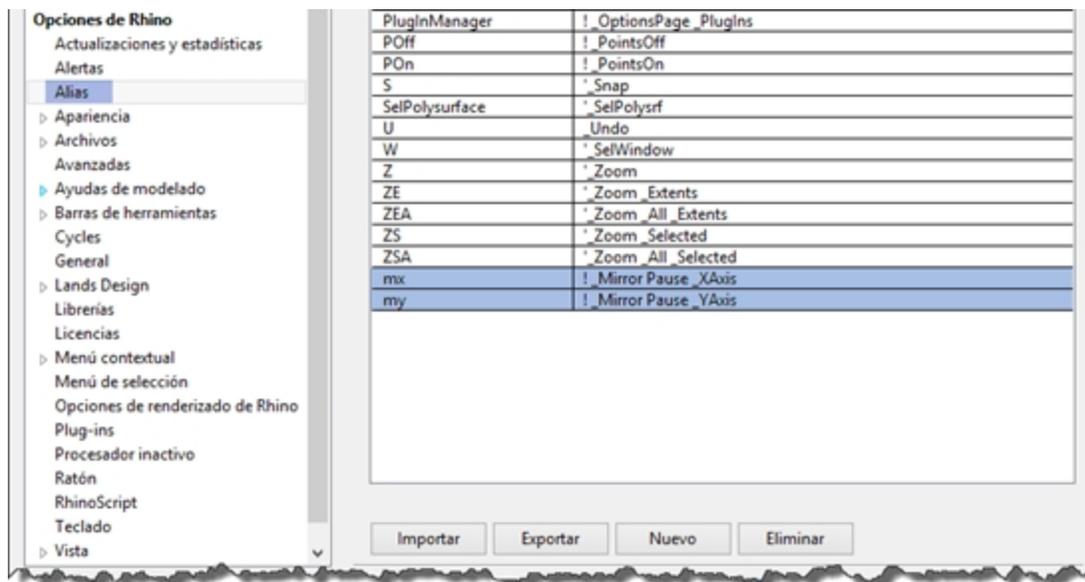
Utilice los alias para las secuencias de comandos que utilice con frecuencia.

**Nota:** Cuando cree alias de comandos, utilice teclas que estén cerca unas de otras o repita el mismo carácter 2 o 3 veces para que sea más fácil de utilizar.

Para las próximas secciones de este capítulo, encontrará un archivo de texto en la carpeta que contiene los materiales de Nivel 2 denominado **Macros.txt**. Si necesita resolver problemas con las macros, puede abrirlo y comparar el contenido con el suyo.

### Hacer un alias de comando

1. **Abra** el archivo **Alias.3dm**.
2. En el menú **Herramientas**, haga clic en Opciones.
3. En el cuadro de diálogo **Opciones de Rhino**, en la página **Alias**, puede añadir alias de comandos, secuencias de comandos o macros.
4. Haga clic en **Nuevo** para introducir un nuevo alias.  
Introduciremos alias para hacer copias simétricas de los objetos seleccionados verticalmente y horizontalmente al otro lado del origen del plano de construcción activo. Son útiles cuando se construyen objetos simétricos centrados en el origen.



5. En la columna **Alias**, escriba **mx**.
6. En la columna **Macro de comando**, escriba **! \_Mirror \_Pause \_XAxis**  
El alias está en la columna izquierda y la secuencia de comandos en la derecha. Con los botones se aplican las mismas normas.  
Los alias se pueden utilizar en otras macros de alias o de botones.
7. Para crear un nuevo alias, haga clic en el botón **Nuevo**.
8. En la columna **Alias**, escriba **my**.
9. En la columna **Macro de comando**, escriba **! \_Mirror \_Pause \_YAxis**

### Probar los nuevos alias

- ▶ Seleccione objetos y escriba **mx** o **my** y pulse **Intro**.  
Si no se preseleccionan objetos, la Pausa de la secuencia de comandos le pedirá que seleccione objetos y pulse **Intro** para completar la selección.

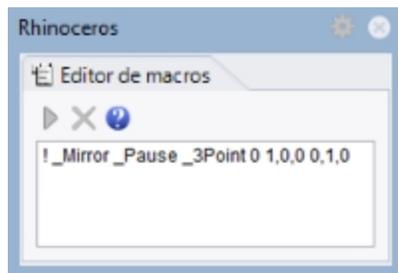
## Editor de macros

Para hacer macros más complicadas, es recomendable utilizar el editor de macros integrado en Rhino. Las macros se pueden editar y ejecutar directamente desde el editor. De este modo, puede probar rápidamente si las opciones del comando y la sintaxis son correctas.

En el siguiente ejemplo, crearemos una macro de simetría que permita realizar una copia simétrica en el plano de construcción. Utilizaremos el **Editor de macros** para crear y probar la macro antes de añadirla a la lista de Alias.

### Utilizar el editor de macros

1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Comandos** y luego en **Editor de macros**.
2. En el **Editor de macros**, escriba **! \_Mirror \_Pause \_3Point 0 1,0,0 0,1,0**.



3. Para probar la macro, haga clic en el icono **Ejecutar** en el **Editor de macros**.
4. Si la macro funciona correctamente, seleccione el texto y cópielo en el portapapeles.
5. Abra el cuadro de diálogo **Opciones** en la página **Alias** y cree un nuevo alias con el nombre **mc**.
6. Pegue el texto del **Editor de macros** en la columna del comando **Alias**.

7. Seleccione objetos y pruebe el nuevo alias.
8. Escriba **mc** y pulse **Intro**.

## Exportar e importar opciones de Rhino

En alguna ocasión, puede que necesite copiar algunas o todas las opciones de Rhino de un equipo a otro. Por ejemplo, de un equipo fijo a un portátil. Las opciones que interesan especialmente son los alias, los accesos directos de teclado y los modos de visualización. Rhino tiene comandos que permiten exportar las opciones a un archivo y también importarlas desde un archivo.

### Exportar opciones

---

1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Exportar opciones**.
2. En el cuadro de diálogo **Guardar como**, en **Nombre de archivo**, escriba **Nivel2\_Opciones**.  
Las opciones actuales se guardan en un archivo.

### Importar opciones

---

1. **Elimine** uno de los alias que creó previamente.
2. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Importar opciones**.
3. En el cuadro de diálogo **Importar opciones**, seleccione el archivo que acaba de guardar.
4. Para las **Opciones para importar**, haga clic en **Alias, Apariencia** o cualquier otra opción que desee importar.
5. Compruebe si vuelve a estar el alias que había eliminado.

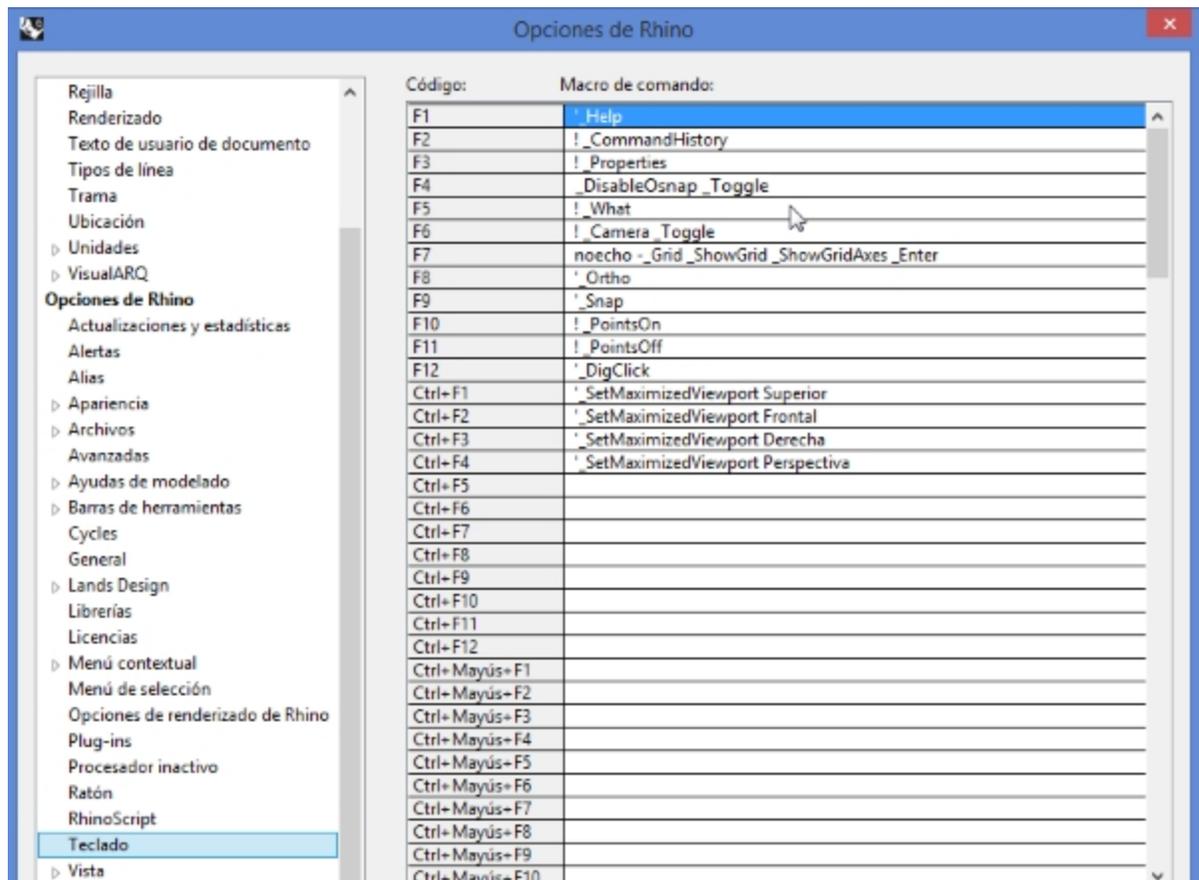
## Método abreviado de teclado

Los mismos comandos, secuencias de comando y macros que puede usar para los botones y alias, también están disponibles para las teclas de acceso directo. Los accesos directos son comandos y macros que se activan mediante la combinación de las teclas de función **Ctrl**, **Alt** y las teclas alfanuméricas.

### Crear una tecla de acceso directo

---

1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Opciones**.
2. En el cuadro de diálogo **Opciones**, en la página **Teclado**, puede añadir secuencias de comandos o macros.
3. Para crear un nuevo acceso directo, haga clic en la columna **Macro de comando** junto a **F4**.
4. Para el acceso directo, escriba **\_DisableOsnap\_Toggle**.  
Con este método abreviado será más fácil desactivar las referencias a objetos activas.
5. Para crear un nuevo acceso directo para el comando **Info**, haga clic en la columna **Macro de comando** junto a **F5**.



6. Para el acceso directo, escriba **!\_What**.
7. Pulse **Aceptar** para cerrar el cuadro de diálogo. Pruebe las teclas **F4** y **F5**.  
Preseleccione un objeto para probar el comando **Info** en **F5**.

Hay varias teclas de método abreviado que ya tienen comandos asignados. Con los botones y los alias se aplica el mismo método.

## Plug-ins

Los plug-ins son programas que amplían la funcionalidad de Rhino.

Clasificación de los plug-ins:

### Plug-ins incluidos

Integrados e instalados en Rhino. Algunos de los plug-ins se cargan automáticamente, por ejemplo, el renderizador de Rhino, el kit de desarrollo de renderizado (RDK), las barras de herramientas y los menús de Rhino, EdiciónDeCaja, etc. Otros están instalados, pero no cargados. La mayoría de estos plug-ins son de importación/exportación. Normalmente están activados y se cargan cuando se utilizan por primera vez.

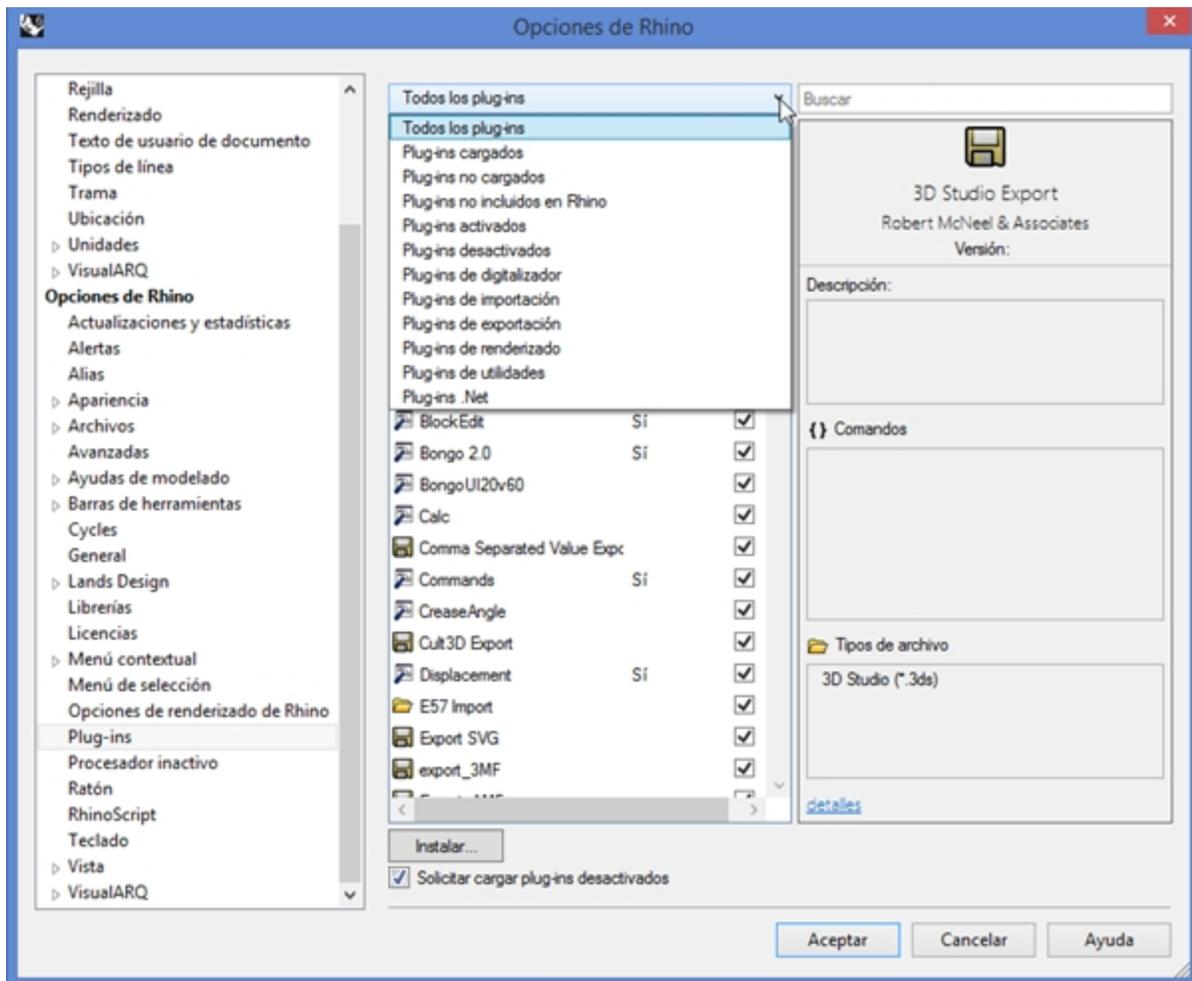
### Plug-ins de McNeel

Flamingo nXt, Penguin, Brazil (renderizado) y Bongo (animación) son productos de McNeel que están a la venta.

### Plug-ins externos

Estos programas y utilidades han sido desarrollados por desarrolladores externos. Algunos son gratuitos, pero la mayoría son productos comerciales que están a la venta. Algunos programas son aplicaciones independientes que funcionan con Rhino, pero no son plug-ins.

Generalmente, agregan funciones específicas a Rhino. Por ejemplo, RhinoCAM es una aplicación CAM, V-Ray es una aplicación de renderizado, RhinoGold un programa de diseño de joyería, VisualARQ es para crear modelos arquitectónicos, etc. Todas estas aplicaciones están desarrolladas por expertos de cada industria. Para obtener más información sobre estos programas, visite la página web de [Food4Rhino](http://Food4Rhino.com).



### Cargar un plug-in

Para este ejemplo, hemos incluido un plug-in de la página de Rhino 5.0 Labs para que pueda instalarlo y utilizarlo.

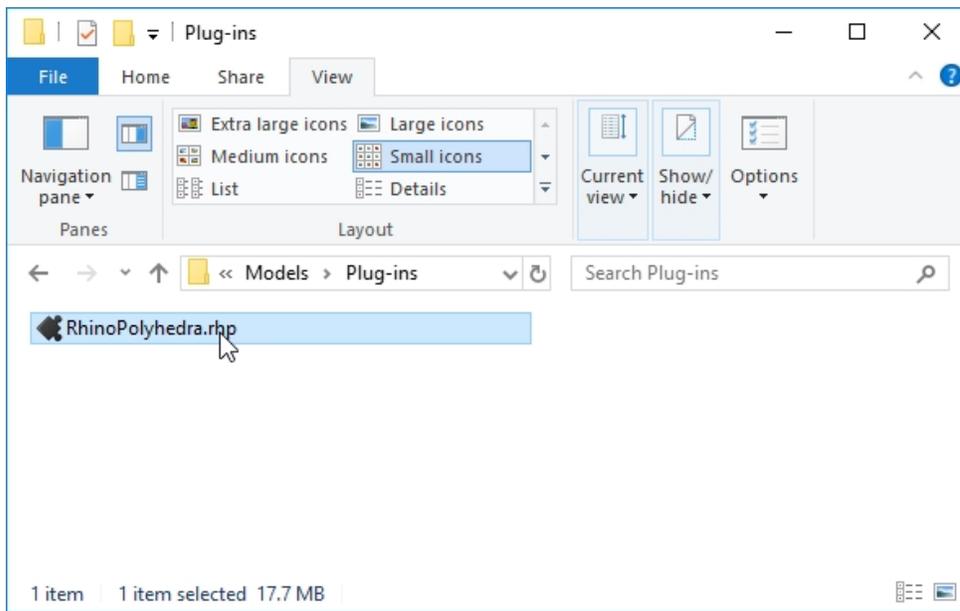
1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Opciones**.
2. Haga clic en **Plug-ins**.  
Se muestra una lista de los plug-ins actualmente cargados y disponibles.
3. En la página **Plug-ins**, haga clic en **Instalar**.
4. En el cuadro de diálogo **Cargar plug-in**, navegue por la carpeta **Nivel 2/Modelos/Plug-ins** y seleccione **rhinopolyhedra6000.rhp**.

**Nota** : con una cuenta de [Food4Rhino](#), también puede descargar el plug-in [Rhinopolyhedra.rhi](#). El archivo RHI es un instalador de Rhino y hay que hacer doble clic en el archivo fuera de Rhino para instalarlo.

### Cargar un plug-in con la función de arrastrar y colocar

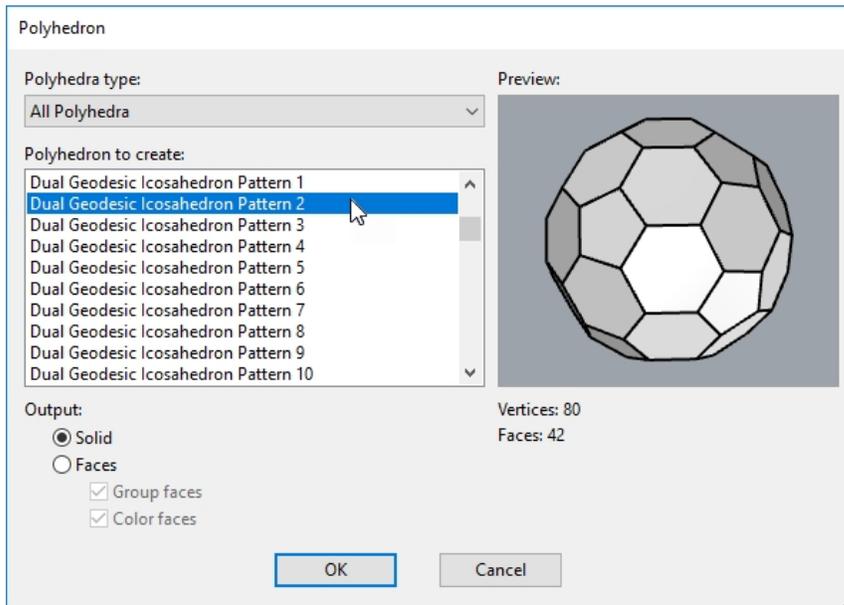
Para la carga inicial, también puede arrastrar y colocar el archivo **rhinopolyhedra6000.rhp** desde el explorador de archivos. Solo funcionará si no ha registrado **Rhinopolyhedra** en una sesión anterior.

1. Abra una ventana del **Explorador de Windows**.
2. Navegue hasta la carpeta **Nivel 2/Modelos/Plug-ins** o cualquier otra carpeta que tenga un plug-in **.rhp** que quiera instalar.
3. Haga clic en el archivo de plug-in **rhinopolyhedra6000.rhp** y arrástrelo y colóquelo en la ventana abierta de Rhino.

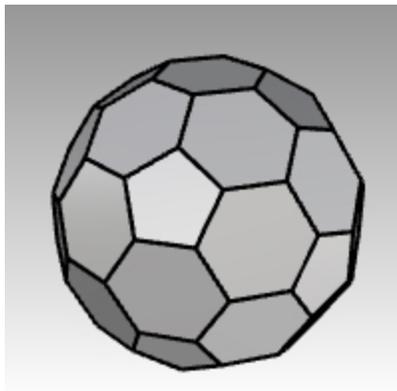


## Ejecutar el comando

1. Para ejecutar el comando en Rhino, escriba **Polyhedron** en la línea de comandos.
2. En el cuadro de diálogo **Polyhedron**, seleccione uno de los poliedros de la lista, por ejemplo, **Dual Geodesic Icosahedron Pattern 2**.



3. Haga clic en un punto central y un punto de radio para completar el poliedro.



## Scripts

Rhinoceros admite los scripts a través de **RhinoScript** y **Rhino.Python**.

Para utilizar secuencias de comandos en Rhino, debe tener nociones de programación. Afortunadamente, el lenguaje de scripts es fácil de aprender y hay mucha documentación disponible que le puede servir de ayuda para empezar.

Encontrará más información en la [Wiki para desarrolladores](#).

Además, Rhino se instala con la ayuda para ambas herramientas de scripting. Prueba los comandos **EditarScript** y **EditarScriptDePython** para obtener más información.

En esta lección no crearemos scripts, pero sí aprenderemos a ejecutar un script y aplicarlo a un botón.

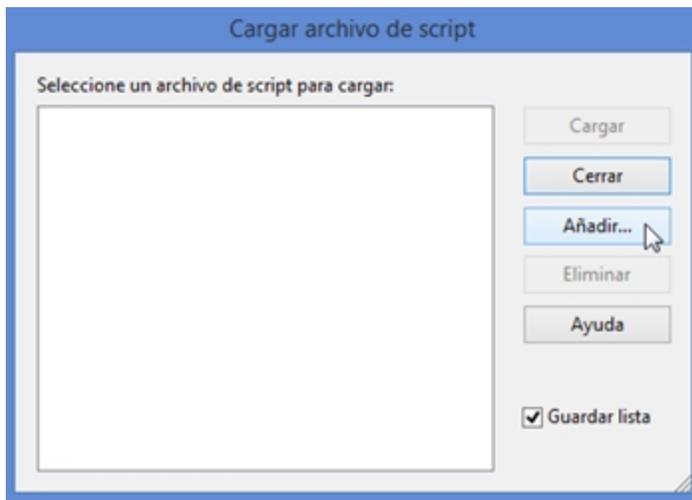
El siguiente script listará información sobre el modelo actual.

### Cargar un script de Rhino

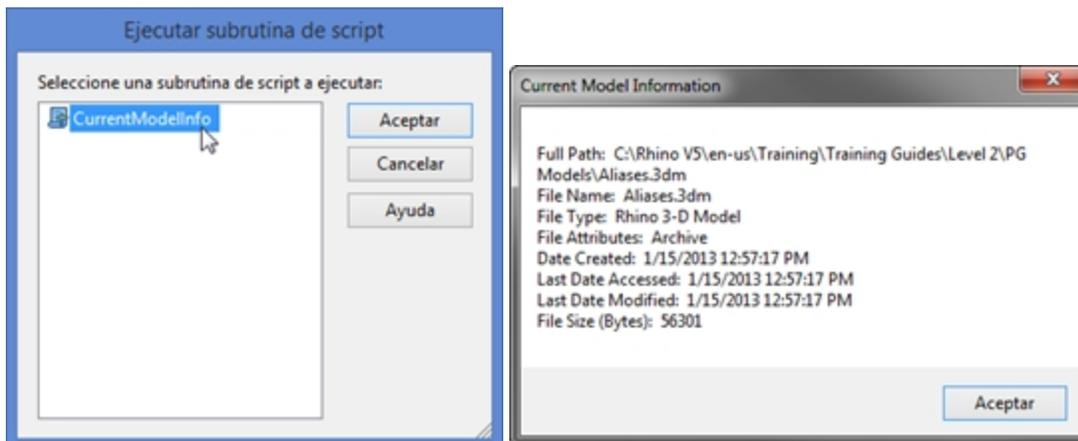
1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **RhinoScript** y luego en **Cargar**.
2. En el cuadro de diálogo **Cargar archivo de comandos**, haga clic en **Añadir**.
3. En el cuadro de diálogo **Abrir**, seleccione **CurrentModelInfo.rvb** y luego haga clic en **Abrir**.

**Nota:** es posible que aparezca el mensaje "Rhino no puede encontrar el archivo de script CurrentModelInfo.rvb." Si esto ocurre, tendrá que incluir la ruta completa a la carpeta donde está ubicado el archivo de script o agregar una ruta de búsqueda en la sección **Archivos de Opciones de Rhino**.

4. En el cuadro de diálogo **Cargar archivo de script**, seleccione **CurrentModelInfo.rvb** y haga clic en **Cargar**.



5. **Guarde** el modelo actual.  
Si no tiene una versión guardada del modelo, no será posible obtener información.
6. En el menú **Herramientas**, haga clic en **RhinoScript** y luego en **Ejecutar**.
7. En el cuadro de diálogo **Ejecutar subrutina de script**, haga clic en **CurrentModelInfo** y luego en **Aceptar**.  
Aparece un diálogo que describe la información actual de este modelo.

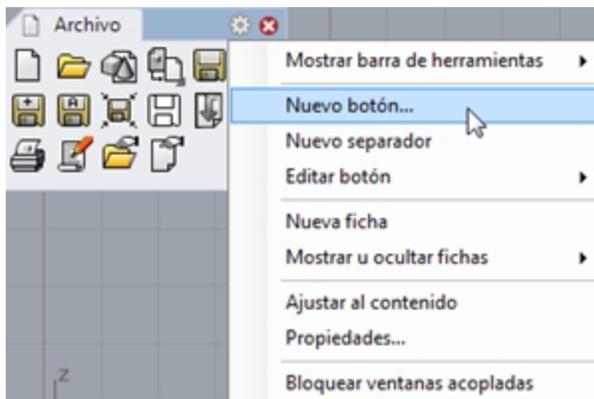


### Editar el archivo de script

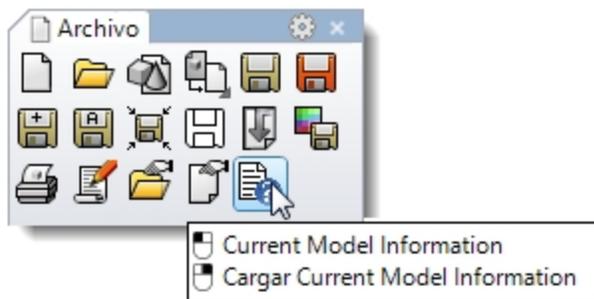
1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **RhinoScript** y luego en **Editar**.
2. En la ventana **Editor de scripts de Rhino**, en el menú **Archivo**, haga clic en **Abrir**.
3. En el cuadro de diálogo **Abrir**, seleccione **CurrentModelInfo.rvb** y haga clic en **Abrir**.  
No editaremos archivos de script en esta clase. Este ejercicio sirve para mostrar cómo acceder a la función de edición si es necesario.
4. Cierre la ventana del **Editor de scripts de Rhino**.

### Crear un botón que cargue o ejecute un script

1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Configurar barra de herramientas**.
2. En el cuadro de diálogo **Barras de herramientas**, seleccione la barra de herramientas **Archivo** y cierre el cuadro de diálogo.
3. Haga clic con el botón derecho en la barra de título de la barra de herramientas **Archivo**.
4. En el menú emergente que aparece, haga clic en **Nuevo botón**.
5. En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, en **Leyenda** de Botón izquierdo del ratón, escriba **Información del modelo actual**.
6. En **Leyenda** de Botón derecho del ratón, escriba **Cargar información actual del modelo**.



7. En el cuadro **Texto**, escriba **Info modelo**.
8. En el cuadro **Comando** del Botón izquierdo del ratón, escriba **! -\_EjecutarScript (CurrentModelInfo)**
9. Y en el cuadro del **Botón derecho del ratón**, escriba **! -\_CargarScript "CurrentModelInfo.rvb"**



### Añadir un bitmap personalizado

1. En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, haga clic en **Editar**.
2. En el cuadro de diálogo **Editar bitmap**, en el menú **Archivo**, haga clic en **Importar bitmap**.
3. Seleccione el archivo **CurrentModelInfo.rvb** y haga clic en **Abrir**.
4. En el cuadro de diálogo **Editor de botones**, haga clic en **Aceptar**.
5. Pruebe el nuevo botón.

## Archivos de plantilla

Una plantilla es un archivo de Rhino que se puede usar para guardar configuraciones básicas. Las plantillas incluyen toda la información que se guarda en archivo 3DM de Rhino: objetos, bloques, diseños, opciones de rejilla, diseño de vista, capas, unidades, tolerancias, configuración de renderizado, opciones de cota, notas y cualquier opción de propiedades de documento.

Puede guardar sus propias plantillas en las que basar sus futuros modelos o usar las plantillas predeterminadas que incluye Rhino. Probablemente quiera tener plantillas con características específicas para diferentes tipos de creación de modelos.

Las plantillas estándar que vienen con Rhino tienen diferentes disposiciones de las ventanas o configuraciones de unidades, pero no geometría, y configuraciones predeterminadas para todo lo demás. Para proyectos diferentes es probable que haya que cambiar la configuración. Puede tener plantillas con configuraciones diferentes cualquier opción que se puede guardar en un archivo, como por ejemplo las mallas de renderizado, la tolerancia de ángulo, las capas guardadas, las luces, la geometría estándar prediseñada y notas.

Si incluye notas en su plantilla, aparecerán en el cuadro de diálogo **Abrir archivo de plantilla**.

El comando **Nuevo** empieza un nuevo modelo con una plantilla (opcional). Se utilizará la plantilla predeterminada a no ser que la cambie por otra o por cualquier otro archivo de Rhino.

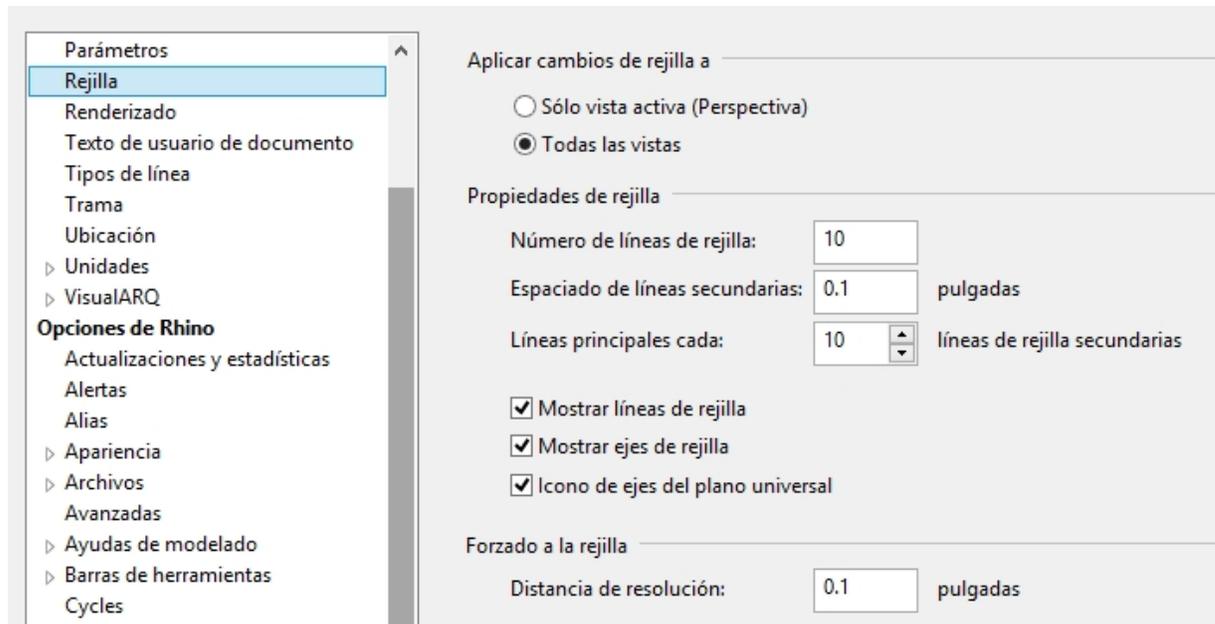
Para cambiar la plantilla que se abre por defecto cuando se inicia Rhino, escoja **Nuevo** y seleccione el archivo de plantilla que quiera que le aparezca cada vez que inicie Rhino y, a continuación, marque la casilla **Utilizar este archivo al iniciar Rhino**.

## Ejercicio 2-2 Crear una plantilla

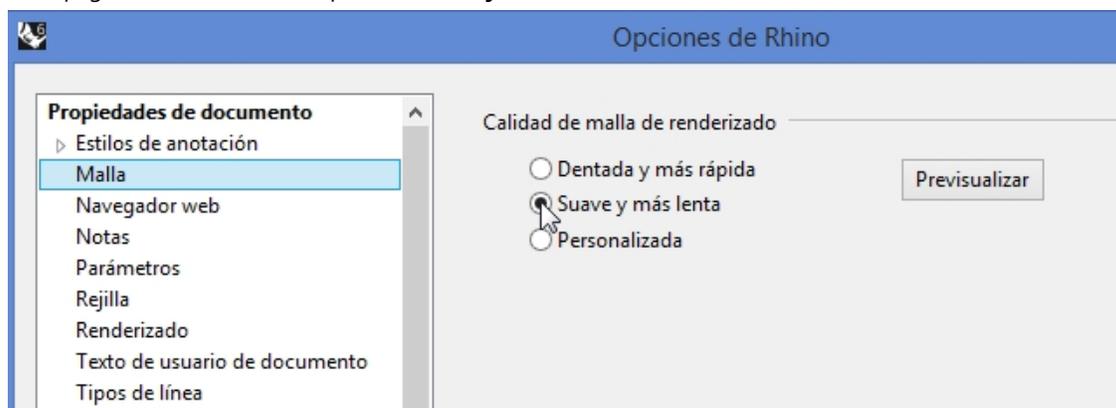
1. Empiece un nuevo modelo.
2. Seleccione **Objetos pequeños - Pulgadas.3dm** como plantilla.
3. En el menú **Renderizado**, haga clic en **Renderizador actual** y luego en **Renderizado de Rhino**.

### Configurar las propiedades de documento

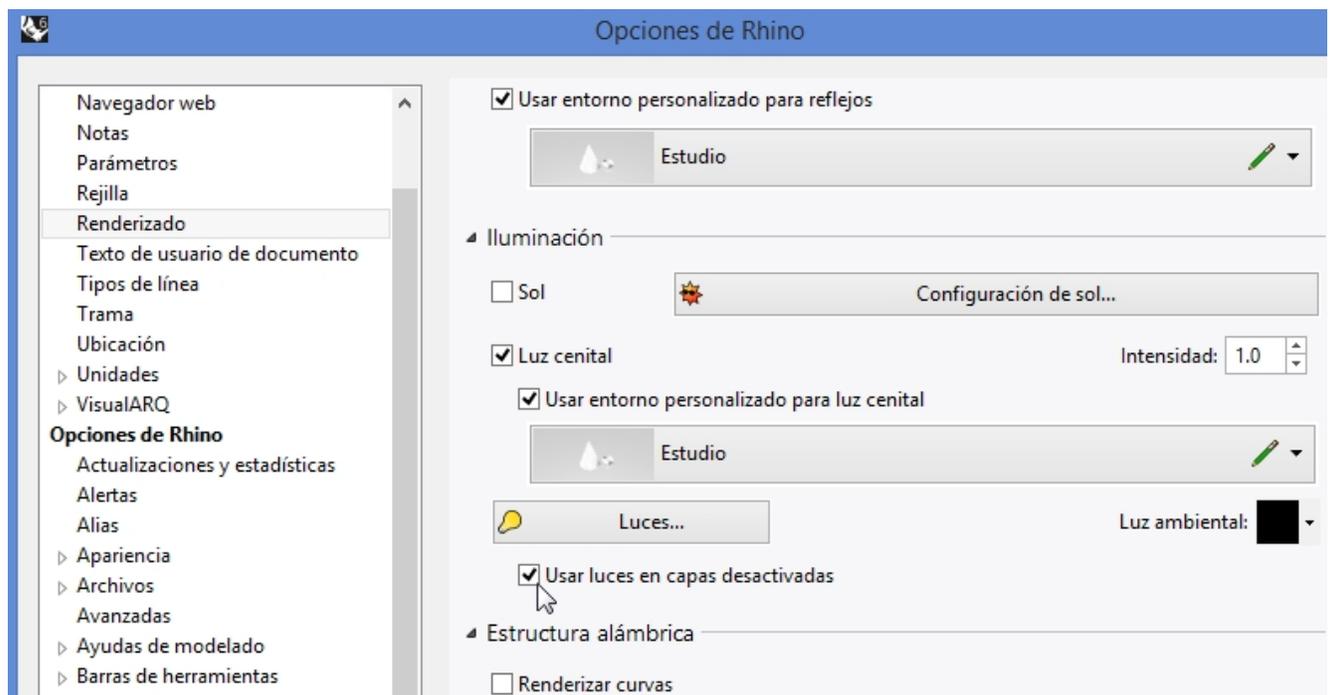
1. En el menú **Archivo**, haga clic en **Propiedades**.
2. En el cuadro de diálogo **Propiedades de documento**, en la página **Rejilla**, defina las siguientes opciones:  
**Número de líneas de rejilla a 10**  
**Espaciado de la línea de rejilla secundaria a 0.1** pulgadas  
**Líneas principales cada \_\_\_ a 10** líneas de rejilla secundarias  
**Espaciado de forzado a 0.1.**



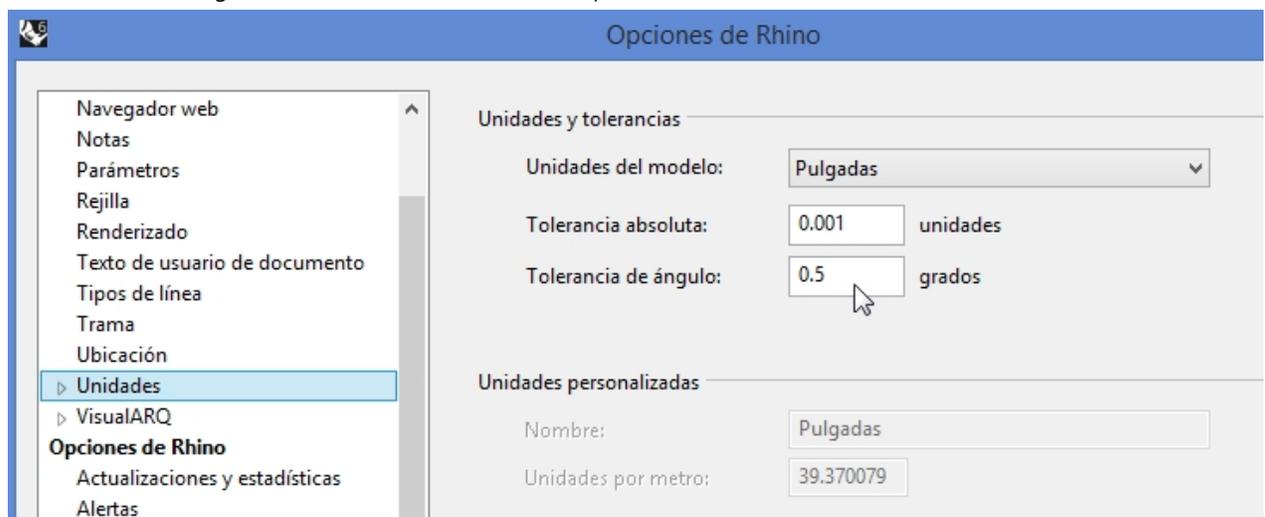
3. En la página **Malla**, cambie la opción a **Suave y más lenta**.



4. En la página **Renderizado**, desplácese a la sección **Iluminación**. Marque la opción **Utilizar luces en capas desactivadas**.



5. En la página **Unidades**, cambie la **Tolerancia de ángulo** a **0.5** y haga clic en **Aceptar**.  
Las normales de tangentes finales estarán determinadas por este valor.

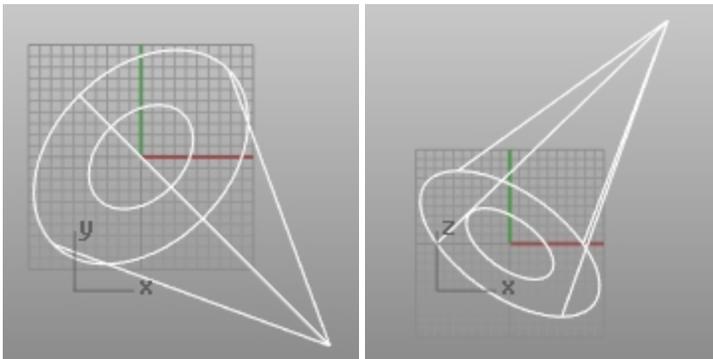


### Configurar las capas

1. Abra el panel de **Capas**. Haga los siguientes cambios:  
Cambie el nombre de **Capa 05** a **Focos de luz**.  
Cambie el nombre de **Capa 04** a **Curvas**.  
Cambie el nombre de **Capa 03** a **Superficies**.  
Cambiar nombre de **Predeterminada** a **Referencia**.
2. Establezca **Focos** como capa actual.
3. Elimine las capas no utilizadas: **Capa 01** y **Capa 02**.

Nombre			Tipo de línea	Color de impresión	Ancho de impresión		
Referencia					Continua	◆	Predeterminado
Superficies					Continua	◆	Predeterminado
Curvas					Continua	◆	Predeterminado
Focos de luz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Continua	◇		<b>Predeterminado</b>

- Coloque dos focos de luz que enfoquen el origen y que estén aproximadamente a 45 grados en la vista **Superior** e inclinado 45 grados en la vista **Frontal**.
- Utilice el alias **my** para crear una copia simétrica de la luz.
- Para que la capa **Curvas** sea la única capa visible, en el menú **Edición**, haga clic en **Capas** y luego en **Activar una capa**.
- Seleccione la capa **Curvas**.

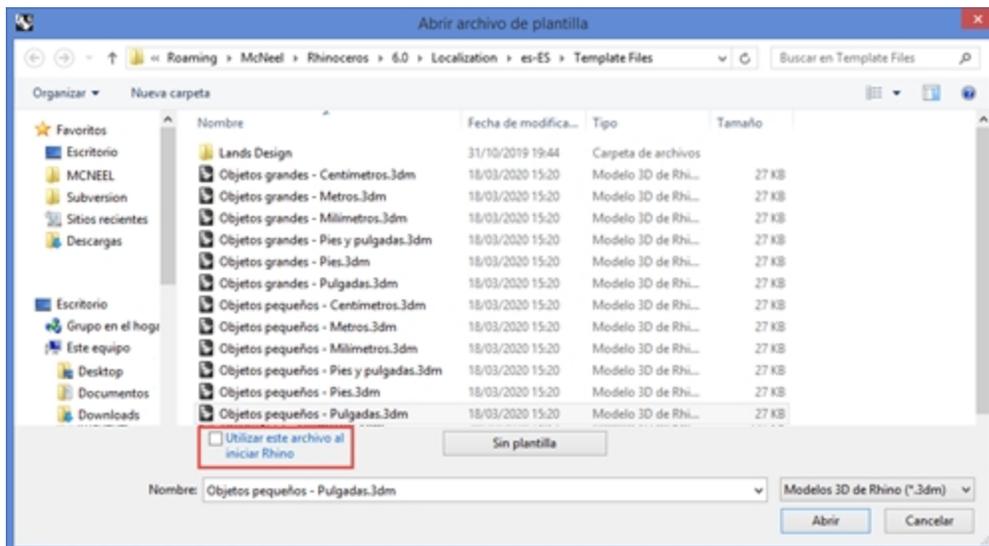


### Guardar notas

- En el menú **Panel**, haga clic en **Notas**.
- Introduzca los detalles de la plantilla en el panel de **Notas**.
- En el menú **Archivo**, haga clic en **Guardar como plantilla**.
- Póngale el nombre **Objetos pequeños - Decimal Pulgadas - 0.001.3dm** a la plantilla.  
Este archivo configurado ya estará disponible cada vez que empiece un nuevo modelo.

### Definir una plantilla predeterminada

- En el menú **Archivo**, haga clic en **Nuevo**.
- Seleccione la plantilla que quiera usar como plantilla predeterminada.
- En el cuadro de diálogo **Abrir archivo de plantilla**, marque la casilla **Utilizar este archivo al iniciar Rhino**.  
Cree plantillas personalizadas de los tipos de modelos que realiza habitualmente para ahorrar tiempo en la configuración.





# Capítulo 3 - Topología NURBS

La geometría subyacente de las superficies NURBS tiene una topología rectangular en UV o espacio de parámetro. Las filas de puntos de superficies y la parametrización se organizan en dos direcciones (U y V). Estas dos direcciones son transversales, aproximadamente a 90 grados en una superficie ideal, aunque no siempre es posible. Esta estructura no siempre es evidente al crear o manipular una superficie. Recordar esta estructura sirve para decidir las estrategias que deben usarse en la creación o edición de geometría.

## Ejercicio 3-1 Trabajar con topología

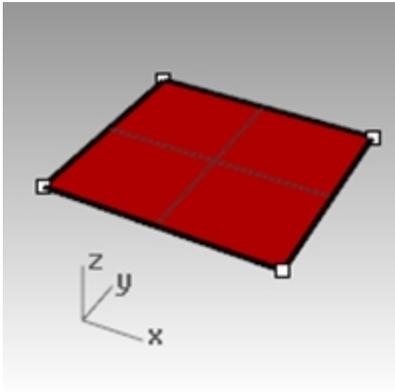
En el siguiente se mostrará cómo se organiza la topología NURBS y se comentarán algunos casos de especial consideración en la creación o edición de geometría.

1. **Abra el modelo Topología.3dm.**

En la capa actual se ven varias superficies.

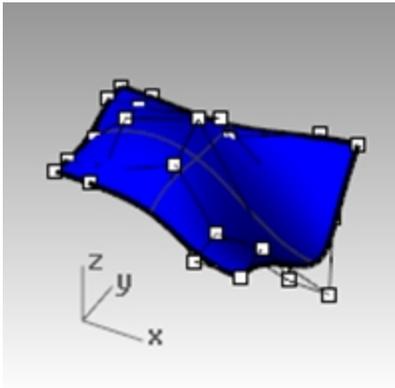
2. Active los puntos de control del plano rectangular simple de la izquierda.

La superficie tiene cuatro puntos de control, uno en cada esquina (se trata de una superficie plana simple no recortada que muestra la topología rectangular).



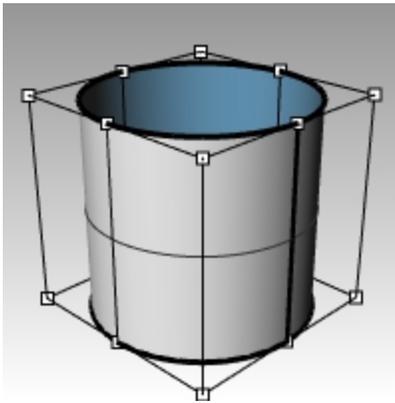
3. Ahora active los puntos de control de la superficie más curvada.

Hay muchos más puntos, pero está claro que están organizados de forma rectangular.



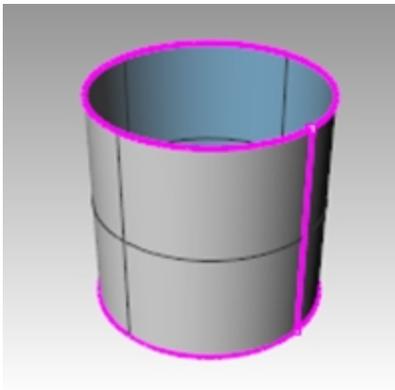
4. Seleccione el **cilindro**.

Aparece como superficie circular continua, pero también tiene un contorno rectangular.

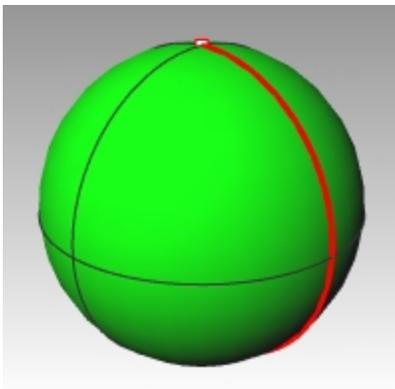


5. Utilice el comando **Mostrar bordes** (*Menú Análisis: Herramientas para bordes > Mostrar bordes*) para mostrar los bordes de la superficie.

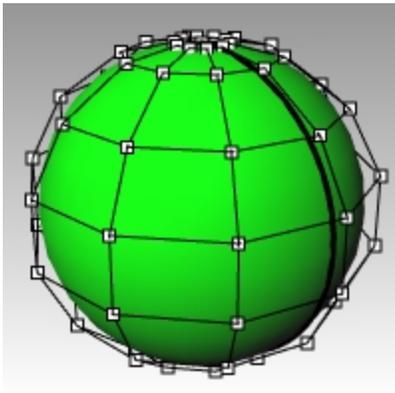
Observe que se ha resaltado una costura en el cilindro. La costura que se ha resaltado representa dos bordes del rectángulo, mientras que los otros dos bordes son circulares en la parte superior e inferior. La topología rectangular también está presente.



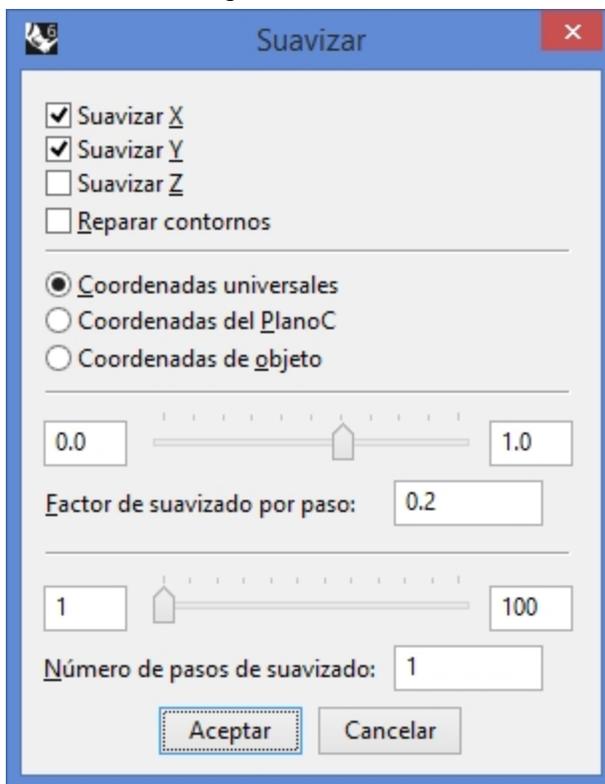
6. Seleccione la esfera.  
Aparece como objeto continuo cerrado.
7. Utilice el comando **MostrarBordes** para resaltar los bordes.



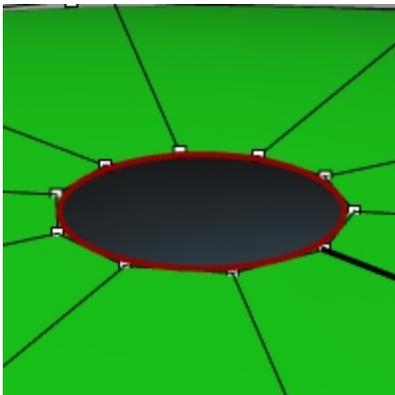
Observe que también se ha resaltado una costura en la esfera. La costura resaltada representa dos bordes de una superficie NURBS rectangular, mientras que los otros dos bordes se han reducido a un solo punto en los polos. Cuando todos los puntos de un borde no recortado se agrupan en un solo punto, se crea una singularidad. La topología rectangular también está presente aquí, aunque muy deformada.



8. Active los **puntos de control** de la esfera.
9. El comando **Zoom Objetivo** (*Menú: Vista > Zoom > Zoom Objetivo*) dibuja una ventana de selección muy ajustada alrededor de uno de los polos de la esfera.
10. Seleccione el punto en un polo de la esfera y ejecute el comando **Suavizar** (*Menú: Transformar > Suavizar*).
11. En el cuadro de diálogo **Suavizar**, desactive la casilla **Suavizar Z** y haga clic en **Aceptar**.



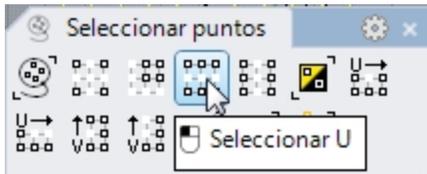
Se creará un agujero en el polo de la esfera. Ya no hay una singularidad en este polo de la esfera. MostrarBordes también lo resaltará como borde.



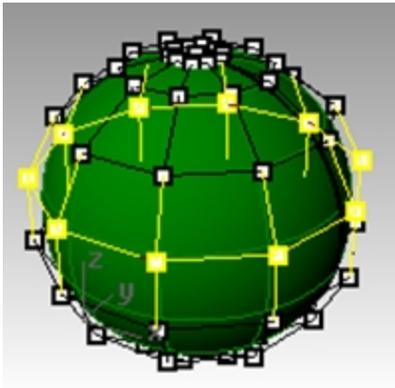
12. Utilice la tecla **Inicio** para volver a reducir el plano con el zoom.  
Es la forma más rápida de deshacer los cambios de las vistas.

### Seleccionar puntos

1. Abra la barra de herramientas **Seleccionar puntos**.



2. Seleccione un punto aleatorio en la esfera.
3. En la barra de herramientas **Seleccionar puntos**, haga clic en **Seleccionar U**.  
Se seleccionará una fila entera de puntos.

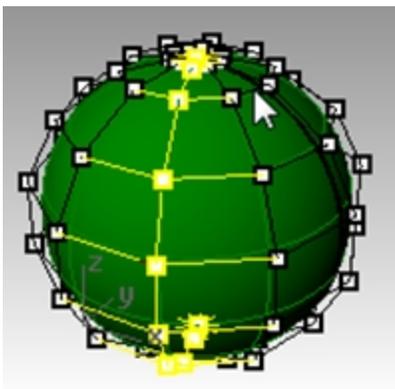


4. Deshaga la selección haciendo clic en un área vacía y seleccione otro punto en la esfera.
5. En la barra de herramientas **Seleccionar puntos**, haga clic en **Seleccionar V**.



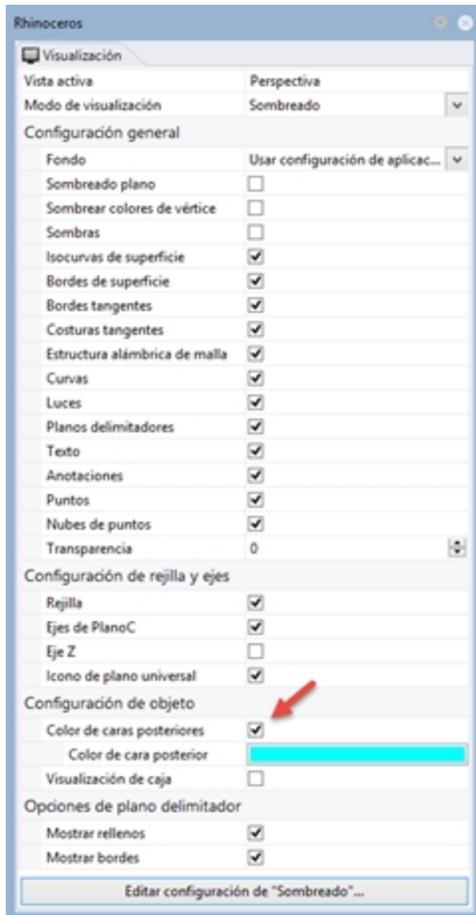
Se seleccionará una fila de puntos en la otra dirección del rectángulo. Esta disposición en las direcciones U y V siempre se da en superficies NURBS.

6. Pruebe los demás botones de la barra de herramientas.



**Sugerencia:** para ver hacia dónde apuntan las normales de la superficie actual, seleccione una visualización en modo sombreado para que muestre las caras posteriores en color. Esta opción está disponible en el panel

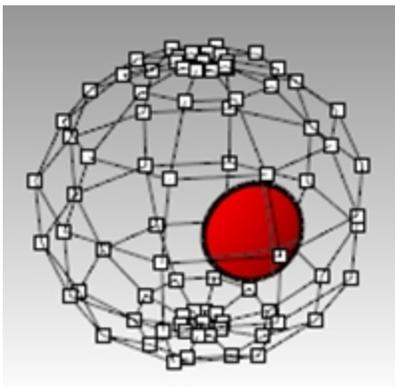
Visualización (menú Paneles > Visualización) para los modos sombreados. Seleccione un color brillante y distintivo como el naranja, amarillo o cian.



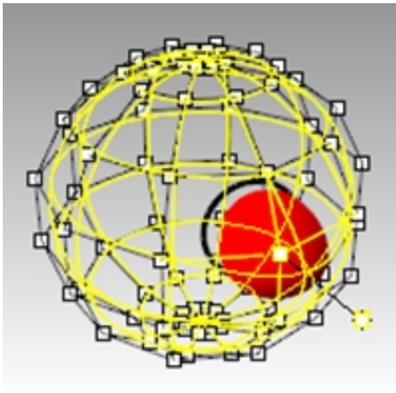
### Ejercicio 3-2 Observar las superficies recortadas

1. Abra el modelo **NURBS recortada.3dm**.

Esta superficie se ha recortado de una superficie mucho más grande. Los datos de la superficie subyacente de cuatro lados aún permanecen después de recortar una superficie, pero está limitada por las curvas de corte (bordes) en la superficie.



2. Seleccione la superficie, active los puntos de control y arrastre algunos puntos. Los puntos de control se pueden manipular en la parte recortada de la superficie o en el resto de la superficie, pero observe que los bordes de corte se desplazan cuando la superficie subyacente cambia. La curva de corte siempre permanece en la superficie.

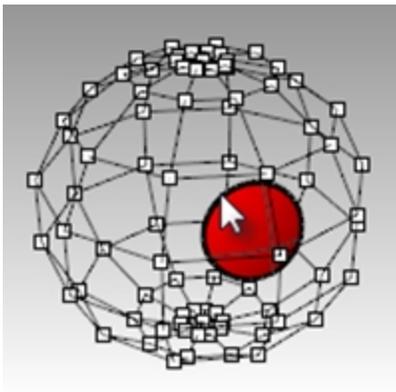


3. Utilice el comando **Deshacer** para deshacer la manipulación de puntos.

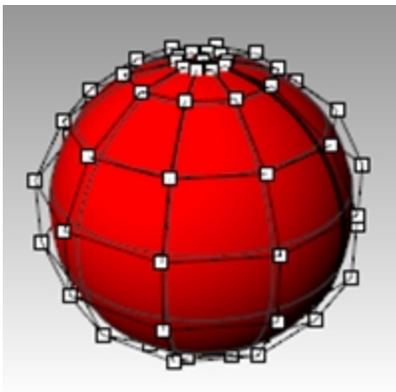
### Eliminar los recortes de una superficie

---

1. Ejecute el comando **DeshacerRecorte** (*Menú: Superficie > Herramientas de edición de superficies > DeshacerRecorte*).
2. Seleccione el borde de la superficie recortada.  
Aparecerá la superficie subyacente original y desaparecerá el contorno de corte.



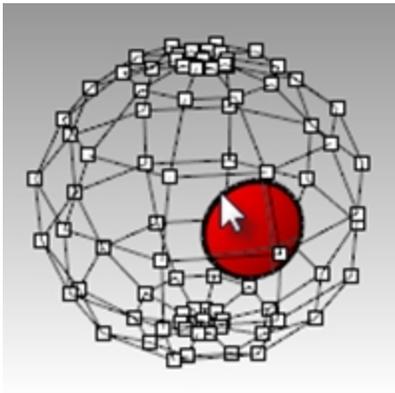
3. Utilice el comando **Deshacer** para volver a la superficie recortada anterior.



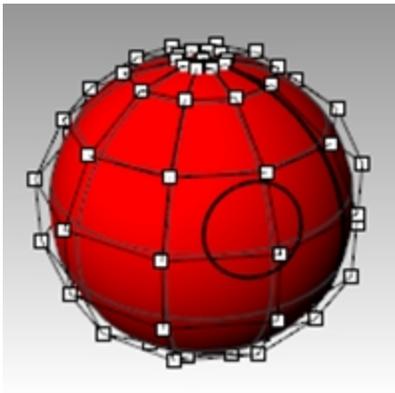
### Desasociar una curva de corte de una superficie

---

1. Ejecute el comando **DeshacerRecorte** con la opción **MantenerObjetosDeCorte** en **Sí** (*Menú: Superficie > Herramientas de edición de superficies > Desvincular recorte*).
2. Seleccione el borde de la superficie.  
Aparecerá la superficie subyacente original. Los bordes de contorno se convertirán en curvas, que ya no estarán asociadas a la superficie.

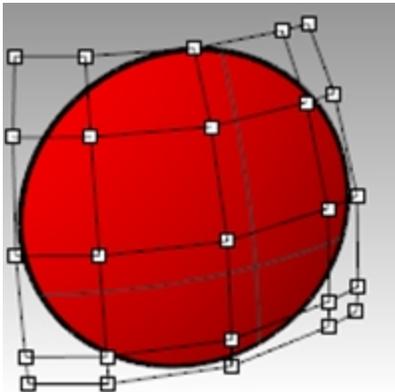


3. **Deshaga** la acción para volver a la superficie recortada anterior.



### Reducir una superficie recortada

1. Ejecute el comando **ReducirSupRecortada** (*Menú: Superficie > Herramientas de edición de superficies > Reducir superficie recortada*).
2. Seleccione la superficie y pulse **Intro** para terminar el comando.  
La superficie subyacente no recortada se reemplazará por una superficie más pequeña con las mismas características que la anterior. En la superficie recortada no se apreciará ningún cambio. Sólo quedará modificada la superficie subyacente no recortada.



### Modos de visualización personalizados

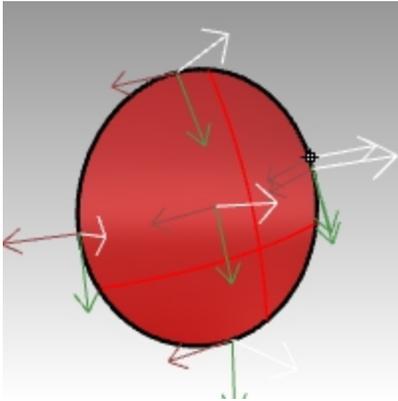
Asignar un color personalizado a la cara posterior de una superficie en el modo de visualización le ayudará a saber la dirección de la normal a través del color de visualización.

Al personalizar un modo de visualización, esta vista previa estará disponible desde cualquier vista en cualquier modelo de su equipo que use este modo de visualización personalizado.

Empezará personalizando el modo de visualización Sombreado.

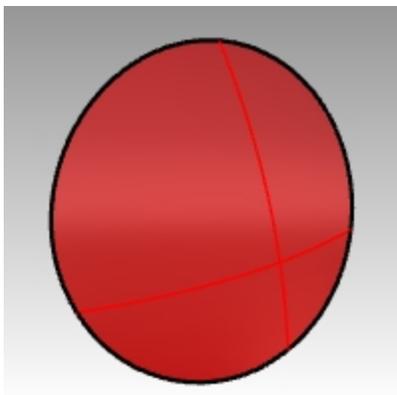
### Ejercicio 3-3 Asignar un color a la cara posterior

1. Si todavía no está abierto, abra el modelo **NURBS recortada.3dm**.
2. Haga clic con el botón derecho en el título de la vista **Perspectiva** y seleccione **Sombreado**.
3. Seleccione la superficie y, en el menú **Análisis**, haga clic en **Dirección**.
4. La superficie tendrá una flecha de 3 lados, similar al plano de construcción:

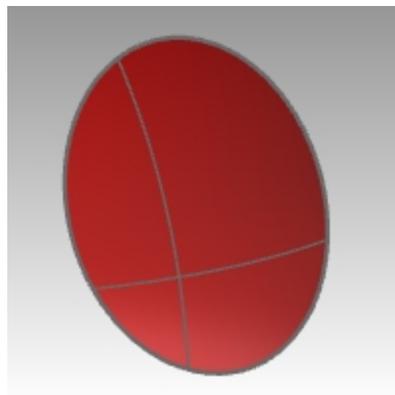


La flecha blanca muestra la dirección de la normal. La normal es la dirección que apunta "hacia fuera" o "hacia arriba". **Pulse Intro** para salir del comando y que la superficie vuelva a la vista normal.

5. La parte exterior y la interior de la superficie no son fáciles de distinguir en el modo de visualización **Sombreado** estándar.

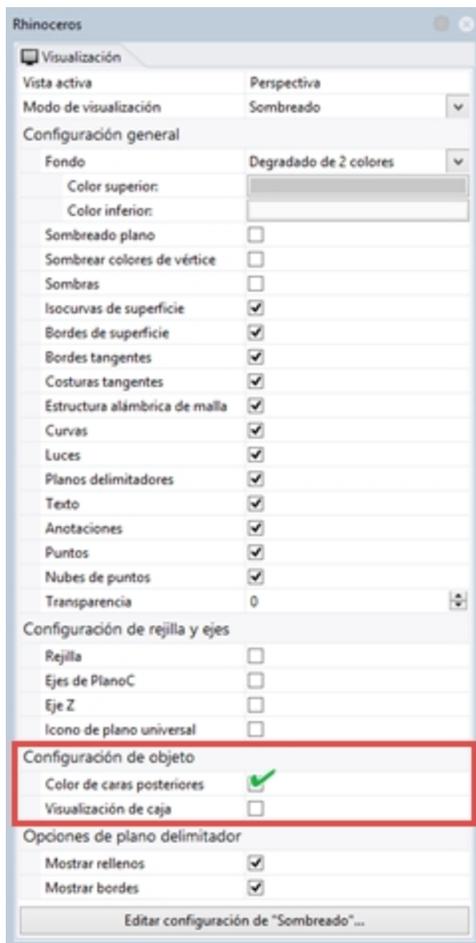


*Exterior de la superficie*



*Interior de la superficie*

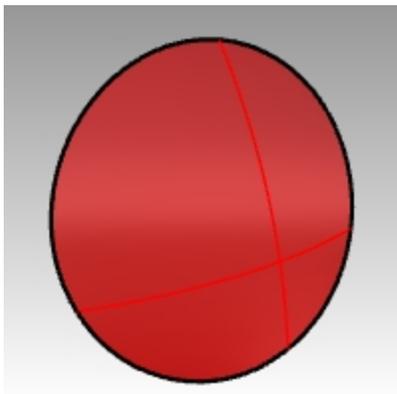
6. En el menú **Paneles**, haga clic en **Visualización**.
7. En el panel **Visualización**, haga clic en la casilla **Color de caras posteriores**.



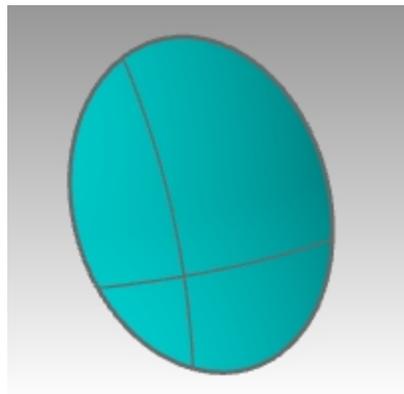
8. En **Color de cara posterior**, haga clic en la muestra de color.



9. En el cuadro de diálogo **Seleccionar color**, seleccione el color cian y haga clic en **Aceptar**.
10. Gire la vista y compruebe que la cara posterior de la superficie ahora se ve de color cian.



*Exterior de la superficie: igual.*



*Interior de la superficie: ahora de color cian.*



---

# Capítulo 4 - Creación de curvas y continuidad

---

Empezaremos esta parte del curso repasando algunos conceptos y técnicas relacionadas con las curvas NURBS que simplificarán el proceso de aprendizaje durante el resto de la clase. Las técnicas de creación de curvas tienen un efecto importante sobre las superficies que se construyen.

## Grado de curva

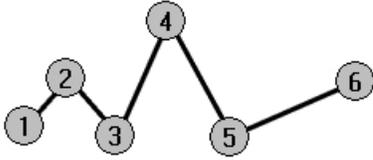
El grado de una curva hace referencia al polinomio de grado máximo en la ecuación de la curva. A la práctica, está relacionado con la influencia que ejerce un solo punto de control sobre la longitud la curva.

En curvas de grados más altos, un punto de control tiene menos influencia local y más influencia global en la longitud total de la curva. También tiene una continuidad interna más alta.

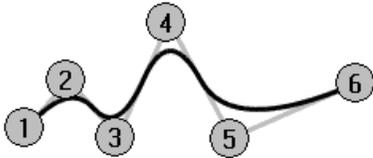
En el siguiente ejemplo, las cinco curvas tienen los puntos de control en los mismos seis puntos. Cada curva tiene un grado diferente. El grado puede establecerse con el comando **Curva**, opción Grado.

**Ejercicio 4-1 Observar el grado de curvatura**

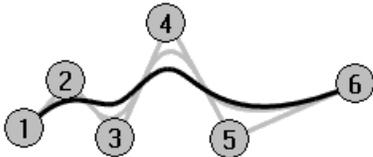
1. Abra el modelo **Grado de curva.3dm**.
2. Utilice el comando **Curva** (*Menú: Curva > Forma libre > Puntos de control*) con la opción **Grado** definida en **1**, utilizando la referencia a objetos **Punto** para restringir el cursor a cada punto.



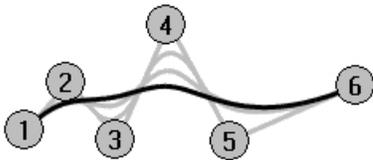
3. Repita el comando **Curva** con la opción **Grado** definida en **2**.



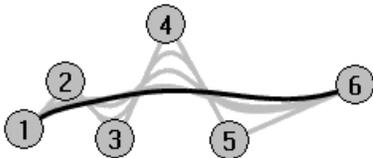
4. Repita el comando **Curva** con la opción **Grado** definida en **3**.



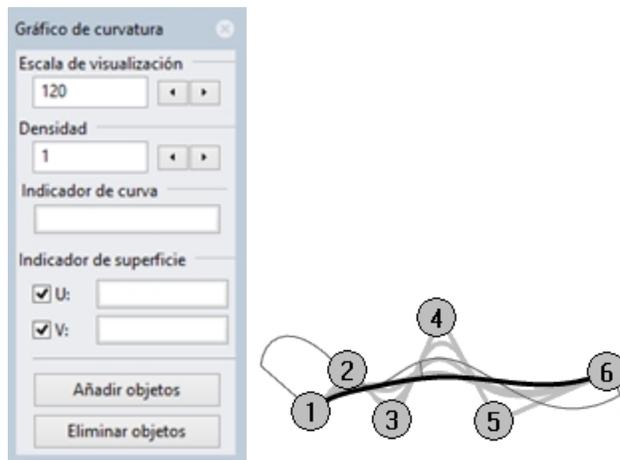
5. Repita el comando **Curva** con la opción **Grado** definida en **4**.



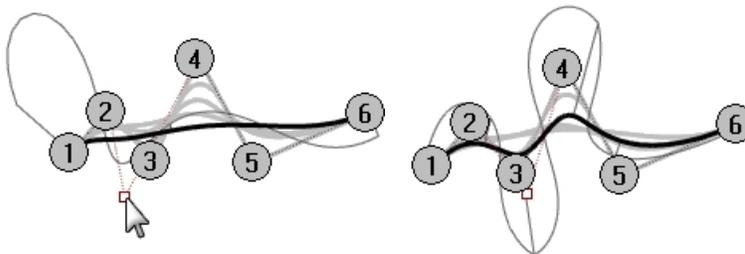
6. Repita el comando **Curva** con la opción **Grado** definida en **5**.

**Analizar la curvatura de una curva**

1. Utilice el comando **GráficoDeCurvatura** (*Menú Análisis: Curva > Activar gráfico de curvatura*) para activar el gráfico de curvatura de una de las curvas.
2. Defina la **Escala de visualización** al valor que muestra la siguiente imagen. Por ejemplo, un número entre 110-120. El gráfico indica la curvatura de la curva. Es la inversa del radio de curvatura. Cuanto menor sea el radio de la curvatura en cualquier punto de la curva, mayor será el nivel de curvatura.



3. Active los puntos de control de la curva con el gráfico y visualice el gráfico de curvatura mientras arrastra algunos puntos de control. Observe el cambio de la curvatura cuando mueve los puntos.
4. Repita este procedimiento para cada una de las curvas. Puede utilizar los botones del cuadro de diálogo **Gráfico de curvatura** para eliminar o añadir objetos de la visualización del gráfico.



### Nota

- Las curvas de **grado 1** no tienen curvatura ni aparece ningún gráfico.
- Las curvas de **grado 2** tienen internamente continuidad de tangencia. Los pasos del gráfico indican esta condición. Observe que solo está escalonado el gráfico, no la curva.
- Las curvas de **grado 3** tienen curvatura continua. El gráfico no mostrará los saltos, pero puede mostrar picos altos y puntos bajos. La curva no se dobla en esas partes. El gráfico muestra un cambio abrupto pero no discontinuo en la curvatura.
- En curvas de mayor grado, es posible tener niveles más altos de continuidad. Por ejemplo, una curva de **grado 4** es continua en el índice de cambio de curvatura. El gráfico no muestra picos altos.
- Una curva de **grado 5** es continua en el índice de cambio del índice de cambio de la curvatura. El gráfico no muestra ninguna característica particular en las curvas de mayor grado, pero tenderá a ser suave.
- Aumentar el grado de la curva con el comando **CambiarGrado** con **Deformable=No** no mejorará la continuidad interna, pero disminuir el grado repercutirá negativamente en la continuidad.
- **Reconstruir** una curva con el comando Reconstruir cambiará la continuidad interna.

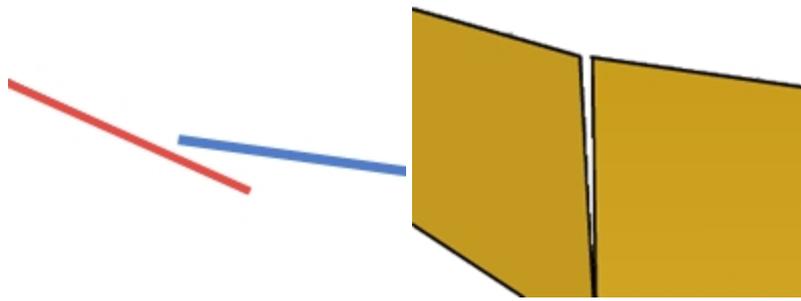
## Continuidad de superficies y curvas

Puesto que crear una buena superficie depende a menudo de la calidad y continuidad de las curvas de entrada, es necesario clarificar el concepto de continuidad entre curvas.

En la creación de la mayoría de curvas y superficies podemos destacar cuatro niveles de continuidad:

### Sin continuidad

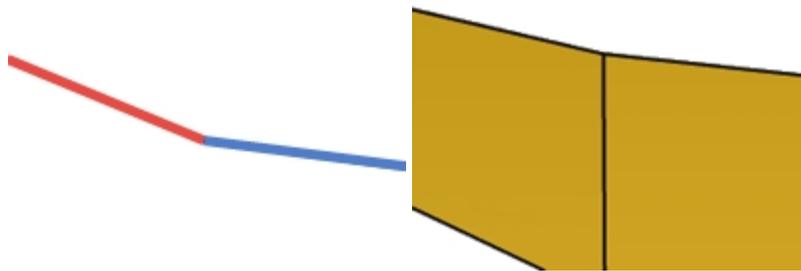
Los puntos finales o los bordes de las curvas o superficies no se tocan. Donde no hay continuidad, los objetos no pueden unirse.



### Continuidad de posición (G0)

Las curvas coinciden en los puntos finales, las superficies coinciden en los bordes.

Continuidad de posición significa que hay un punto de torsión en el punto donde se tocan las curvas. En Rhino, las curvas se pueden unir en una sola curva, pero se creará un punto de torsión y la curva todavía se podrá descomponer en al menos dos subcurvas.

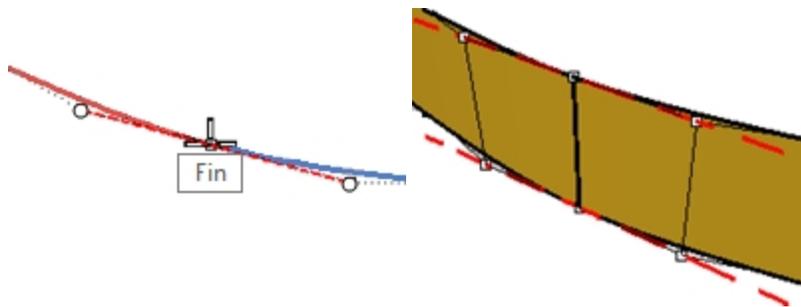


Del mismo modo, dos superficies se pueden tocar en un borde común, pero tendrán un punto de torsión o una costura, una línea gruesa entre las superficies. A efectos prácticos, para determinar continuidad G0 solo tendrán que coincidir los puntos finales de una curva o las últimas filas de puntos de los bordes de dos superficies no recortadas.

### Continuidad de tangencia (G1)

Las curvas o las superficies se tocan y la dirección de las tangentes en los puntos finales o en los bordes es la misma. No se deberían ver pliegues ni bordes puntiagudos.

La tangencia es la dirección de una curva en cualquier punto específico a lo largo de la curva

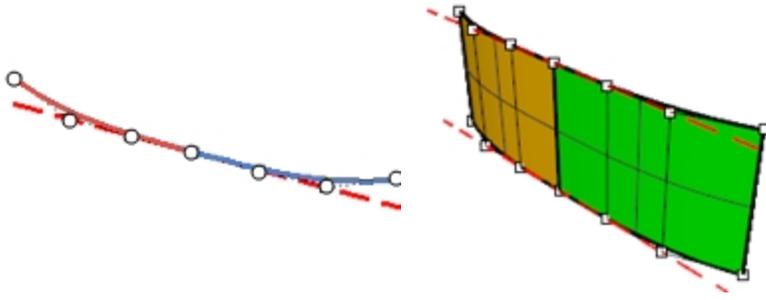


Cuando dos curvas coinciden en sus puntos finales, la condición de tangencia entre ellos viene determinada por la dirección en que las curvas están exactamente orientadas en sus puntos finales. Si las direcciones son colineales, las curvas se considerarán tangentes. No hay puntos de torsión ni esquinas pronunciadas donde coinciden las dos curvas. Esta dirección de tangencia se controla mediante la dirección de la línea entre el punto de control final y el punto de control siguiente en una curva.

Para que dos curvas sean tangentes una con otra, sus puntos finales deben ser coincidentes (G0) y el segundo punto de control de cada curva debe estar en una línea que atraviese los puntos finales de la curva. Un total de cuatro puntos de control, dos de cada curva, deben estar en esta línea imaginaria.

### Continuidad de curvatura (G2)

Las curvas o las superficies se tocan, sus direcciones tangentes son las mismas y el radio de curvatura es el mismo en el punto final.



La continuidad de curvatura incluye las condiciones G0 y G1 mencionadas anteriormente y tiene la condición adicional de que el radio de la curvatura debe ser el mismo en los puntos finales comunes de las dos curvas. La continuidad de curvatura es la condición más suave sobre la que el usuario tiene un control directo, aunque también son posibles otras relaciones más suaves.

Por ejemplo, continuidad G3 significa que no sólo se cumplen las condiciones de la continuidad G2, sino que además la velocidad de cambio de la curvatura es la misma en los puntos finales o bordes comunes de ambas curvas o superficies.

G4 significa que la velocidad de cambio de la curvatura es la misma para ambas curvas donde se encuentran. Este es el tipo de unión más suave. Rhino dispone de herramientas para crear estas curvas y superficies, pero tiene menos para revisar y verificar este tipo de continuidad que para G0-G2.

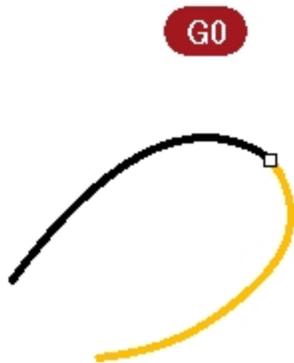
G5+ no tiene signos visibles de más continuidad.

## Continuidad de curva y gráfico de curvatura

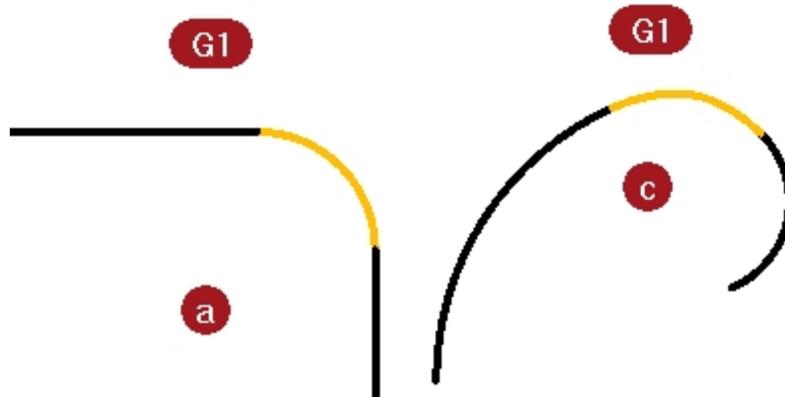
Rhino tiene dos comandos de análisis que le ayudarán a ilustrar la diferencia entre curvatura y tangencia. En el siguiente ejercicio utilizaremos los comandos GráficoDeCurvatura y Curvatura para entender mejor la continuidad de tangencia y de curvatura.

## Mostrar la continuidad con un gráfico de curvatura

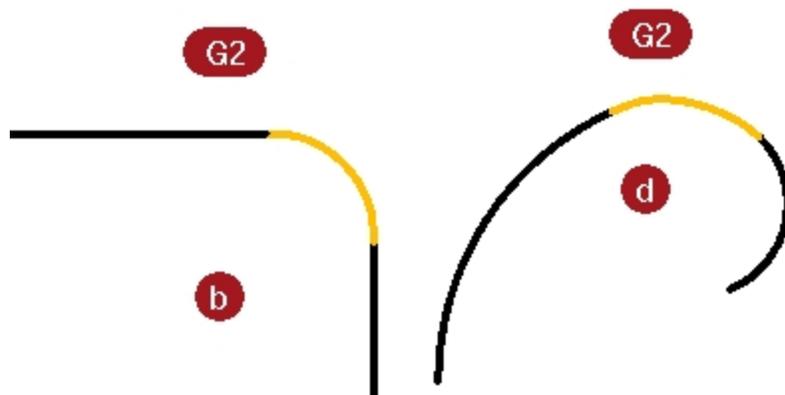
1. Abra el modelo **Curvatura\_Tangencia.3dm**.  
Hay cinco conjuntos de curvas, divididos en tres grupos.  
Un grupo que tiene continuidad posicional (G0) en sus extremos comunes.



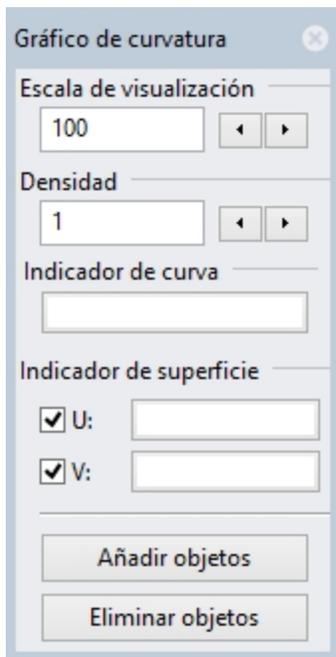
El grupo (a y c) tiene continuidad de tangencia (G1) en sus extremos comunes.



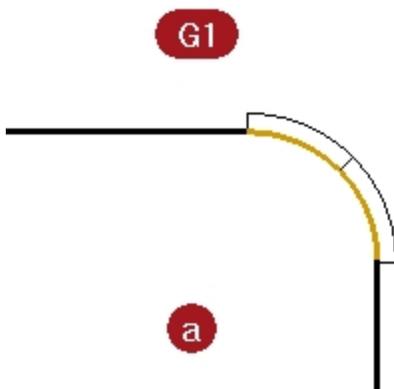
El grupo (b y d) tiene continuidad de curvatura (G2) en sus puntos finales comunes.



2. Pulse **Ctrl + A** para seleccionar todas las curvas.
3. Active el **Gráfico de curvatura** (*Menú Análisis > Curva > Activar gráfico de curvatura*) de las curvas.



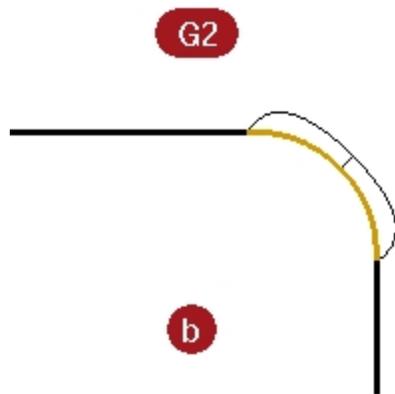
4. Defina la **Escala de visualización** a **100** en el cuadro de diálogo flotante. Cambie la escala si no puede ver el indicador de curvatura. La profundidad del gráfico con esta configuración muestra, en unidades del modelo, el nivel de curvatura de la curva.
5. Observe los grupos de curvas de la parte superior (**a-b**). Estas dos líneas tienen una curva en el medio. Las líneas no tienen curvatura y, por lo tanto, no muestran un gráfico de curvatura. La imagen siguiente muestra qué sucede cuando la curvatura no es continua. El salto repentino en el gráfico de curvatura indica una discontinuidad en la curvatura. La curva del medio G1 es un arco. Muestra un gráfico de curvatura constante porque la curvatura de un arco nunca cambia, al igual que el radio tampoco cambia nunca.



Sin embargo, la curva línea-arco-línea está suavemente conectada. El arco tiene la dirección exacta de una línea y la línea siguiente parte desde la dirección exacta del arco en su extremo.

Por otra parte, las curvas G2 (b) tampoco muestran curvatura en las líneas, pero la curva que une las dos líneas es diferente del caso G1. Esta curva muestra un gráfico que empieza desde cero, llega a un punto al final de la curva, luego aumenta rápidamente pero suavemente y, a continuación, disminuye progresivamente a cero en el otro final, donde se encuentra con la otra recta. No es una curvatura constante y por eso no es una curva de radio constante. El gráfico no tiene un salto acentuado en el gráfico de curvatura, sino que pasa suavemente de cero a su máximo.

En la curva del medio G2, el gráfico sube de cero a una altura máxima a lo largo de una curva y luego vuelve a bajar a cero, coincidiendo de nuevo con la curvatura cero en la otra línea recta.



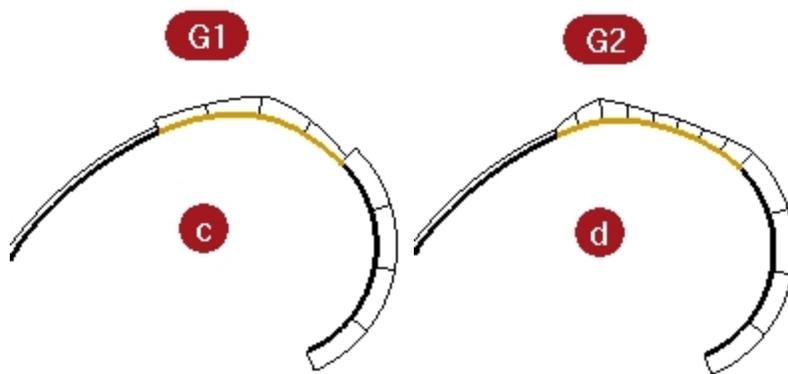
Por este motivo, no hay discontinuidad en la curvatura desde el extremo de la línea recta hasta el final de la curva. La curva empieza y termina en la curvatura cero al igual que las líneas. Así, en el caso G2 no sólo la dirección de las curvas es igual en los puntos finales, sino que la curvatura también es igual allí. No hay ningún salto de curvatura y las curvas se consideran G2 o con continuidad de curvatura.

6. Observe las curvas **c** y **d**.

Estas también son G1 y G2, pero no son líneas rectas, así que el gráfico aparece en todas las curvas.

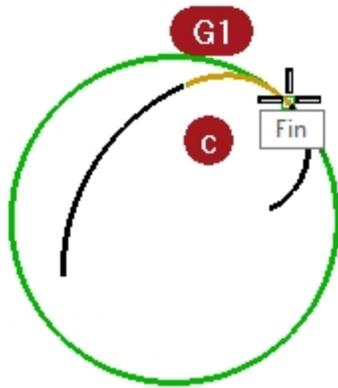
Otra vez, el grupo G1 muestra un paso hacia arriba o hacia abajo en el gráfico en los puntos finales comunes de las curvas. Esta vez la curva no es un arco constante. El gráfico muestra que la curvatura aumenta hacia el medio. En curvas G2, el gráfico de la curva del medio muestra la misma altura que las curvas adyacentes en los puntos finales comunes. No hay movimientos abruptos en el gráfico.

La curva exterior del gráfico desde una curva permanece conectada al gráfico de la curva adyacente.

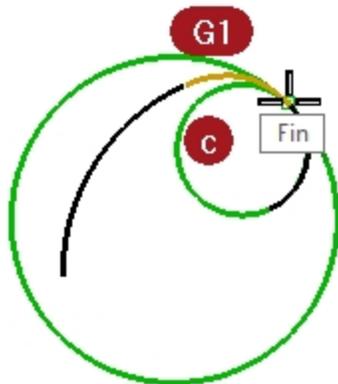


### Mostrar la continuidad con un círculo de curvatura

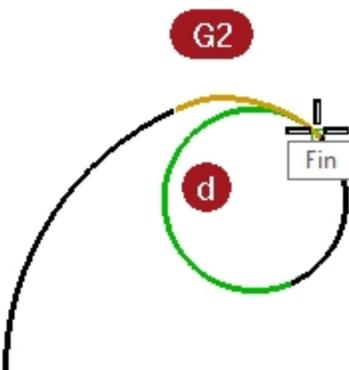
1. Ejecute el comando **Curvatura** (*Menú Análisis > Círculo de curvatura*) y seleccione la curva del medio del **grupo c**.  
El círculo de curvatura que aparece en la curva indica el radio de curvatura en esa posición. El círculo de curvatura se obtiene del centro y el radio calculados en ese punto de la curva.
2. Arrastre el círculo de curvatura a lo largo de la curva.  
Observe que donde el círculo es menor, el gráfico muestra una curvatura mayor. La curvatura es inversamente proporcional al radio en cualquier punto.



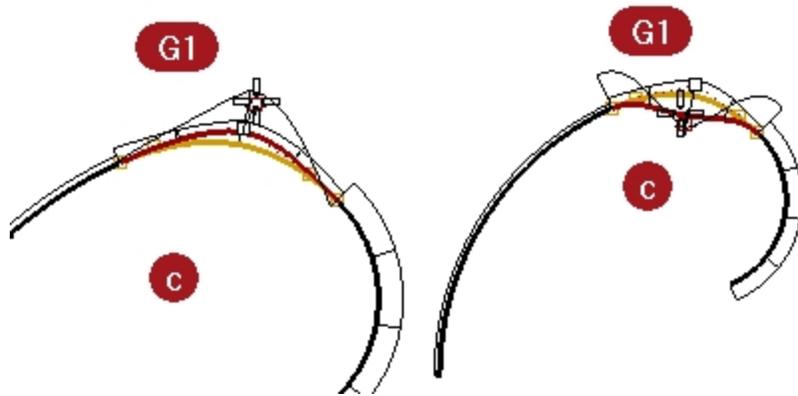
3. En la línea de comandos, haga clic en la opción **MarcarCurvatura**.  
Deslice el círculo de curvatura, restrinja el cursor al punto final de la curva y haga clic para colocar un círculo de curvatura.
4. Finalice el comando y vuelva a ejecutarlo para la otra curva que comparte el punto final que acaba de designar.
5. Coloque un círculo también en este punto final.  
Los dos círculos tienen radios muy diferentes. Lo cual vuelve a indicar una discontinuidad en la curvatura. Estas curvas son G1/solo tangentes, de modo que la curvatura en el punto de coincidencia con la tangente es diferente en las dos curvas, y ahí es donde habría un salto en el gráfico de curvatura.



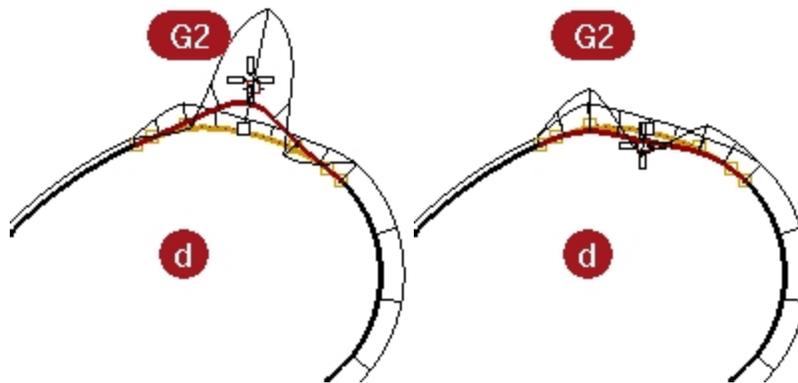
6. Repita el mismo procedimiento para obtener círculos en los extremos de las curvas en el grupo **d**.  
Observe que esta vez los círculos de cada curva en los puntos finales comunes tienen el mismo radio. Estas curvas tienen continuidad de curvatura.



7. Active los puntos de control de las curvas del medio en los grupos **c** y **d**.
8. Seleccione el punto de control del medio de cada curva y muévalo.  
Observe que mientras el gráfico de curvatura cambia considerablemente, la continuidad en cada extremo con las curvas adyacentes no se verá afectada.  
Los gráficos de curvatura G1 continúan siendo irregulares, aunque el tamaño del salto cambia.



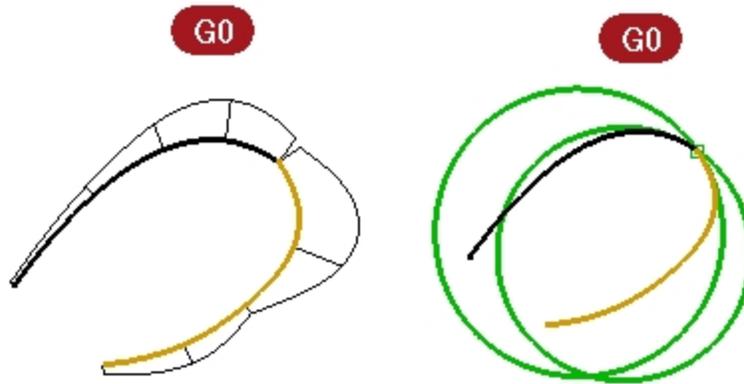
Los gráficos de curvatura G2 permanecen conectados, aunque se forma un pico.



9. Observe los gráficos de las curvas G0.

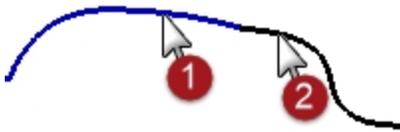
Observe que hay una abertura en el gráfico. Esto indica que solo hay continuidad G0 o posicional.

Los círculos de curvatura en los puntos comunes de estas dos curvas no solo tienen radios diferentes, sino que tampoco son tangentes; se cruzan. Hay una discontinuidad de dirección en los extremos.



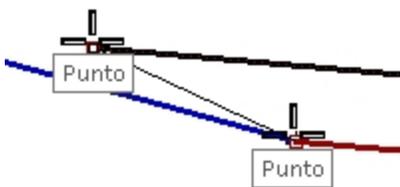
### Ejercicio 4-2 Examinar la continuidad geométrica

1. **Abra** el modelo **Continuidad de curva.3dm**.  
Claramente, las dos curvas no son tangentes.
2. Verifiquelo con el comando de comprobación de continuidad **ConG**.
3. Ejecute el comando **ConG** (*Menú: Análisis > Curva > Continuidad geométrica*).
4. Haga clic cerca de los extremos comunes (1 y 2) de cada curva.  
Rhino muestra un mensaje en la línea de comandos que indica que los extremos de las curvas están fuera de la tolerancia. Los puntos finales de las dos curvas no están suficientemente cerca el uno del otro.  
Diferencia de final de curva = 0.030 milímetros  
Diferencia de radio de curvatura = 126.531 milímetros  
Diferencia de dirección de curvatura en grados = 10.277  
Diferencia de tangente en grados = 10.277  
Los finales de curva están fuera de la tolerancia.  
A menudo, las curvas importadas están "fuera de la tolerancia" y necesitan repararse para obtener un modelado preciso.



### Hacer que las curvas tengan continuidad de posición

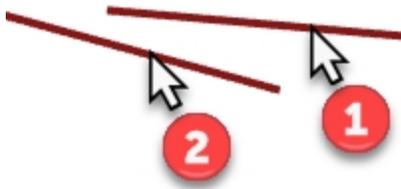
1. Active los **puntos de control** de ambas curvas y amplíe con el zoom los extremos comunes.
2. Active la referencia a objetos **Punto** y arrastre uno de los extremos hacia el otro.
3. Repita el comando **ConG**.  
El mensaje de la línea de comandos es diferente ahora:  
Diferencia de final de curva = 0.000 milímetros  
Diferencia de radio de curvatura = 126.771 milímetros  
Diferencia de dirección de curvatura en grados = 10.307  
Diferencia de tangente en grados = 10.307  
Las curvas tienen continuidad G0.
4. **Deshaga** la operación anterior.



### Cambiar las curvas para que tengan continuidad de posición

El comando **Igualar** tiene una herramienta para mover los puntos finales de las curvas automáticamente.

1. Ejecute el comando **Igualar** (*Menú: Curva > Herramientas de edición > Igualar*).
2. Designe cerca del final común de una de las curvas.
3. Designe cerca del final común de la otra curva.  
Por defecto, la curva que designe en primer lugar será la que se modificará para igualar la otra curva.
4. Para hacer que las curvas cambien a un promedio de las dos, en el cuadro de diálogo **Igualar curva**, marque la opción **Promedio de curvas**.



- En el cuadro de diálogo **Igualar curva**, para **Continuidad** marque la casilla **Posición** y para **Mantener otro final** marque **Promedio de curvas**.
- Repita el comando **ConG**.

En la línea de comandos aparecerá el siguiente mensaje:

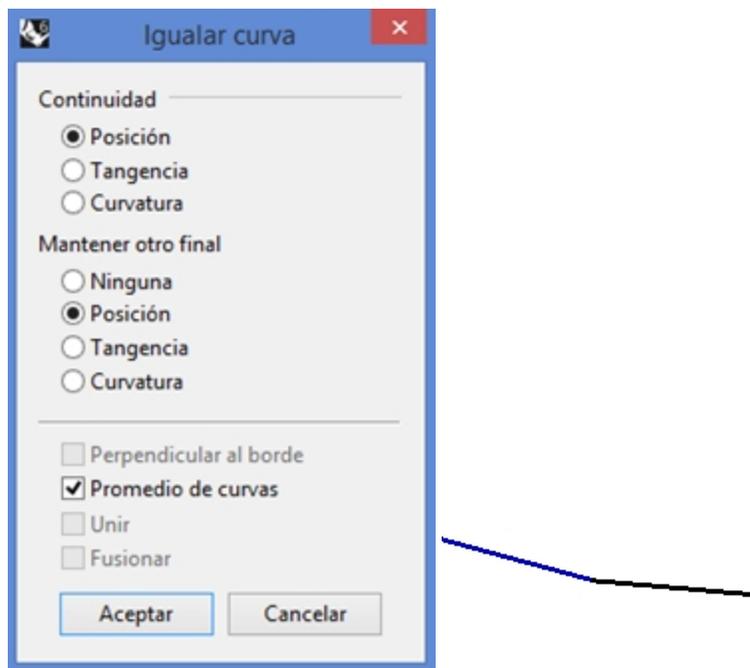
Diferencia de final de curva = 0.000 milímetros

Diferencia de radio de curvatura = 126.708 milímetros

Diferencia de dirección de curvatura en grados = 10.265

Diferencia de tangente en grados = 10.265

Las curvas tienen continuidad G0.



## Configurar alias

**AlolargoDe** y **Entre** son referencias a objetos no repetitivas, disponibles en el menú **Herramientas**, en la opción **Referencias a objetos**. Solo se pueden utilizar después de haber iniciado un comando y solo se puede seleccionar un punto.

Antes de continuar, crearemos algunos alias que utilizaremos en los siguientes ejercicios.

### Ejercicio 4-3 Crear los alias AlolargoDe y Entre

- En el diálogo **Opciones de Rhino** de la página **Alias**, haga clic en el botón **Nuevo**.
- En la columna **Alias**, escriba **a**.  
En la columna **Macro de comando**, escriba **AlolargoDe**.
- En la columna **Alias**, escriba **e**.
- En la columna **Macro de comando**, escriba **Entre**.
- Cierre** el cuadro de diálogo **Opciones de Rhino**.

Alias:	Command macro:
a	AlolargoDe
AdvancedDisplay	!_OptionsPage_AdvancedSettings
b	Entre

## Continuidad de tangencia

Es posible establecer una condición de tangencia (G1) entre dos curvas alineando los puntos de control de un modo determinado. Los puntos finales de un extremo de las curvas deben ser coincidentes y estos puntos junto con el siguiente punto de cada curva deben estar alineados unos con otros. Esto se puede hacer automáticamente con el comando **Igualar**, aunque es más fácil de hacer moviendo los puntos de control con los comandos normales de transformación de Rhino.

Utilizaremos los comandos **Mover**, **DefinirPuntos**, **Rotar**, **Zoom Objetivo**, **ActivarPuntos** (F10), **DesactivarPuntos** (F11) y las referencias a objetos **Fin**, **Punto**, **AlolargoDe**, **Entre** y la tecla de bloqueo **Tab** para mover los puntos de varias maneras y obtener la tangencia.

## Bloqueo de dirección con la tecla Tab

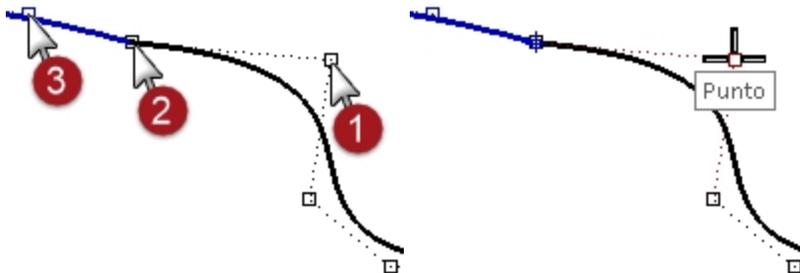
El bloqueo de dirección con el **Tabulador** bloquea el movimiento del cursor cuando está pulsada la tecla **Tab**. Puede utilizarse para mover objetos, arrastrar o crear curvas y líneas.

Para activar el bloqueo de dirección con el **Tabulador**, pulse y suelte la tecla **Tab** cuando Rhino solicite una posición en el espacio. El cursor quedará restringido a una línea entre su posición en el espacio en el momento en que pulse la tecla **Tab** y la posición en el espacio del último punto designado.

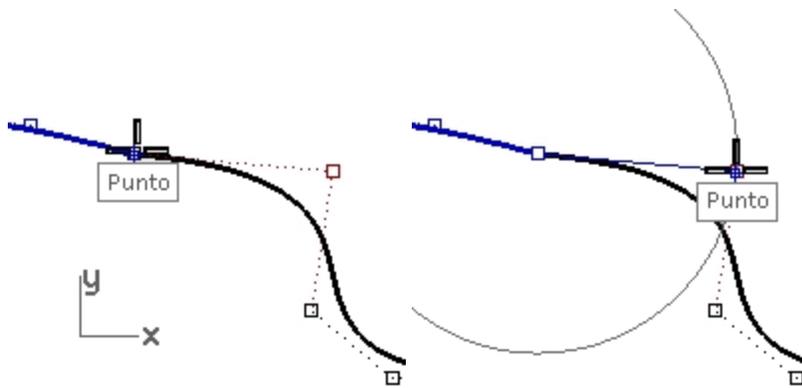
Cuando la dirección está bloqueada, puede desbloquearse pulsando y soltando de nuevo la tecla **Tab**.

## Cambiar la continuidad ajustando los puntos de control con el comando Rotar y la tecla Tab de bloqueo de dirección

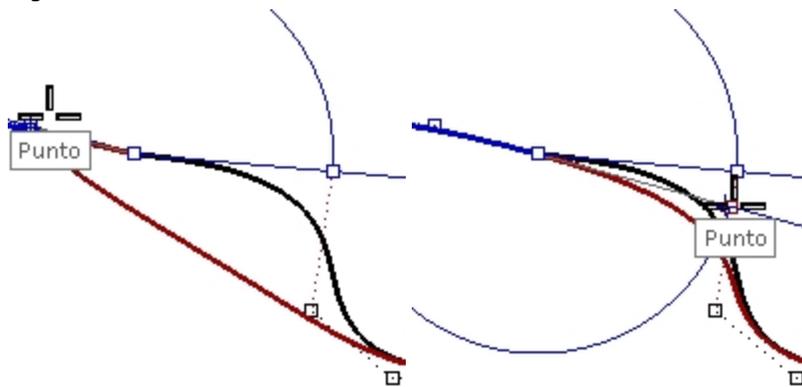
1. Active los puntos de control de las dos curvas.
2. Seleccione el segundo punto de control (1) desde es extremo de una de las curvas.
3. Ejecute el comando **Rotar** (*Menú: Transformar > Rotar*).
4. Con la referencia a objetos **Punto**, seleccione los puntos finales comunes (2) de las dos curvas como **Centro de rotación**.
5. Como **Primer punto de referencia**, restrinja el cursor a la posición actual del punto de control seleccionado.



6. Para el **Segundo punto de referencia**, asegúrese de que la referencia a objetos **Punto** aún está activada. Pase el cursor sin hacer clic sobre el segundo punto (3) de la otra curva. Mientras la leyenda de la referencia a objetos **Punto** esté visible en la pantalla indicando que el cursor está situado sobre el punto de control, pulse y suelte la tecla **Tab**. No haga clic con el ratón.

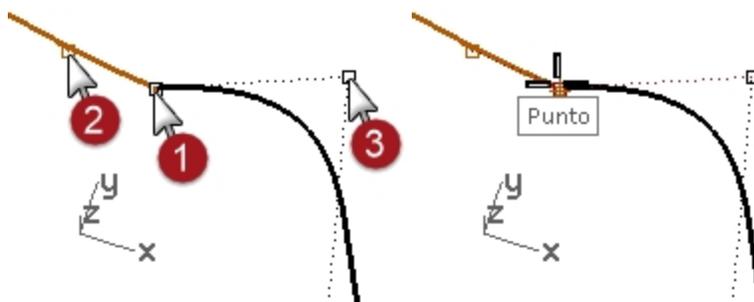


- Vuelva a poner el cursor sobre la otra curva. Observe que la posición está restringida a una línea entre el centro de rotación y el segundo punto de la segunda curva, que es la posición del cursor cuando pulsa la tecla de **Tabulación**. Ahora ya puede hacer clic con el ratón en el lado opuesto de la segunda curva. Durante la rotación, el bloqueo de dirección con el **Tabulador** sabe hacer la línea desde el centro y no desde el primer punto de referencia. El punto final de la rotación estará exactamente alineado con el centro de rotación y el segundo punto de la segunda curva.



### Cambiar la continuidad ajustando los puntos de control

- Utilice el comando **ActivarUnaCapa** para activar solamente la capa **Curvas 3D**.
- Compruebe la continuidad de las curvas con el comando **ConG**.
- Active los puntos de control de las dos curvas.
- Seleccione por ventana los puntos finales comunes de ambas curvas (1).
- Utilice el comando **Mover** (*Menú: Transformar > Mover*) para mover los puntos.



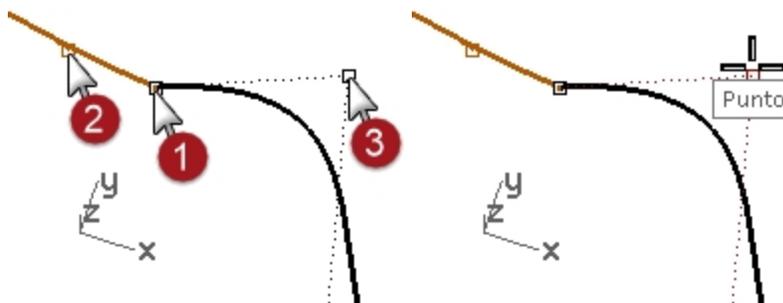
- Cuando le solicite **Punto desde el que mover**, designe el mismo punto (1).
  - Para el **Punto al que mover**, escriba **b** y pulse **Intro** para usar la referencia a objetos **Entre**.
  - Para el **Primer punto**, restrinja el cursor al segundo punto (2) en una curva.
  - Para el **Segundo punto**, restrinja el cursor al segundo punto (3) en la otra curva.
- Los puntos comunes se desplazarán entre los otros dos puntos, alineando los cuatro puntos.



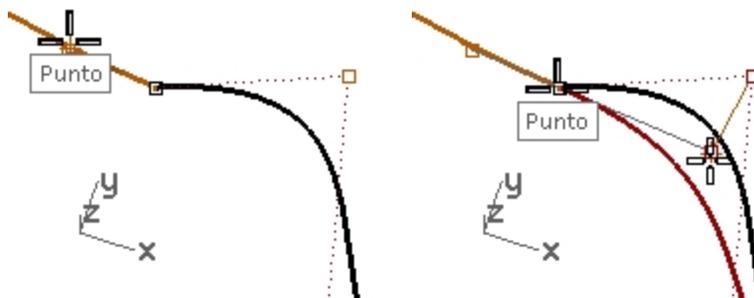
10. Compruebe la continuidad.

#### Cambiar la continuidad ajustando los puntos de control mediante la referencia a objetos AlolargoDe

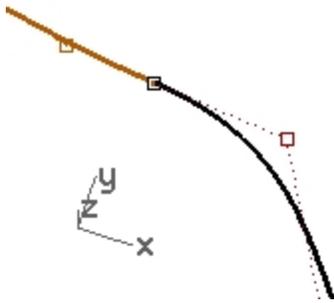
1. **Deshaga** la operación anterior.
2. Seleccione el segundo punto (3) en la otra curva de la derecha.
3. Utilice el comando **Mover** (*Menú: Transformar > Mover*) para mover el punto.
4. Para el **Punto desde el que mover**, restrinja el cursor al punto seleccionado.



5. Para el **Punto al que mover**, escriba **A** y pulse **Intro** para usar la referencia a objetos **Alolargode**.
6. Para el **Inicio de línea de rastreo**, restrinja el cursor al segundo punto (2) en la otra curva.
7. Cuando le solicite **Final de línea de rastreo**, designe los puntos comunes (1).  
El punto sigue por una línea que atraviesa los dos puntos, alineando los cuatro puntos.



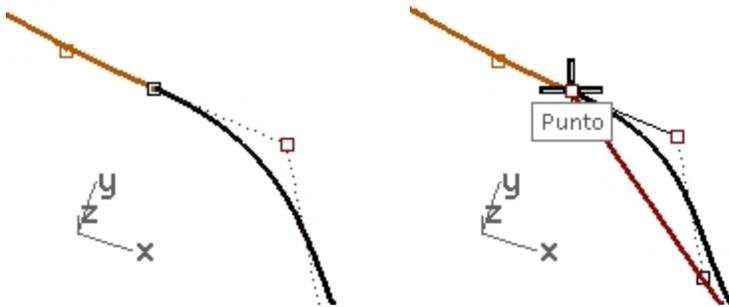
8. Haga clic para colocar el punto.
9. Compruebe la continuidad.



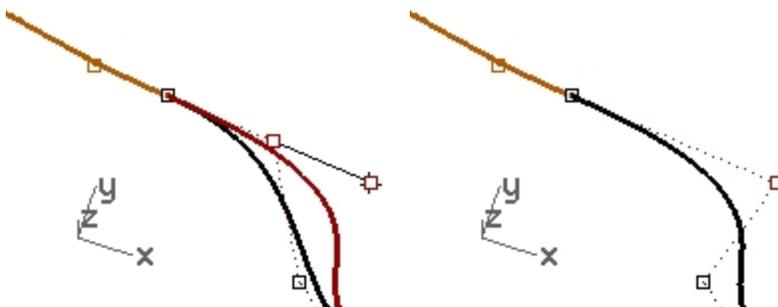
### Editar las curvas sin cambiar la dirección de tangencia

Con la técnica de la tecla **Tab**, podemos ajustar el punto de coincidencia de las curvas o la forma de cada curva cerca del punto de coincidencia sin perder la continuidad G1.

1. Seleccione por ventana los puntos finales comunes o el segundo punto de una de las dos curvas. Active la referencia a objetos **Punto** y arrastre el punto hacia el siguiente de los cuatro puntos importantes.
2. Cuando aparezca en la pantalla la leyenda **Punto**, utilice el bloqueo de dirección con la tecla **Tab** pulsando y soltando la tecla **Tab** sin soltar el botón del ratón.



3. Arrastre el punto y la tangencia se mantendrá puesto que la dirección de arrastre está restringida a la línea de bloqueo de dirección con la tecla **Tab**.
4. Suelte el botón izquierdo del ratón en cualquier punto para colocar el punto.



### Nota

- Para mantener la continuidad G1, asegúrese de que cualquier manipulación de los cuatro puntos más importantes se produce a lo largo de la línea sobre la que se encuentran.
- Una vez que tenga la continuidad G1, todavía puede editar las curvas cerca de sus extremos sin perder la continuidad, usando el bloqueo de dirección con la tecla **Tab**.
- Esta técnica solo funciona después de establecer la tangencia.

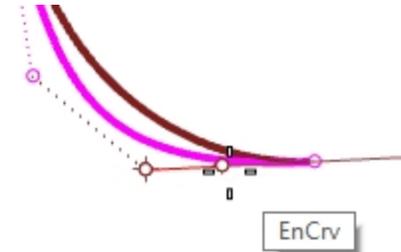
### Editar las curvas con el modo arrastre

1. Ejecute el comando **ModoArrastre** y seleccione **PolígonoDeControl** en la línea de comandos.  
**Nota:** el cursor cambia para indicar que el modo arrastre ha cambiado del arrastre basado en el PlanoC predeterminado.

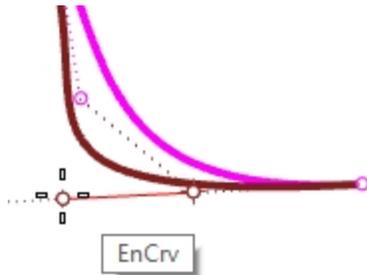


PolígonoDeControl solo se aplica a los puntos de control de curvas y superficies.

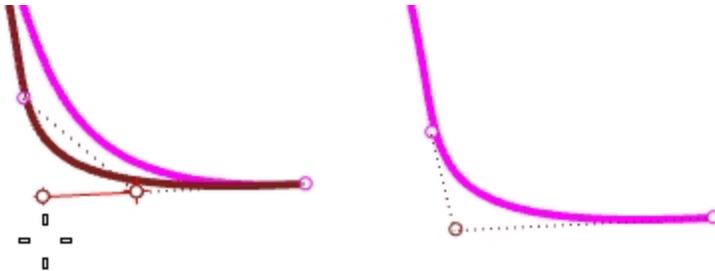
- Desactive las **RefObj** en la barra de estado.
- Seleccione el segundo punto de un extremo de la curva y arrástrelo hacia el punto final; el arrastre se restringe a la línea del polígono de control que conecta los puntos. Así se asegura que la dirección de tangencia de la curva no cambie.



- Ahora arrastre el punto hacia la izquierda y lejos del punto final de la curva que está a la derecha. El punto se restringe al polígono de control del tercer punto. Esta edición de control modifica la dirección de tangencia de la curva.



- Para mantener la dirección de tangencia de la curva, primero arrastre un poco hacia el punto final, pulse la tecla **Tab** para restringir esa dirección y luego arrastre lejos del punto final. Al arrastrar un punto con la tecla **Tab**, se restringe la dirección a la curva o la normal de superficie.



- Vuelva a ejecutar ModoArrastre para volver a cambiar al modo arrastre del PlanoC.

#### Las macros de ModoArrastre

Si ejecuta la misma opción de modo de arrastre dos veces seguidas, el modo de arrastre vuelve al valor predeterminado, por lo que puede crear un acceso directo o un alias para:

! ModoArrastre, PolígonoDeControl

! Modo de arrastre, PlanoC

Utilice estas macros para alternar rápidamente entre los modos de polígono de control y predeterminado.

Vaya a **Opciones** y **Teclado** y añada las **Macros** a las teclas **Control + F6** y **Control + F7**.

Ctrl+F1	'_SetMaximizedViewport Top
Ctrl+F2	'_SetMaximizedViewport Front
Ctrl+F3	'_SetMaximizedViewport Right
Ctrl+F4	'_SetMaximizedViewport Perspective
Ctrl+F5	!'_historypurge 'seldim _enter
Ctrl+F6	!_DragMode _ControlPolygon
Ctrl+F7	!_DragMode _Cplane

**Nota:** encontrará los comandos de macros en el archivo **Macros.txt** que se incluye junto con los modelos de Nivel 2.

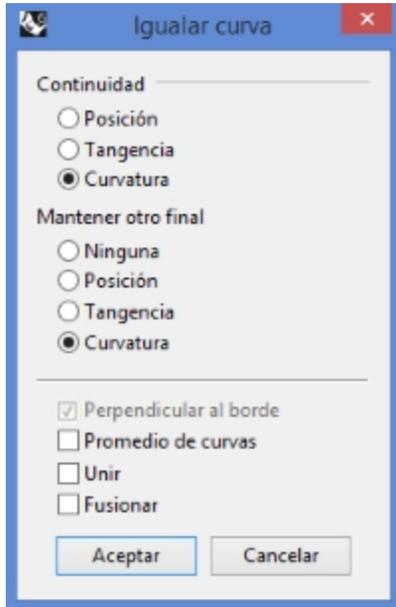
### Continuidad de curvatura

El ajuste de puntos para establecer la continuidad de curvatura es más complicado que para la continuidad de tangencia. La curvatura del extremo de una curva viene determinada por la posición de los tres últimos puntos de la curva, y las relaciones de unos con otros no son tan sencillas como en la tangencia.

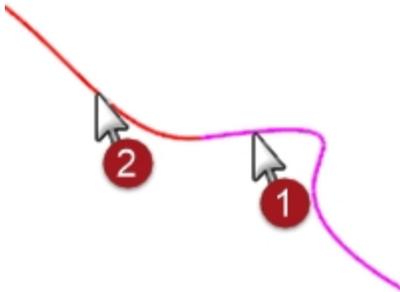
Para establecer la curvatura o continuidad G2, el comando **Igualar** es, en la mayoría de casos, el único método práctico.

### Ejercicio 4-4 Igualar las curvas

1. Utilice el comando **Igualar** (Menú: *Curva > Herramientas de edición de curvas > Igualar*) para igualar la curva magenta (1) con la roja (2).
2. Defina la **Continuidad** en **Curvatura**, **Mantener otro final** en **Curvatura** y desactive la opción **Promedio de curvas**.

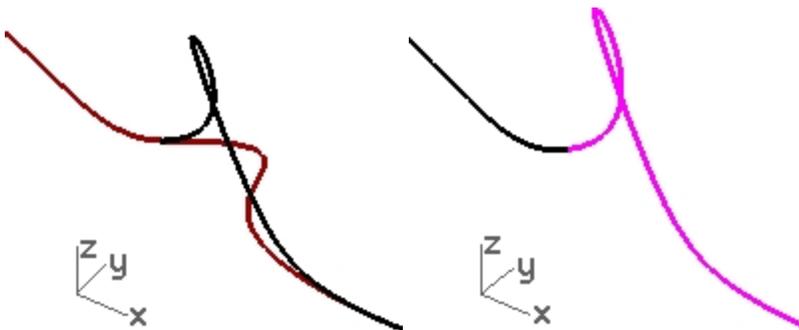


Cuando se utiliza el comando **Igualar** con la opción **Curvatura** en esas curvas en particular, el tercer punto de la curva que hay que cambiar se restringe a una posición que Rhino calcula para establecer la continuidad deseada.



La curva modificada cambia de forma considerablemente.

Si se mueve el tercer punto manualmente, se romperá la continuidad G2 en los extremos, mientras que la G1 se mantendrá.



## Técnicas avanzadas para controlar la continuidad

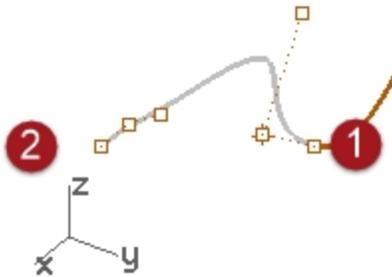
Hay dos métodos adicionales para editar curvas y mantener la continuidad en Rhino. (1) El comando **TangenciaFinal** restringe puntos al final para mantener la continuidad con la curva adyacente. (2) Añadir nodos permitirá más flexibilidad a la hora de cambiar la forma de la curva.

### Editar la curva con la tangencia final

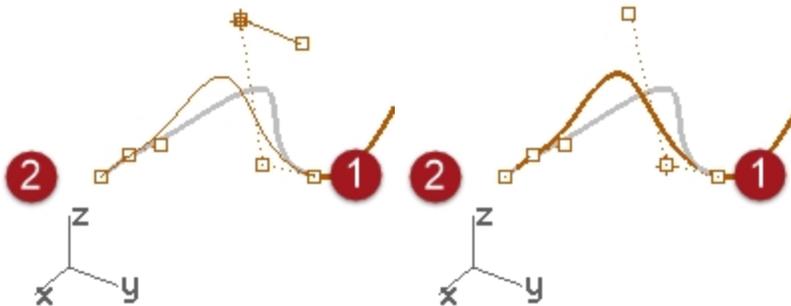
1. Haga clic con el botón derecho en el botón **Copiar** para hacer una copia de la curva magenta y, a continuación, bloquéela con el comando **Bloquear**.
2. Ejecute el comando **TangenciaFinal** (*Menú: Edición > Ajustar tangencia final*).
3. Seleccione la curva magenta.

Observe que se ven más puntos de los que había en la curva original.

El comando **TangenciaFinal** añade más puntos de control a la curva si la curva tiene menos que el número de puntos de control requerido.



4. Seleccione el tercer punto, arrástrelo, haga clic para colocar el punto y pulse **Intro** para salir del comando. Si el punto final de la curva tiene continuidad G2 con otra curva, la continuidad G2 se mantendrá, porque la **TangenciaFinal** mantiene la curvatura del punto final de la curva.



**Nota:** El ajuste de los puntos de control funcionará para igualar la curvatura solo en el caso de que se igualen con una línea recta.

### Añadir un nodo

Si añade uno o dos nodos a la curva, se colocarán más puntos cerca del extremo para que el tercer punto pueda estar más cerca del extremo. Los nodos se pueden añadir a curvas y superficies con el comando **InsertarNodo**.

1. **Deshaga** los cambios anteriores.
2. Ejecute el comando **InsertarNodo** (*Menú: Edición > Puntos de control*).
3. Seleccione la curva magenta.
4. Designe una posición en la curva para agregar un nodo entre los primeros dos marcadores de nodo.  
En general, una curva o superficie tiende a funcionar mejor en la edición de puntos si los nuevos nodos se colocan en el medio de los nodos existentes, manteniendo así una distribución uniforme.  
Al añadir nodos también se añaden puntos de control.

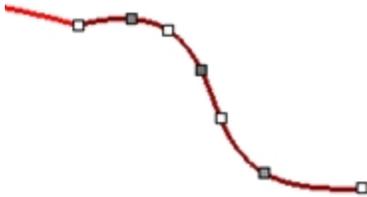


Los nodos y los puntos de control no son lo mismo y los nuevos puntos de control no se añadirán exactamente a la misma posición que los nuevos nodos.

La opción **Automático** inserta automáticamente un nuevo nodo exactamente en el medio de cada segmento de nodos existentes.

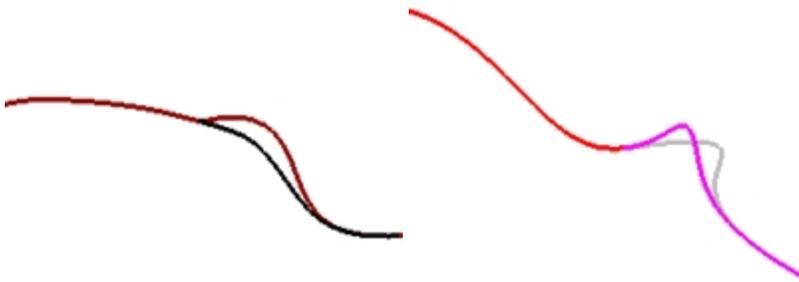
Si solo quiere colocar nodos en algunos de los segmentos, debería colocarlos individualmente haciendo clic en las posiciones deseadas a lo largo de la curva.

Los nodos existentes están resaltados en color blanco.



5. **Igual** las curvas después de insertar un nodo en la curva magenta.

Al insertar nodos más cerca del final de las curvas, se modificará el nivel de cambio de la curva del comando **Igualar** .





# Capítulo 5 - Continuidad de superficie

Las características de continuidad de las curvas se pueden aplicar a las superficies. En lugar de tratar con el punto final, segundos y terceros puntos, se ven implicadas filas de puntos en el borde y las dos siguientes posiciones separadas del borde. Las herramientas para verificar la continuidad entre superficies son diferentes al comando **ConG**.

## Análisis de continuidad de superficie

Rhino aprovecha la capacidad de OpenGL para crear visualizaciones de color falso que se utilizan para analizar la curvatura y la continuidad en las superficies. Estas herramientas se encuentran en el menú **Análisis**, opción **Superficie**. La herramienta que calcula más directamente la continuidad G0-G2 entre superficies es el comando **Cebra**. El análisis de cebra simula un fondo franjeado en la superficie.

**Nota:** No es indispensable tener una tarjeta aceleradora de gráficos 3D compatible con OpenGL para usar estas herramientas, aunque funcionan más rápido con la aceleración OpenGL.

## Igualar continuidad de superficie

El comando utilizado para establecer la continuidad G0, G1 o G2 entre superficies es el comando **IgualarSup**.

### Opciones de igualación de superficie

Opción	Descripción
Promedio de superficies	Ambas superficies son modificadas con una forma intermedia.
Refinar igualación	Determina si es necesario comprobar los resultados en cuanto a precisión y refinamiento para que las caras se correspondan con una tolerancia especificada.
Igualar bordes en puntos más cercanos	La superficie que se va a cambiar se alinea con el borde que se va a igualar moviendo cada punto hacia el punto de borde más cercano al otro borde.
Mantener otro final	Si la superficie no tiene suficientes puntos, el grado se incrementa (hasta un máximo de 5) hasta que haya suficientes puntos.

### Ajuste de dirección de isocurva

Especifica cómo determinar la parametrización de las superficie igualadas.

Opción	Descripción
Automático	Evalúa el borde de destino y utiliza Igualar dirección de isocurva de destino si es un borde no recortado o Hacer perpendicular al borde final si es un borde recortado.
Mantener dirección de isocurva	En la medida de lo posible, mantiene las direcciones de las isocurvas existentes igual que estaban en la superficie antes de igualarse.
Igualar dirección de isocurva de destino	Hace las isocurvas de la superficie modificada paralelas a las de la superficie a la que se iguala.
Hacer perpendicular al borde final	Hace que las isocurvas de la superficie que se está ajustando sean perpendiculares a las del borde que se está igualando.

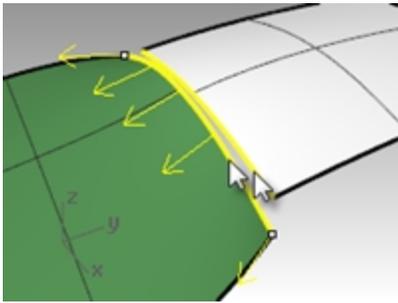
### Continuidad de superficie e IgualarSup

El comando **IgualarSup** toma los bordes de superficie como entrada y modifica una o ambas superficies. Deberá indicarle al comando exactamente qué borde desea cambiar y qué borde desea igualar con la superficie de destino. En primer lugar, igualaremos el borde de la superficie blanca con la verde. El borde que se va a cambiar y el borde que se va a igualar son no recortados en estas superficies.

Aunque **IgualarSup** se utiliza normalmente para ajustar superficies que ya casi tienen la continuidad deseada, este ejemplo es un poco exagerado para mostrar claramente la funcionalidad y las opciones.

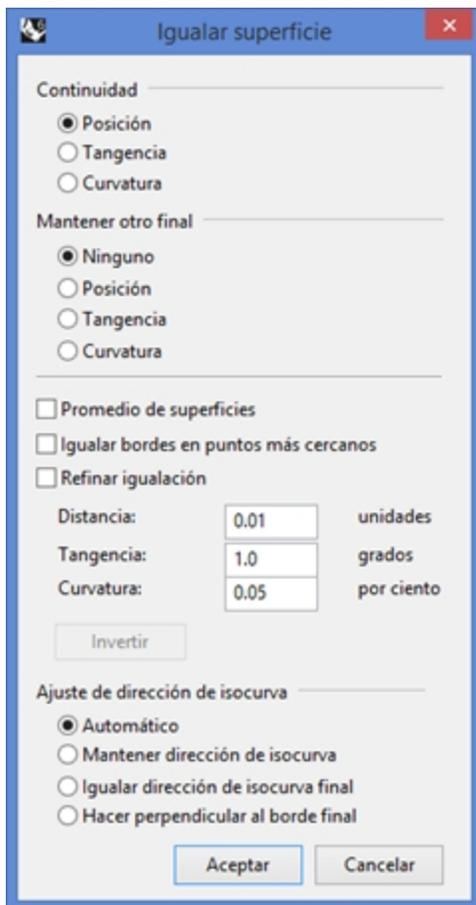
#### Ejercicio 5-1 Práctica de igualación de continuidad de superficie

1. Abra el modelo **Continuidad de superficie.3dm**.
2. Utilice el comando **IgualarSup** (Menú: *Superficie > Herramientas de edición de superficies > Igualar*).
3. Seleccione el borde de la superficie blanca en el borde más cercano a la superficie verde.
4. Seleccione el borde de la superficie verde cerca de la misma posición que el punto de selección en el borde de la superficie blanca y pulse .



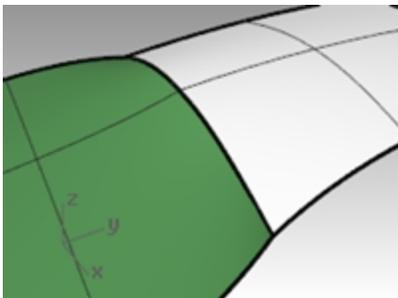
5. En el cuadro de diálogo **Igualar superficie**, seleccione **Posición** como tipo de **Continuidad**, seleccione **Ninguno** para **Mantener otro final**, desactive la casilla **Refinar igualación** y seleccione **Automático** para el **Ajuste de dirección de isocurva**.

Asegúrese de que el resto de casillas de verificación no están seleccionadas.



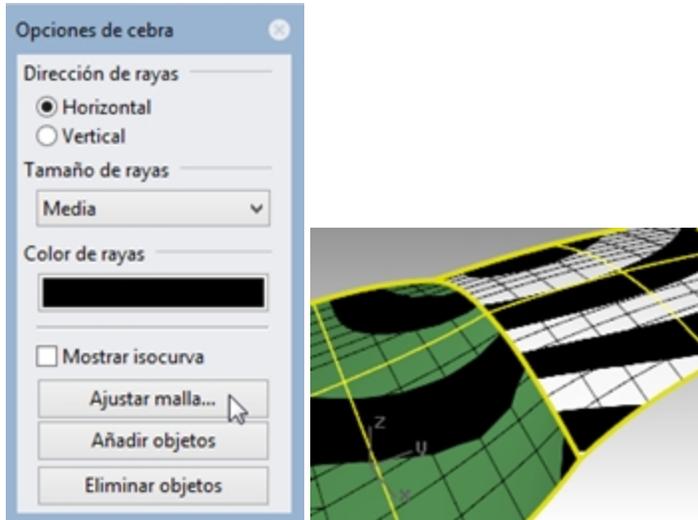
6. Se genera automáticamente una vista previa de sombreado para que pueda ver el resultado.  
7. Haga clic en **Aceptar**.

El borde de la superficie blanca se mueve hacia un lado para igualarse con el borde de la superficie verde.



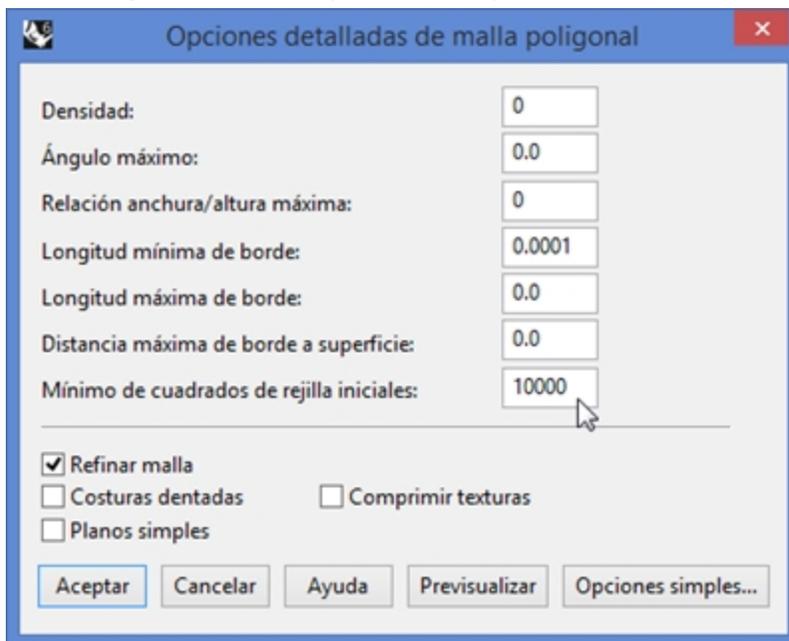
## Comprobar la continuidad con el análisis de Cebra

1. Compruebe las superficies con la herramienta de análisis **Cebra** (*Menú: Análisis > Cebra*). Este comando depende de una aproximación de la superficie para su información de visualización. Por defecto, la malla generada por el comando **Cebra** puede que sea muy gruesa para obtener un buen análisis de las superficies. Si la pantalla muestra rayas muy angulares en lugar de rayas suaves en cada superficie, haga clic en el botón **Ajustar malla** del cuadro de diálogo **Opciones de cebra**.

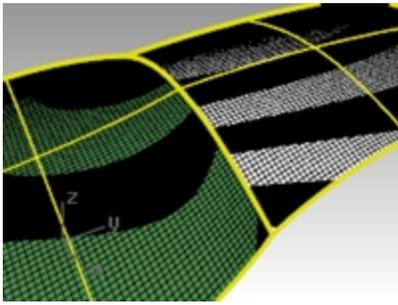


En general, la malla de análisis debería ser más delgada que la malla normal de sombreado y renderizado. Es conveniente configurar estas mallas la primera vez que utiliza un modo de visualización de análisis de superficie en un modelo. La configuración se guarda en el archivo.

2. Utilice las **Opciones detalladas** para definir los parámetros de malla.



Para este tipo de malla es más fácil reducir a cero (desactivar) la opción de Ángulo máximo y utilizar la opción Cuadrados de rejilla iniciales. Este número puede ser bastante elevado, pero depende de la geometría.



En este ejemplo, un valor de 5000 a 10000 generará una malla delgada y muy precisa.

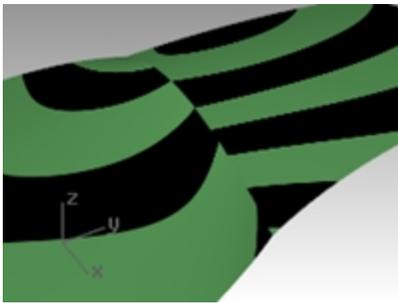
El análisis puede mejorarse más uniendo las superficies a comprobar.

3. **Una** las dos superficies.

Así la malla se refinará a lo largo del borde unido y hará que las rayas de Cebra tengan más coherencia.

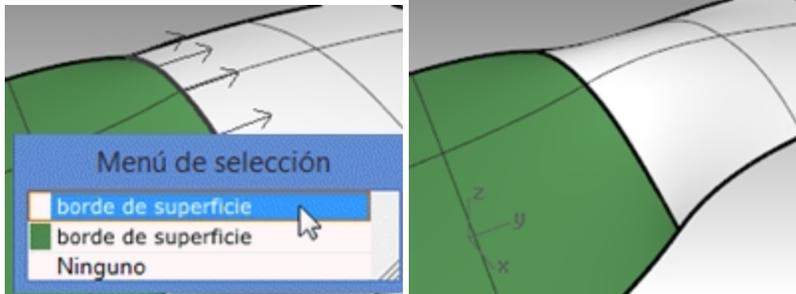
No hay ninguna correlación particular entre las rayas de una superficie y de la otra salvo que se tocan, lo que indica continuidad G0.

4. **Deshaga la unión.**

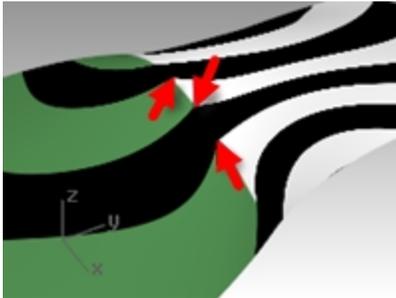


### Igualar la superficie en tangencia

1. Utilice el comando **IgualarSup** (*Menú: Superficie > Herramientas de edición de superficies > Igualar*) de nuevo con la opción **Tangencia** para **Continuidad**.  
Cuando designe el borde a igualar, aparecerán flechas de dirección que indican el borde de la superficie que se ha seleccionado. La superficie a la que apuntan las flechas de dirección es la superficie cuyo borde está seleccionado.

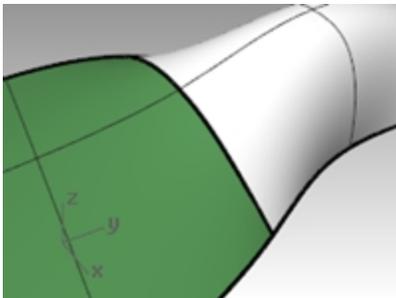


2. Compruebe las superficies con el análisis de **Cebra**.
3. Rote la vista para ver alrededor de la costura.  
Los extremos de las rayas de cada superficie coinciden con los extremos de la otra en un ángulo. Esto indica continuidad G1.

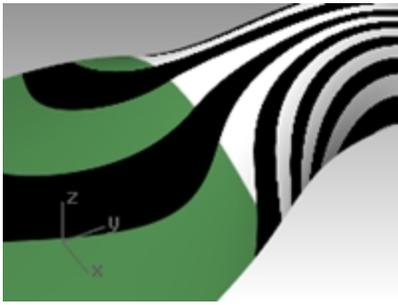


### Igualar la superficie en curvatura

1. Utilice el comando **IgualarSup** (*Menú: Superficie > Herramientas de edición de superficies > Igualar*) con la opción **Curvatura**.



2. Compruebe las superficies con el análisis de **Cebra**.  
Ahora las líneas se alinean suavemente de un lado al otro de la costura. Cada raya conecta suavemente con su equivalente en la otra superficie. Esto indica continuidad de curvatura (G2).



**Nota:** Si realiza estas operaciones una a una, puede que los resultados sean diferentes a si va directamente a la curvatura sin utilizar primero la posición. Esto es debido a que cada operación modifica la superficie cercana al borde, de manera que la siguiente operación tendrá una superficie de inicio diferente.

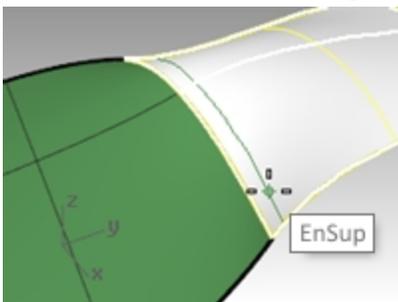
## Añadir nodos para controlar la igualación de superficies

Del mismo modo que en la igualación de curvas, el comando **IgualarSup** puede deformar las superficies más de lo debido para lograr la continuidad deseada. Se pueden añadir puntos de control a las superficies para limitar la influencia de la operación del comando **IgualarSup**. Las segundas y terceras filas de puntos nuevas estarán más cerca del borde de la superficie.

Las superficies también se pueden ajustar con el comando **TangenciaFinal**.

### Añadir un nodo a una superficie

1. **Deshaga** la operación anterior.
2. Utilice el comando **InsertarNodo** (*Menú: Edición > Puntos de control > Insertar nodo*) para insertar una fila de nodos cerca de cada extremo de la superficie blanca.  
Cuando se utiliza este comando en una superficie, tiene más opciones.  
Puede insertar una fila de puntos de control en la dirección U, en la dirección V, o en ambas.  
Escoja la opción **Simétrico** para añadir nodos en los extremos opuestos de una superficie.
3. Utilice el comando **IgualarSup** para igualar las superficies.  
Observe que la nueva superficie igualada es diferente de la anterior.



## Utilizar TangenciaFinal para editar la forma de la superficie

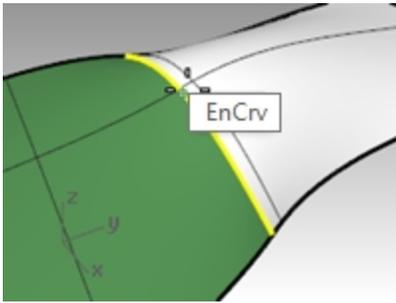
El comando **TangenciaFinal** permite editar la forma de una superficie sin cambiar la dirección de tangencia y la curvatura en el borde de la superficie. Este comando sirve cuando necesita modificar la forma de una superficie que ha sido igualada con otra superficie.

**TangenciaFinal** permite mover los puntos de control a una posición específica de la superficie. Estos puntos están restringidos a lo largo de una trayectoria que evita que cambie la dirección y la curvatura.

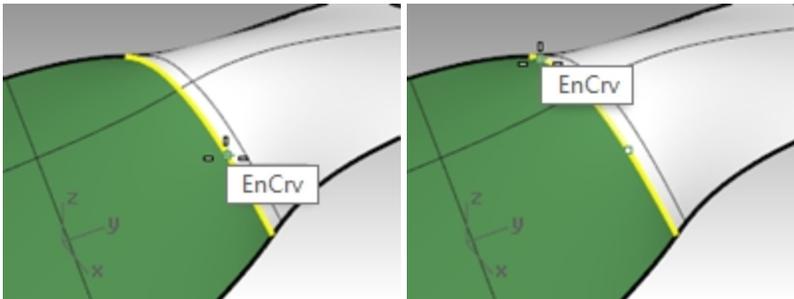
La superficie puede ajustarse por igual a lo largo de todo el borde seleccionado o a lo largo una parte del borde. En este último caso, el ajuste tiene lugar en el punto especificado y se reduce a cero en cada extremo del intervalo. Tanto el punto inicial como el final del intervalo pueden ser coincidentes con el punto a ajustar, haciendo que el intervalo esté completamente a un lado del punto de ajuste.

### Ajustar la superficie con la tangencia final

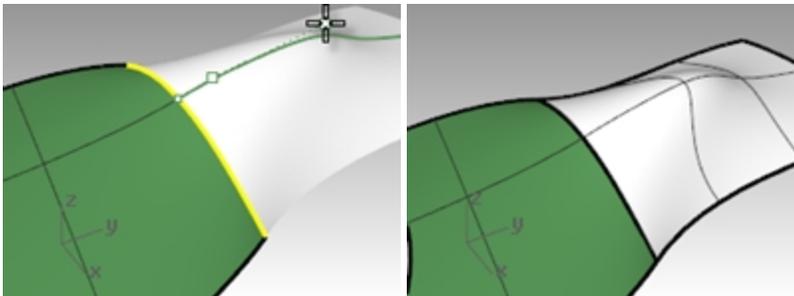
1. Ejecute el comando **TangenciaFinal** (*Menú: Edición > Ajustar tangencia final*).
2. Para el Borde de superficie a ajustar, designe el borde de la superficie de la derecha.
3. Para el **Punto a editar**, designe un punto en el borde en el que se controlará el ajuste actual.  
Puede utilizar referencias a objetos y geometría de referencia para seleccionar un punto con precisión.



4. Para el **Inicio de área a editar**, designe un punto a lo largo de los bordes comunes para definir la región a ajustar.
5. Cuando le solicite **Final de intervalo a editar**, designe otro punto para definir el área a ajustar.  
Para seleccionar un intervalo en este punto, designe el cursor a lo largo del borde y haga clic en los puntos iniciales y finales del intervalo. Si hay que ajustar el borde entero equitativamente, pulse **Intro**.



6. Para el **Punto a ajustar**, seleccione uno de los puntos que se muestran.  
Rhino muestra tres puntos, de los que solo se permite manipular dos. Cuando mueva el segundo punto, Rhino también mueve el tercer punto que no se está manipulando directamente con el fin de mantener la continuidad. Si mueve el tercer punto, no se cambiará el segundo punto.
7. Arrastre el punto y haga clic para ajustar la superficie.



Si no tiene que mantener la igualdad de curvatura G2 en el borde, utilice la opción Continuidad=Tangencia para desactivar uno de los dos puntos disponibles para editar. Sólo se mantendrá la continuidad G1.

8. Pulse **Intro** para terminar el comando.

## Igualar superficies

El comando **IgualarSup** no permite igualar un borde recortado con un borde no recortado. Debe trabajar del borde no recortado al borde recortado.

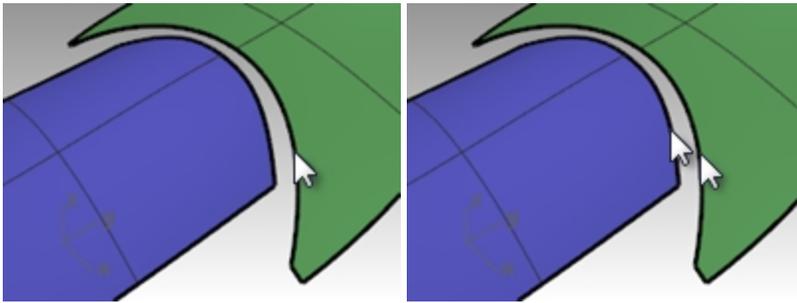
### Igualar una superficie no recortada con una superficie recortada

1. Utilice el comando **IgualarSup** (*Menú: Superficie > Herramientas de edición de superficies > Igualar*).
2. Seleccione el borde de la superficie verde en el borde más cercano a la superficie azul.

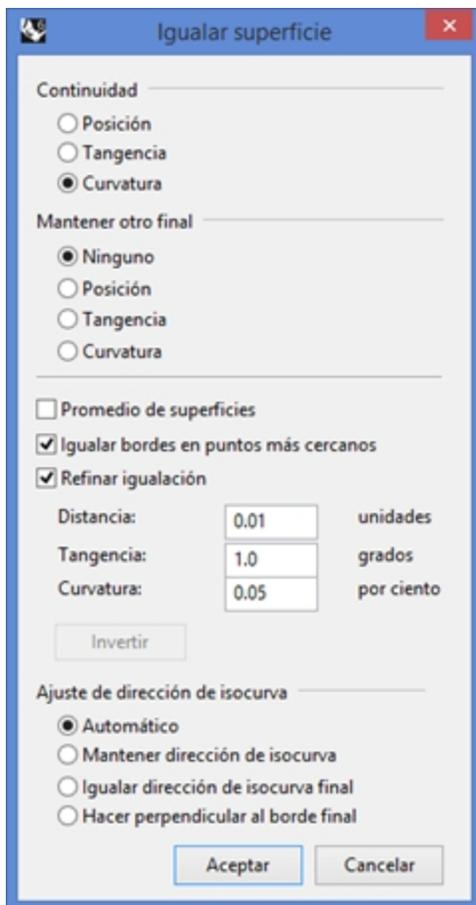
El borde no se seleccionará y verá el siguiente mensaje en la línea de comandos:

El borde debe estar en el borde de una superficie (no en un borde recortado).

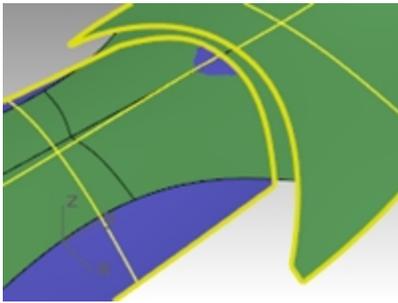
Seleccione el borde de superficie no recortada que desee cambiar (IgualacionesMúltiples).



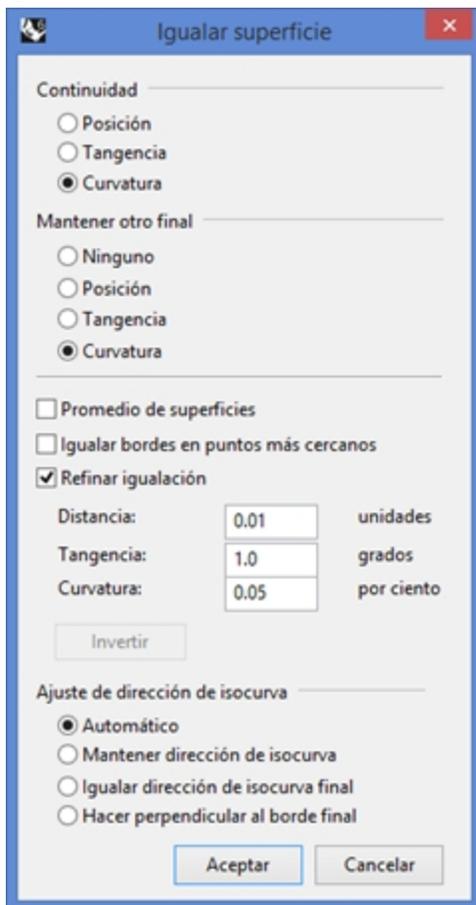
3. En su lugar, seleccione el borde de la superficie no recortada de la superficie azul en el borde más cercano a la superficie verde.  
 Seleccione el borde recortado de la superficie verde cerca de la misma posición que el punto de selección en el borde de la superficie azul.
4. En el cuadro de diálogo **Igualar superficie**, seleccione **Curvatura** como tipo de **Continuidad**, seleccione **Ninguno** para **Mantener otro final**, marque la opción **Igualar bordes en puntos más cercanos** y seleccione **Automático** para el **Ajuste de dirección de isocurva**.  
 Asegúrese de que el resto de casillas de verificación no están seleccionadas.



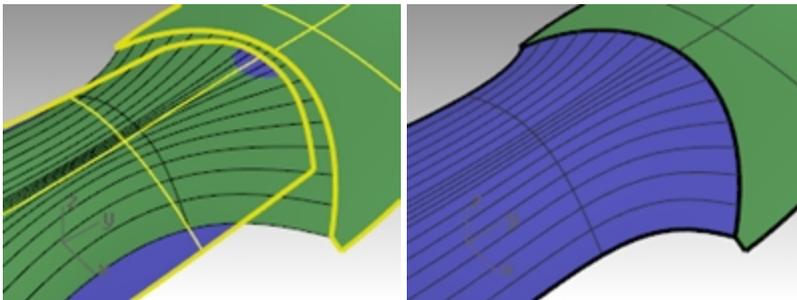
Se genera automáticamente una vista previa para que pueda ver el resultado.  
 Observe que la superficie azul no incluye el borde no recortado entero de la superficie verde. Solo se extiende hacia el punto más cercano desde la superficie original.



5. En cuadro de diálogo **Igualar superficie**, desmarque la opción **Igualar bordes en puntos más cercanos** y marque la opción **Refinar igualación**.
6. Cambie las opciones **Ajuste de dirección de isocurva** y **Mantener otro final** para ver qué pasa con la superficie igualada.



7. Cuando termine, haga clic en **Aceptar**.



## Comandos para superficies que contemplan la continuidad

Rhino tiene varios comandos que pueden crear superficies utilizando los bordes de otras superficies como curvas de entrada. Estos comandos pueden crear superficies con continuidad G1 o G2 en superficies adyacentes. Los comandos son:

- SupDesdeRed
- Barrido2
- Parche (sólo G1)
- Transición (sólo G1)
- MezclarSup (G1 a G4)

Los siguientes ejercicios ofrecen información general sobre estos comandos.

### Ejercicio 5-2 Crea una superficie desde una red de curvas

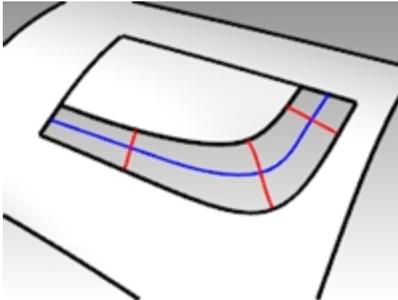
1. Abra el modelo **Comandos de continuidad.3dm**.

En la capa **Superficies** hay dos superficies unidas que han sido recortadas y ha quedado una abertura. Hay que cerrar esta abertura con la continuidad de las superficies circundantes.

2. Active la capa **Red**, si todavía no está activada, y conviértala en la capa actual.

Se muestran varias curvas que definen las secciones transversales necesarias de la superficie.

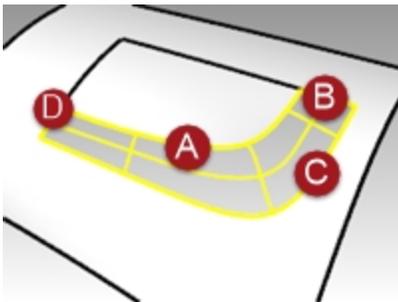
3. Utilice el comando **SupDesdeRed** (*Menú: Superficie > Red de curvas*) para cerrar la abertura con una superficie no recortada utilizando las curvas y los bordes de las superficies como curvas de entrada.



4. Cuando le solicite **Seleccione las curvas en red**, seleccione los cuatro bordes que rodean la abertura y las cuatro curvas dentro de la abertura, y pulse **Intro**.

Observe que hay un máximo de cuatro aristas de entrada. También es posible especificar las tolerancias o la desviación máxima de la superficie desde las curvas de entrada.

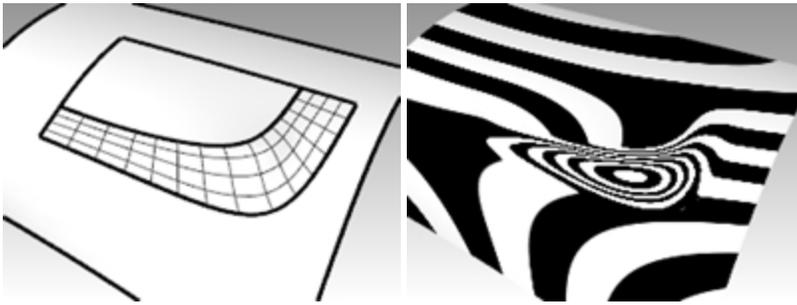
Por defecto, las tolerancias de las aristas son las mismas que la **Tolerancia absoluta** del modelo. La tolerancia de las curvas interiores es 10 veces menos ajustada que por defecto.



5. En el cuadro de diálogo **Superficie desde red de curvas**, seleccione la continuidad de **Curvatura** para todos los bordes y haga clic en **Aceptar**.

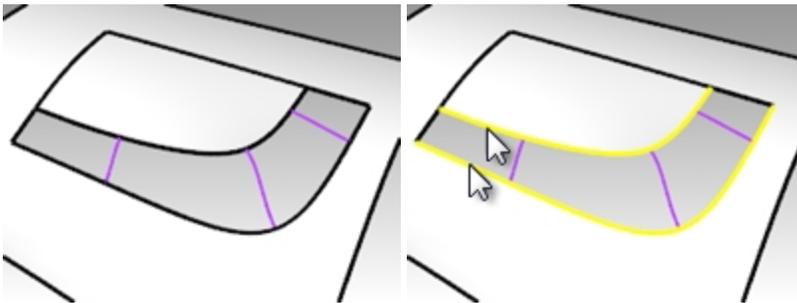
La superficie que se ha creado tiene continuidad de curvatura en los cuatro bordes.

6. Compruebe la superficie resultante con el comando **Cebra**.

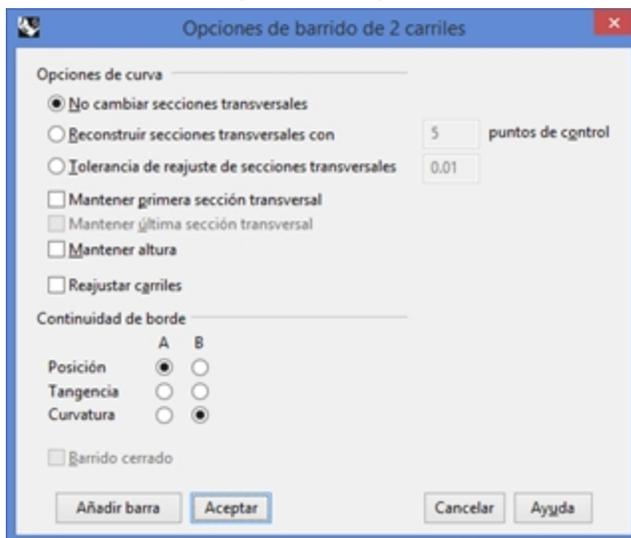


### Crear la superficie con un barrido por dos carriles

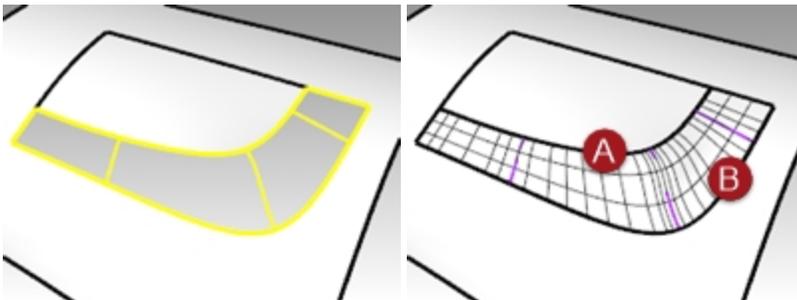
1. Utilice el comando **ActivarUnaCapa** para volver a abrir la capa **Superficies** otra vez y haga clic con el botón izquierdo del ratón en el cuadro Capas de la barra de estado y seleccione la capa Barrido2.
2. Ejecute el comando **Barrido2** (*Menú: Superficie > Barrido por 2 carriles*) y seleccione los bordes de superficies largos como carriles.



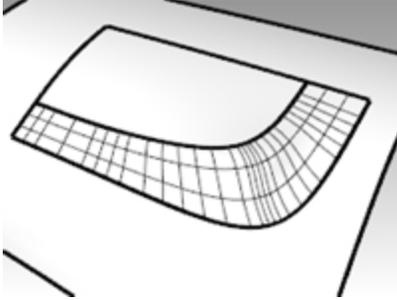
3. Seleccione un borde corto, las curvas de perfil transversal y el otro borde corto como perfiles.
4. Seleccione **Curvatura** para ambas opciones de **Curva de carril**.



Dado que los carriles son bordes de superficie, en pantalla aparecen como bordes y el cuadro de diálogo **Opciones de barrido por 2 carriles** ofrece la opción de mantener la continuidad en esos bordes.



5. Haga clic en **Aceptar**.
6. Compruebe la superficie resultante no recortada con el comando **Cebra**.



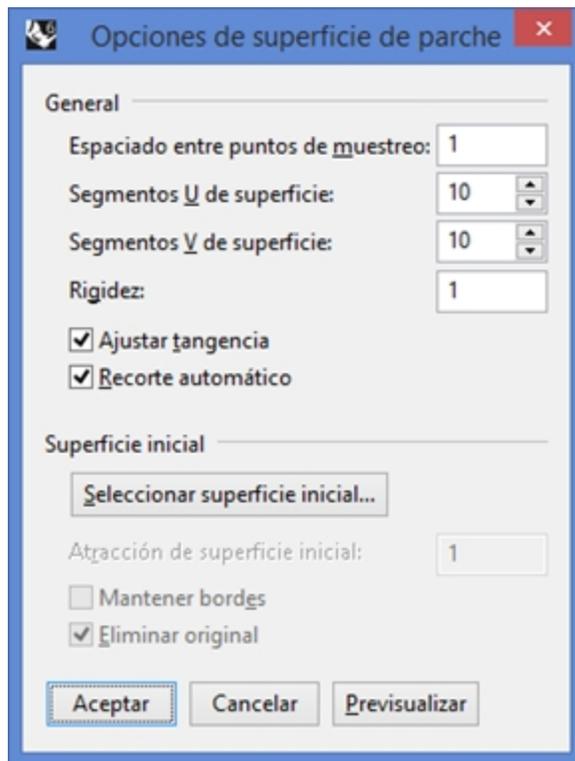
### Crear una superficie de parche

El comando **Parche** crea una superficie recortada, si las curvas de contorno forman un bucle cerrado. El comando Parche puede igualar la continuidad a G1 si las curvas de contorno son bordes. El comando **Parche**:

- Puede crear curvas o puntos ilimitados para la entrada
- Ignora el ruido de muchos puntos de control
- Funciona bien con datos escaneados
- Funciona bien para ingeniería inversa

## Crear una superficie de parche

1. Active las capas **Superficies** y **Parche**.
2. Desactive todas las demás capas.
3. Ejecute el comando **Parche** (*Menú: Superficie > Parche*).
4. Seleccione las aristas y las curvas interiores, y pulse **Intro**.
5. En el cuadro de diálogo **Opciones de superficie de parche**, establezca las siguientes opciones:  
 Defina el **Espaciado entre los puntos de muestreo** a **1.0**.  
 Defina la **Rigidez** a **1**.  
 Cambie las opciones de **Segmentos de superficie U** y **V** a **10**.  
 Marque las opciones **Ajustar tangencia** y **Recorte automático**, y haga clic en **Aceptar**.



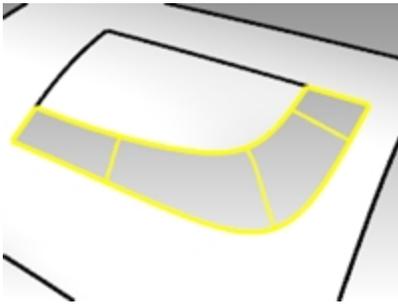
La opción **Espaciado entre los puntos de muestreo** define la distancia física a lo largo de la curva de entrada entre los puntos de muestra. La cantidad mínima es de 8 puntos por curva.

El valor **Segmentos de superficie U y V** define los segmentos de la superficie de parche. El valor predeterminado es de 10 segmentos para ambas direcciones U y V.

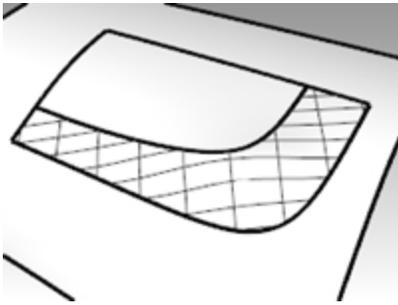
El valor de **Rigidez** se utiliza para ayudar a Rhino a crear la superficie de parche encontrando primero el plano que mejor se ajuste (PlanoPorPuntos) a través de los puntos seleccionados y muestreados a lo largo de las curvas. Entonces la superficie se deforma para igualar los puntos y los puntos muestreados. La opción **Rigidez** determina cuánto se puede deformar el plano de ajuste. Cuanto mayor sea el número, más "rígida", rectangular y planar será la superficie resultante.

Utilice **Vista previa** para comprobar el resultado.

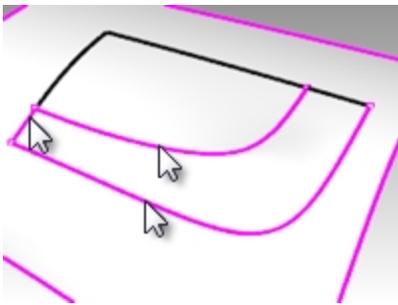
Utilice **Ajustar tangencia** para crear un parche en la dirección tangente de las superficies si las curvas de entrada son bordes de superficies existentes.



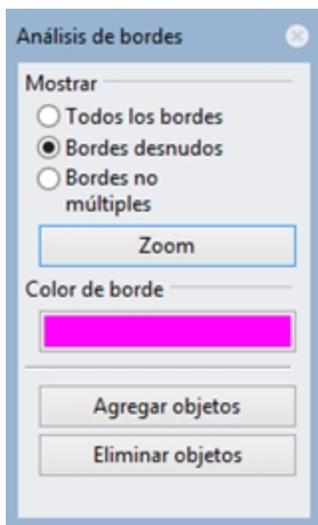
6. **Una** las superficies.



7. Utilice el comando **MostrarBordes** (Menú: *Análisis > Herramientas para bordes > Mostrar bordes*) para mostrar los bordes desnudos.



Si hay bordes desnudos entre la nueva superficie de parche y la polisuperficie existente, los valores tendrán que modificarse.



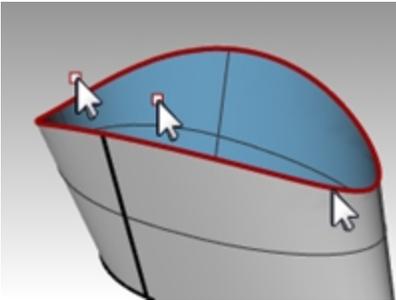
8. Compruebe los resultados visualmente con el comando **Cebra**.

## Opciones de Parche

El comando **Parche** puede utilizar puntos, curvas y bordes de superficies como información de entrada. En este ejercicio se utilizarán entradas de puntos y bordes para mostrar cómo funciona la opción Rigidez.

### Ejercicio 5-3 Crear un parche a partir de un borde y puntos

1. Abra el modelo **Opciones de Parche.3dm**.
2. Ejecute el comando **Parche** (*Menú: Superficie > Parche*) y seleccione los dos puntos y el borde superior de la superficie como entrada.
3. Marque las opciones **Ajustar tangencia** y **Recorte automático**, y establezca el número de **Segmentos de superficie** a **10** en cada dirección.
4. Para obtener una buena vista de los dos puntos, haga la vista **Frontal** activa y establézcala como vista en modo alámbrico o semitransparente.
5. Establezca la **Rigidez** a **0.1** y haga clic en el botón .

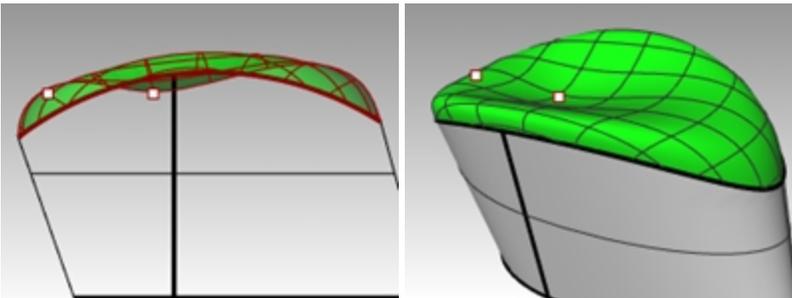


Con un valor inferior de rigidez, la superficie se ajusta a los puntos mientras se mantiene la tangencia en el borde de la superficie. Ésta puede mostrar cambios abruptos o pliegues en la superficie.

6. Establezca la **Rigidez** a **5** y haga clic en el botón  otra vez.

Con valores más altos de rigidez, la superficie de parche se hace más rígida y es posible que no atraviese la geometría de entrada. Por otra parte, la superficie es menos apta para mostrar cambios abruptos o pliegues, y a menudo se crea una superficie más suave y mejor.

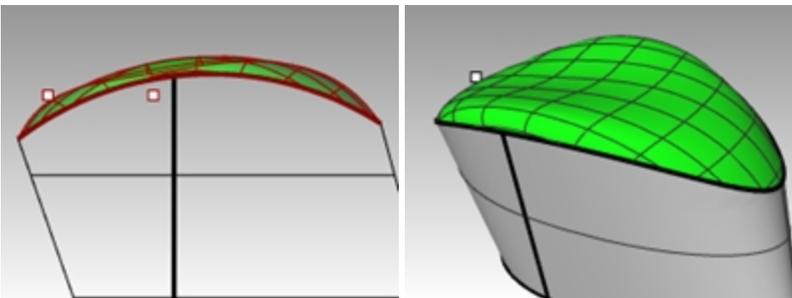
Con valores muy altos de rigidez, los bordes también pueden tener tendencia a separarse de los bordes de entrada designados.



Valores altos de rigidez = más rectangular y planar será la superficie resultante

Valores bajos de rigidez = más suave (lisa) será la superficie resultante

Más segmentos = mayor densidad de puntos de control

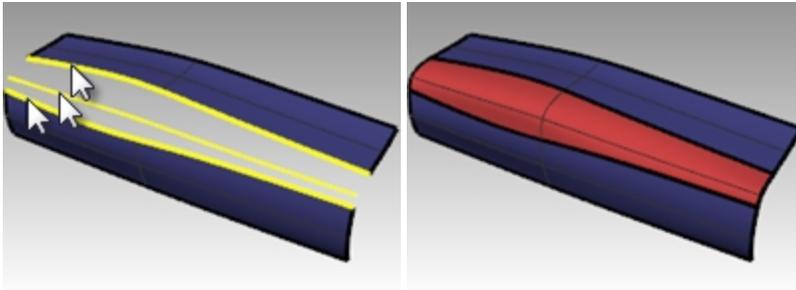


## Transición

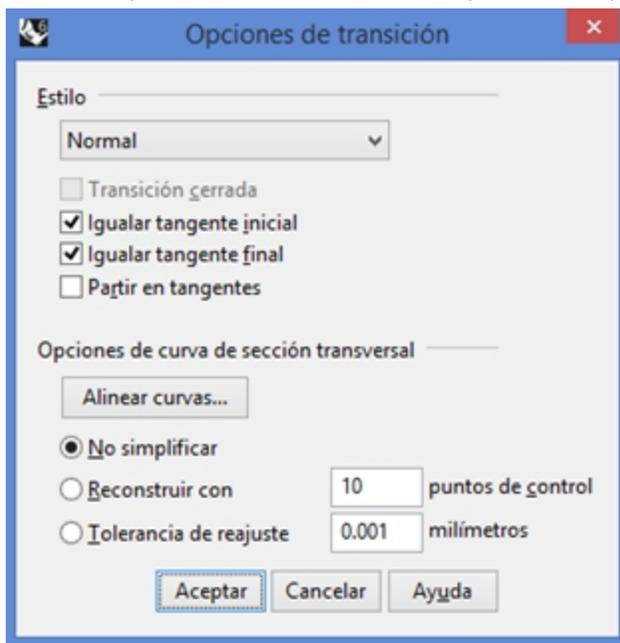
El comando **Transición** también tiene opciones integradas para continuidad de superficie.

**Ejercicio 5-4 Crear una superficie de mezcla**

1. Abra el modelo **Transición.3dm**.
2. Ejecute el comando **Transición** (*Menú: Superficie > Transición*).
3. Seleccione el borde inferior, la curva y el borde superior curvado, y pulse **Intro**.  
Cuando designe las curvas, designe cerca del mismo final de cada curva. Así se asegurará de que no aparezca una torsión en la superficie.



4. En el cuadro de diálogo **Opciones de transición**, defina el **Estilo** a **Normal** y active las casillas **Igualar tangencia inicial** e **Igualar tangencia final**.
5. Pulse **Intro** cuando termine.  
La nueva superficie tiene continuidad G1 respecto a las superficies originales.

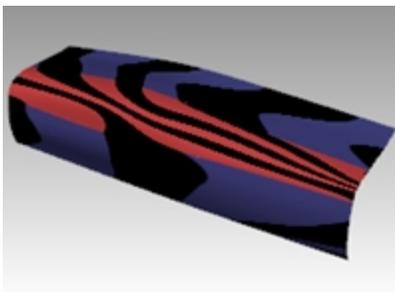
**Estilo:**

Suelta: similar a una curva de puntos de control

Recta: similar a una polilínea

Normal/Ajustada: similar a una curva interpolada

6. Compruebe los resultados con el comando **Cebra**.



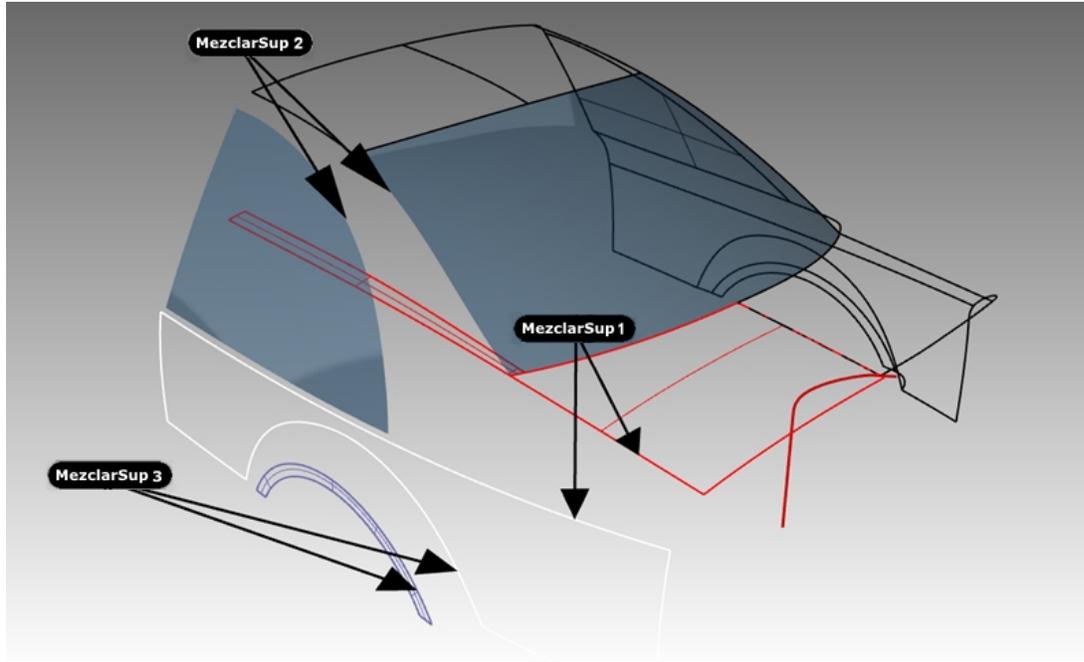
## Mezcla

El siguiente comando que contempla la continuidad a la hora de adjuntar superficies es **MezclarSup**.

**MezclarSup** también utilizará la opción **Grabar historial**.

Si la opción **Grabar historial** está activada en la barra de estado cuando se utilice **MezclarSup** para crear una superficie, al editar la curva de entrada se actualizará la superficie.

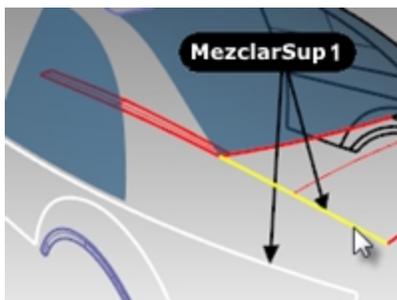
Las tres mezclas de este archivo sirven para ilustrar las funciones básicas del comando **MezclarSup**. Los controles de **MezclarSup** pueden utilizarse para variar el carácter de la forma mezclada.



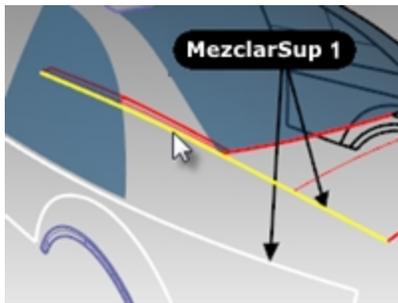
### Ejercicio 5-5 Crear una superficie de mezcla (MezclarSup1)

En **MezclarSup 1**, crearemos la transición entre la puerta del maletero y las superficies laterales de la carrocería del coche.

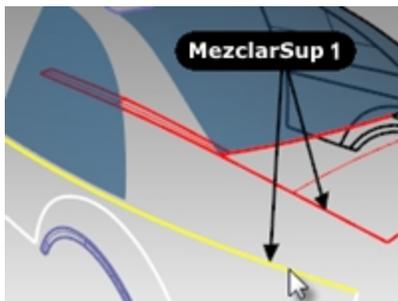
1. Abra el modelo **Mezcla.3dm**.
2. Ejecute el comando **MezclarSup** (*Menú: Superficie > Mezclar superficies*).
3. Se mezclará la longitud total del hueco entre la superficie lateral blanca y las superficies rojas. La opción **BordesEnCadena** permitirá seleccionar más de un segmento de borde. Cuando le solicite **Seleccione el primer borde**, haga clic en la opción la línea de comandos **BordesEnCadena**.
4. En la línea de comandos, defina las opciones **AutoEncadenar=Sí** y **ContinuidadDeCadena=Tangencia**.
5. A continuación, seleccione un borde a lo largo de la polisuperficie roja de la carrocería del coche, como se indica en el archivo.



6. Se selecciona el borde de la superficie adyacente.



7. Pulse **Intro** para terminar la selección del primer borde.
8. Cuando le solicite **Seleccione el segmento para la segunda arista**, seleccione la arista superior de la superficie lateral blanca al final del borde más cercano a la designación inicial de la primera arista.
9. Pulse **Intro** para terminar la selección de borde.
10. Aparece el cuadro de diálogo **Ajustar mezcla de superficies** con varios controles. En la siguiente sección se describen estas opciones.



#### Cuadro de diálogo Ajustar mezcla de superficies



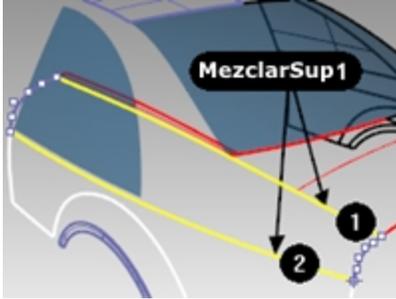
1. Los controles deslizantes se refieren a las dos curvas de forma predeterminadas de los extremos de la mezcla. Haga clic en el icono de bloqueo para que ambos lados de la mezcla se ajusten al mismo tiempo.
2. Este botón permite al usuario añadir curvas de forma. Estas nuevas curvas de forma tienen manejadores ajustables, exactamente igual que las curvas de forma predeterminadas.  
*Nota:* Tenga en cuenta que aunque a veces es útil añadir curvas de forma, es mejor agregar las mínimas posibles para conseguir la forma deseada. La interpolación entre las curvas de forma es mejor si no están muy cerca.
3. Los botones de radio sirven para ajustar la continuidad en cada lado de la mezcla; los bordes tienen la etiqueta 1 y 2 en la vista.
4. También hay casillas de verificación correspondientes a otras opciones. Estas opciones se describirán en otro ejercicio aparte.

Para configurar el diálogo para la mezcla, haga lo siguiente:

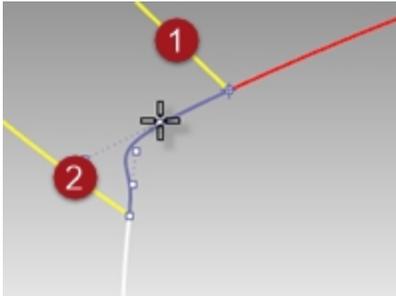
1. Desmarque las opciones **Misma altura** y **Secciones planas**.
2. Asegúrese de que en los botones de **Continuidad** se ha seleccionado **Curvatura**.  
Podrá ver una vista previa de la superficie de mezcla en la vista.  
En la vista, también verá un par de curvas de forma predeterminadas con puntos.  
Estos puntos se denominan *manejadores*.

El número de manejadores disponibles en las curvas de forma varía según la configuración de continuidad del cuadro de diálogo.

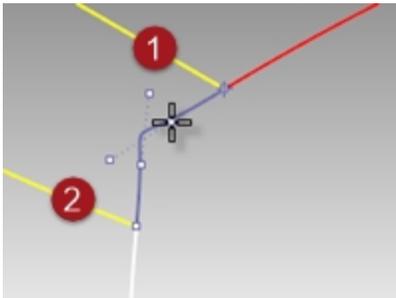
Por ejemplo, si la continuidad está definida en **Curvatura** para ambas curvas de forma 1 y 2, las curvas tendrán seis puntos (tres en cada curva). Si la continuidad está definida en **Tangente** para ambas curvas de forma 1 y 2, las curvas tendrán cuatro puntos (dos en cada curva).



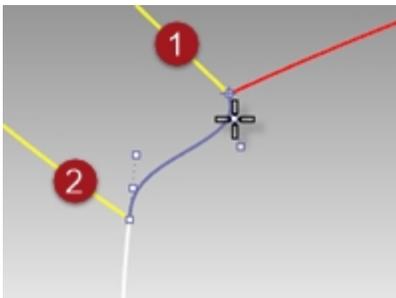
3. Intente ajustar los manejadores en las curvas de forma. Por ejemplo, en la parte posterior del coche, haga la mezcla más puntiaguda moviendo los manejadores hacia fuera cerca del vértice de la curva de la forma. Los manejadores pueden ajustarse interactivamente en cada curva de forma para cambiar la forma de la mezcla. Si se mueven los manejadores, cambia la forma en un lado de una curva de forma.



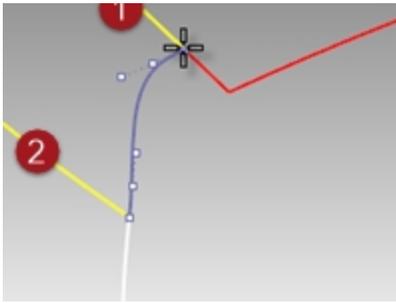
Pulse **Mayús** mientras mueve los manejadores para ajustar ambos extremos de la curva de forma. Esta función es útil para mantener la simetría en la forma de la mezcla.



Pulse **Alt** mientras ajusta los manejadores para rotar los manejadores y también la dirección de la curva relativa al borde.

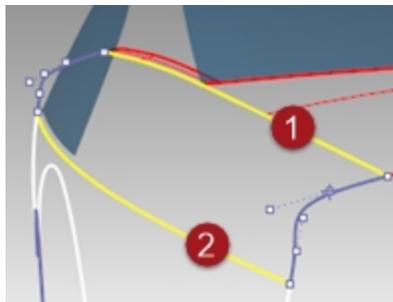


Mueva el manejador en un extremo de una curva de forma para cambiar la ubicación de la curva de forma.

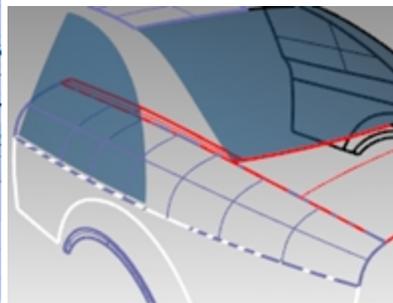


Utilice los controles deslizantes del diálogo para cambiar todas las curvas de forma a la vez.

El control deslizante superior modifica todas las curvas de forma cerca del borde original #1. El control deslizante inferior modifica todas las curvas de forma cerca del borde original 2.



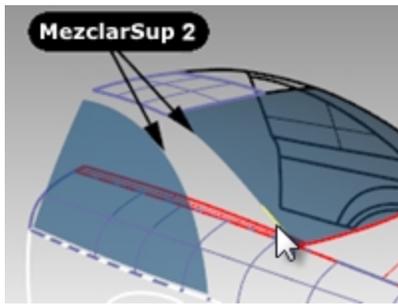
- Configure las opciones del cuadro de diálogo al valor predeterminado de **1.0** y pulse **Aceptar** para crear la superficie de mezcla.



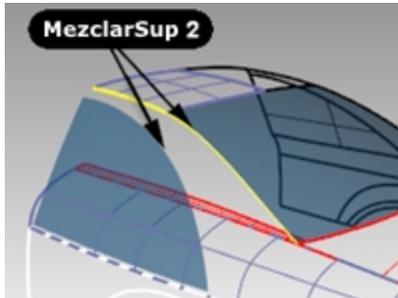
### Crear una superficie de mezcla con la opción Todos (MezclarSup2)

A continuación, mezclaremos el carril del techo y la ventana lateral.

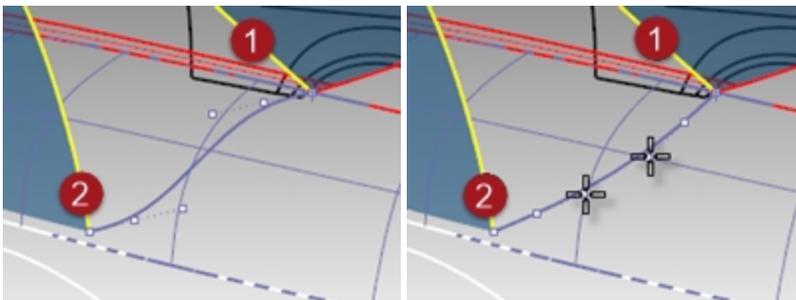
- Ejecute el comando **MezclarSup** (Menú: *Superficie > Mezclar superficies*).
- En la línea de comandos, haga clic en la opción **BordesEnCadena**.
- En la línea de comandos, defina la opción **AutoEncadenar=No**.
- Cuando le solicite **Seleccione el segmento para la primera arista**, seleccione una arista a lo largo de la ventana posterior del coche, como se indica en el archivo. Observe que solo se selecciona una pequeña parte del borde. Aunque la ventana es una única superficie, los bordes están divididos.



5. A continuación, haga clic en la opción **Todos** de la línea de comandos para encadenar todos los fragmentos. Observe que también se ha añadido el borde del panel del techo, puesto que los bordes son contiguos y tangentes.



6. Pulse **Intro** para terminar la selección del primer borde.
7. Cuando le solicite **Seleccione el segmento para la segunda arista**, seleccione el borde de la parte superior de la ventana lateral.
8. Pulse **Intro** para terminar la selección de borde.
9. Aparece el cuadro de diálogo **Ajustar mezcla de superficies** con varios controles. Observe que la curva de forma predeterminada muestra una forma de S en el extremo inferior del área de mezcla. Pulse la tecla **Alt** mientras arrastra los manejadores para alinear la curva de mezcla de una manera más natural.

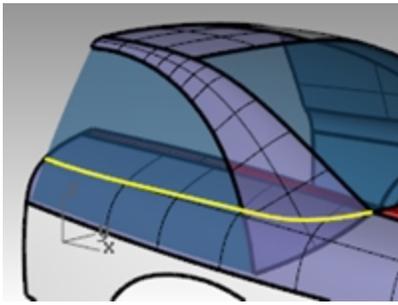


10. Pulse **Aceptar** para crear la superficie de mezcla.

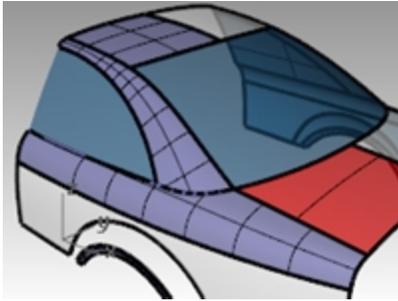
### Limpiar las superficies sobrantes

Para limpiar las superficies sobrantes, recortaremos unas superficies con otras. Puesto que las intersecciones de las superficies no llegan hasta el final de los bordes de las superficies, podemos hacer curvas de intersección, unir las y extenderlas según sea necesario en las superficies.

1. Ejecute el comando **IntersecarDosGrupos** (*Menú: Curva > Curva desde objetos > Intersección de dos conjuntos*).
2. Cuando le solicite Seleccione el primer grupo de objetos para la intersección, seleccione la ventana lateral y la superficie de mezcla del techo que acaba de completar. Pulse **Intro**.
3. Cuando le solicite Seleccione el primer grupo de objetos para la intersección, seleccione la primera superficie de mezcla que ha realizado. Pulse **Intro**.
4. Una las curvas resultantes.
5. Seleccione la curva unida.
6. Ejecute el comando **ExtenderCrvEnSup** (*Menú: Curva > Extender curva > Curva en superficie*) y elija la superficie de mezcla inferior como superficie en la que extender.



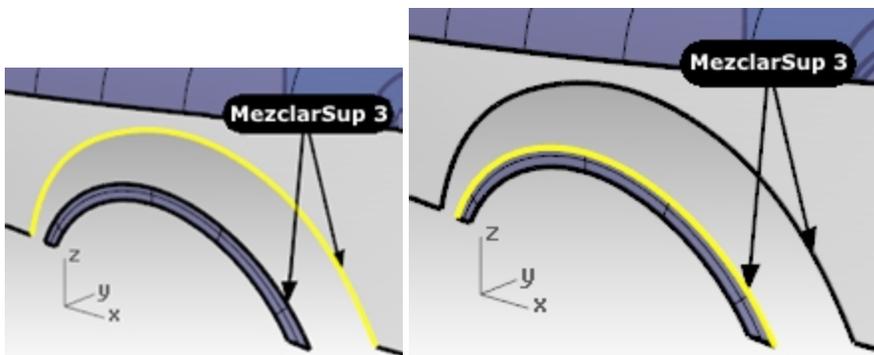
7. Recorte la parte inferior de la ventana, la parte inferior de la mezcla del carril del techo y la mezcla lateral de dentro del techo y el área del cristal.



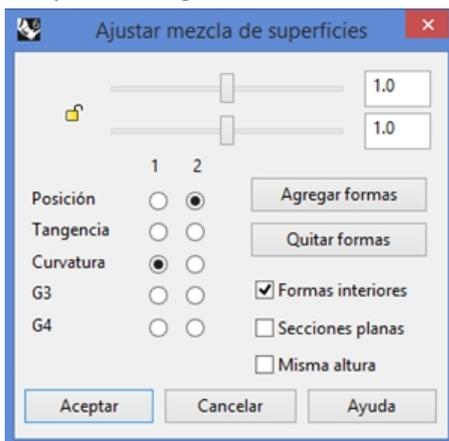
### Crear una superficie de mezcla (MezclarSup3)

Finalmente, mezclaremos el arco de la rueda y la parte lateral del coche.

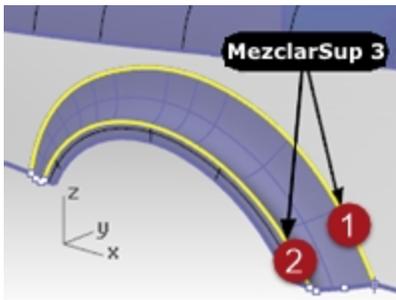
1. Ejecute el comando **MezclarSup** (Menú: *Superficie > Mezclar superficies*).
2. Cuando le solicite **Seleccione el segmento para la primera arista**, seleccione un borde del arco de la rueda en la parte lateral del coche y pulse **Intro**.
3. Cuando le solicite **Seleccione el segmento para la segunda arista**, seleccione el otro borde del arco de la rueda.



4. Cambie las opciones de continuidad en el cuadro de diálogo para que un borde tenga continuidad de **Posición** (G0) y el otro tenga continuidad de **Curvatura** (G2), y marque la casilla **Previsualizar**.



Esto permite tener un borde abrupto en uno de los bordes.

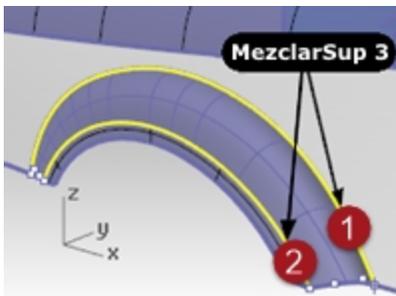


5. Cambie las opciones de continuidad a los bordes opuestos para cambiar el carácter de la mezcla.

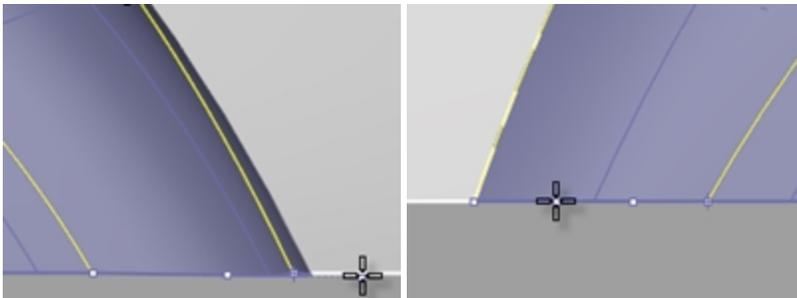


Probablemente tendrá que rotar las curvas de forma en ambos lados del arco de la rueda para que se alineen con el borde inferior del lateral.

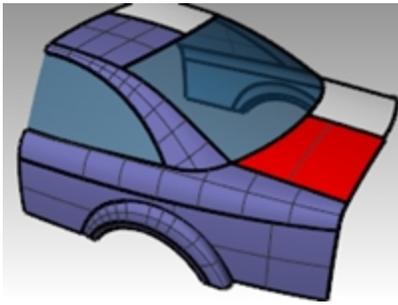
En este caso, es más fácil hacerlo en la vista Frontal.



6. Pulse la tecla **Alt** mientras arrastra los manejadores para alinear la curva de mezcla con el borde inferior del lateral.

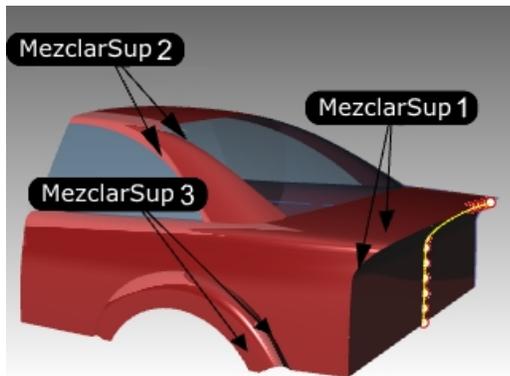


7. Pulse **Aceptar** en el cuadro de diálogo para hacer la superficie de mezcla.



### Por su cuenta

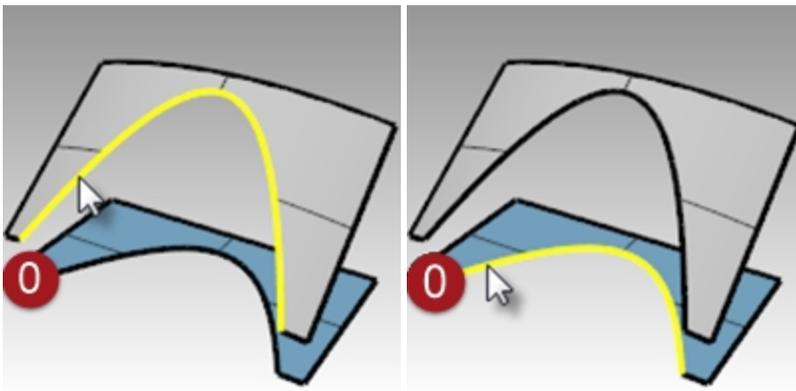
Extruya la curva seleccionada para crear la superficie posterior del coche. Utilice los mismos métodos usados anteriormente para hallar la curva de intersección, extender a la superficie y recortar.



### Utilizar las opciones de Mezclar

En el siguiente ejercicio, haremos en primer lugar una mezcla de superficie que cree una superficie que se autointerseca. A continuación, utilizaremos las opciones de mezcla de superficie para corregir el problema.

1. Abra el modelo **Opciones de MezclarSup.3dm**.
2. Ejecute el comando **MezclarSup** (Menú: *Superficie > Mezclar superficie*) y seleccione los bordes más curvados del par de superficies marcado como 0.

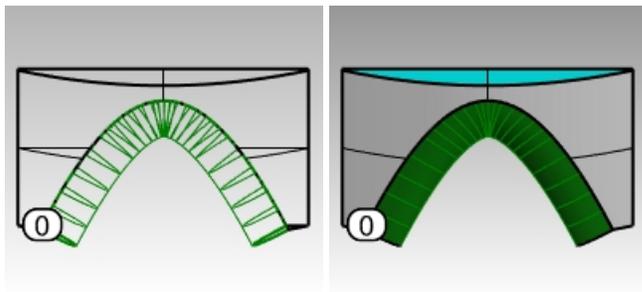


3. En el cuadro de diálogo, marque la opción **Misma altura** y asegúrese de que los controles deslizantes tengan el valor **1.0**.
4. Haga clic en **Aceptar**.



- Amplíe la superficie que acaba de crear en la vista Superior.

Observe atentamente la mitad de la superficie de mezcla en esta vista utilizando una vista en modo alámbrico. Observe que la mezcla ha forzado a que la superficie se autointerseque en la mitad. Las curvas isoparamétricas se entrecruzan y crean un pinzamiento o pliegue.



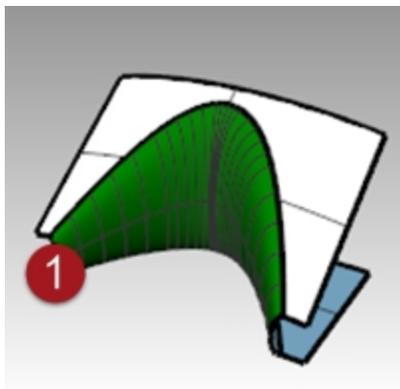
## Opciones de mezcla de superficies

Para evitar superficies que se autointersecan o superficies con pinzamientos al crear una mezcla, puede utilizar los dispositivos deslizantes de Ajustar tangencia de mezcla, utilizar Formas con igual altura o bien usar la opción Secciones planas.

En los siguientes ejemplos, veremos cada una de estas opciones.

### Ejercicio 5-6 Crear una superficie de mezcla con opciones

- Ejecute el comando **MezclarSup** y seleccione los bordes del par de superficies marcadas como 1.
- Ajuste los deslizadores para que la tangencia de la superficie sea inferior a 1.

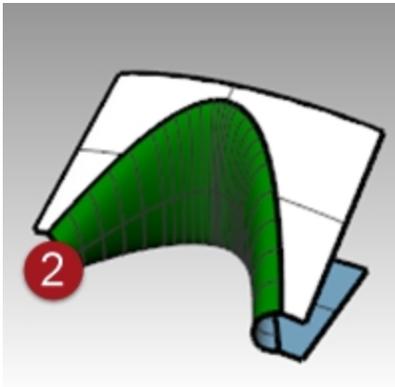


Parece que un número entre 0.2 y 0.3 es más conveniente.



Los perfiles de las secciones transversales de cada extremo de la mezcla, así como los que añada en medio, se actualizarán para previsualizar la tangencia. Observe que la superficie no tiene pinzamientos en el medio.

- Ejecute el comando **MezclarSup** y seleccione los bordes del par de superficies marcadas como 2.

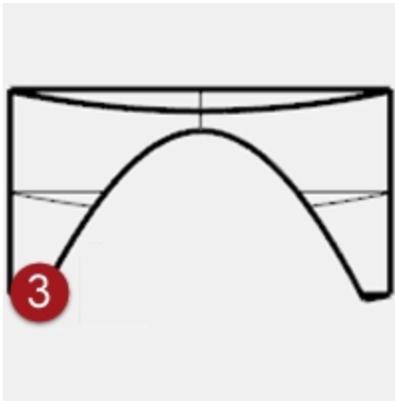


- Mantenga la **Tangencia** en **0.5**, pero marque la opción **Misma altura**.

La opción **Misma altura** reemplaza la tendencia de la superficie de mezcla a volverse más gruesa o profunda según lo lejos que estén los bordes. La altura será igual en el centro que en cada extremo. Esto también tiene el efecto de hacer que las secciones de la mezcla sobresalgan menos y que, por tanto, no se entrecrucen en el área del medio.



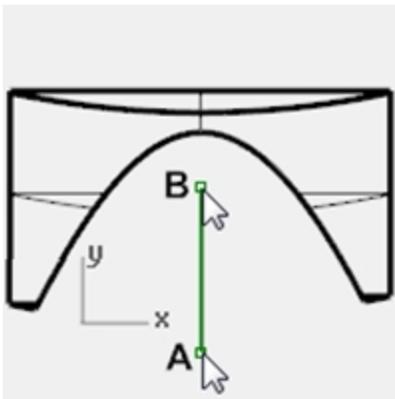
- Ejecute el comando **MezclarSup** y seleccione los bordes del par de superficies marcadas como 3.



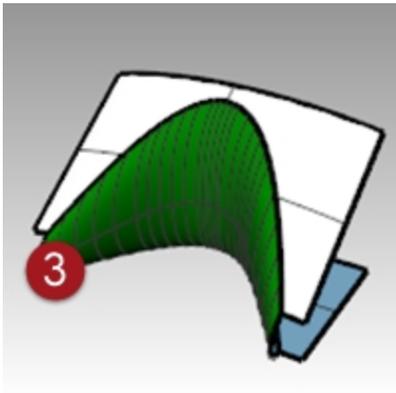
6. Diseñe los bordes normalmente.  
Utilice las mismas opciones de tangencia que en el último par de superficies.
7. En el cuadro de diálogo, marque la opción **Secciones planas** y desmarque la opción **Misma altura**.  
Ahora debe definir a qué plano deben ser paralelas las secciones de la superficie. Esto se define haciendo clic en dos puntos en cualquier vista.



8. Haga clic una vez en la vista **Superior A** y, con el modo Orto activado, vuelva a hacer clic en la vista **Superior B** en la dirección del eje Y.



La superficie resultante (3) tiene curvas isoparamétricas paralelas al plano definido en la opción Secciones planas del comando. Las curvas isoparamétricas no se intersecan en el medio de la superficie puesto que son paralelas al eje Y.



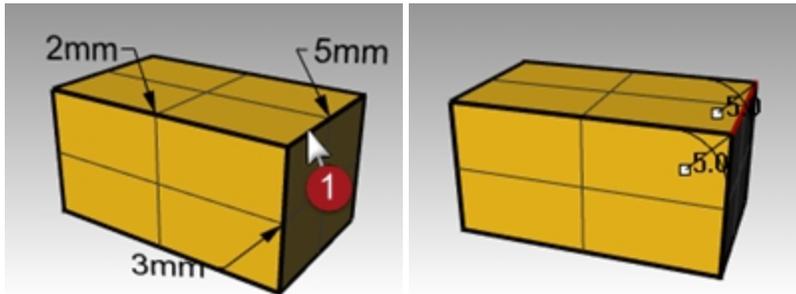
## Empalmes, mezclas y esquinas

En este ejercicio, aprenderá varias de formas de crear superficies de transición con los comandos `EmpalmarBorde`, `MezclarBorde`, `ChaflánEnBorde` y `Parche`.

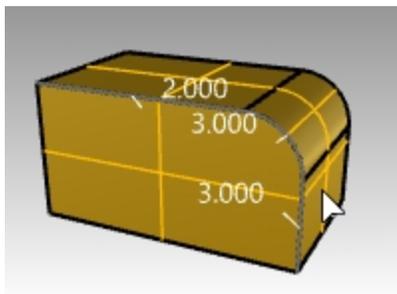
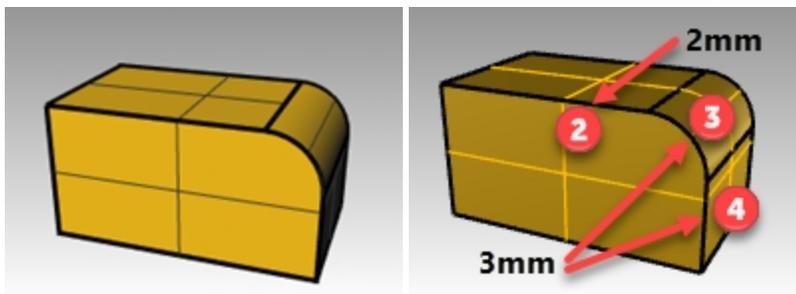
Rhino tiene funciones automáticas para hacer empalmes o redondeos, pero hay situaciones que requieren técnicas manuales. En esta sección, aprenderemos a hacer esquinas con diferente radio de empalme, mezclas y empalmes de radio variable y transiciones de empalme.

**Ejercicio 5-7 Redondear una esquina con tres radios diferentes**

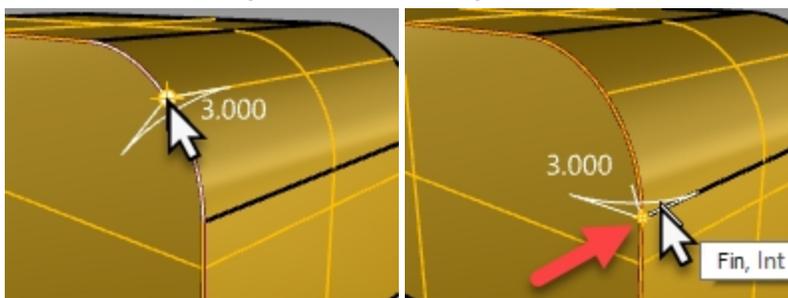
1. Abra el modelo **Redondeo de esquina.3dm**.
2. Utilice el comando **EmpalmarBorde** (Menú: *Sólido > Empalmar borde > Empalmar borde*) para empalmar el borde (1) con un radio de **5mm**.



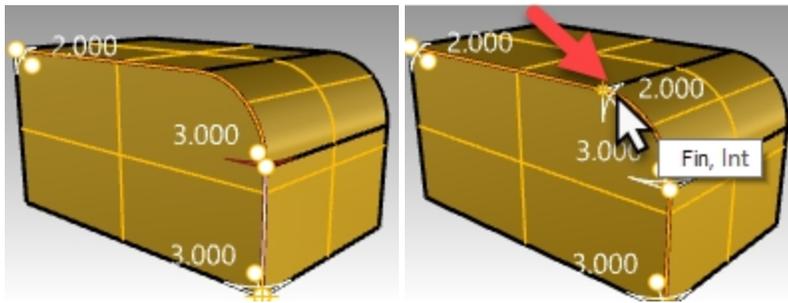
3. Utilice el comando **EmpalmarBorde** (Menú: *Sólido > Empalmar borde > Empalmar borde*) para empalmar el borde (2) con un radio de 2mm y los bordes siguientes (3) y (4) con un radio de 3mm. [Intro](#)  
**Nota:** cambie el valor de **SiguienteRadio** a 3 antes de seleccionar el segundo borde.



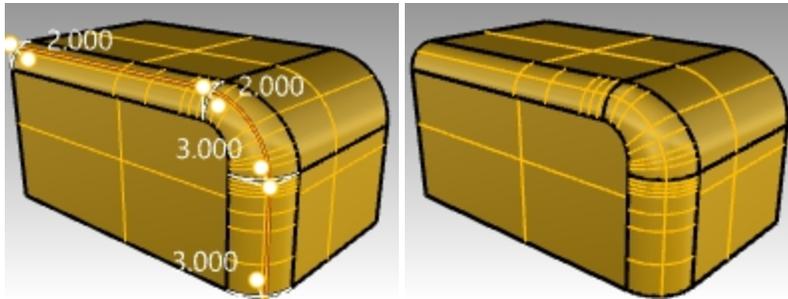
4. Con las referencias a objetos, arrastre el manejador de radio **3.0** hasta el final del arco o el borde vertical.



5. Utilice la opción **AñadirManejador**. Defina el **Radio actual** a **2.0**, designe la nueva posición del manejador al otro extremo del arco y pulse [Intro](#).



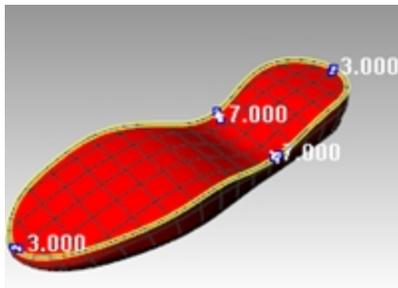
- Utilice la opción **Previsualizar=Sí** para ver el resultado de las ediciones del manejador y pulse **Intro** para completar el empalme.



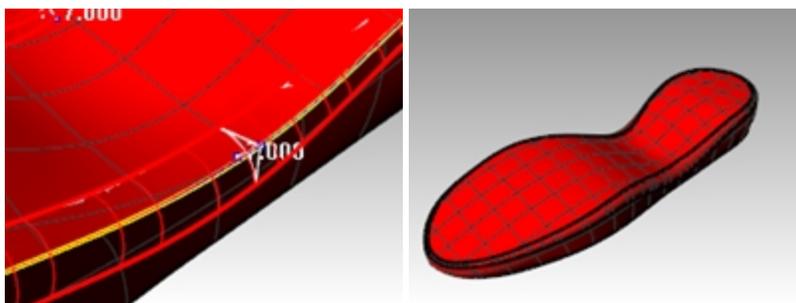
Ahora el radio de empalme variará de 2mm a 3mm en el borde del arco.

#### Ejercicio 5-8 Hacer una mezcla de radio variable

- Abra el modelo **Suela de sandalia.3dm**.
- Utilice el comando **MezclarBorde** (Menú: *Sólido > Empalmar borde > Mezclar borde*) para hacer una mezcla de radio variable en la parte inferior de la suela. Empiece con un radio de 3 mm.
- Utilice la opción **AñadirManejador** para añadir radios adicionales alrededor de la parte inferior de la suela.
- Añada otro radio de **3 mm** a la parte frontal de la suela y un radio de **7mm** en ambos lados del arco.



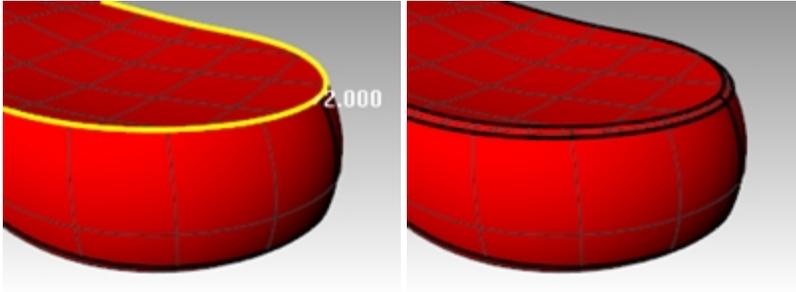
- Previsualice la mezcla y haga los ajustes necesarios en los manejadores, a continuación, pulse **Intro** para hacer la mezcla.



#### Hacer un chaflán de borde

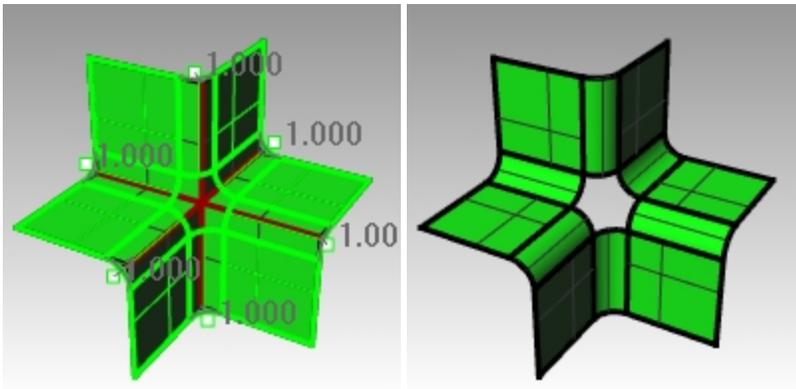
- Utilice el comando **AchaflanarBorde** (Menú: *Sólido > Empalmar borde > Achaflanar borde*) para hacer un chaflán de 2mm alrededor del borde superior de la suela. Este comando, al igual que los comandos **EmpalmarBorde** y **MezclarBorde**, permite agregar manejadores con diferentes valores para crear un chaflán de distancia variable.

- Previsualice el chaflán y haga los ajustes necesarios en los manejadores, a continuación, pulse **Intro** para hacer el chaflán.



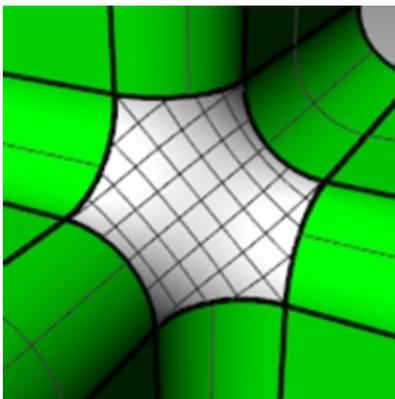
### Ejercicio 5-9 Hacer un empalme en seis bordes usando un parche

- Abra el modelo **Empalmar borde.3dm**.
- Utilice el comando **EmpalmarBorde** (*Menú: Sólido > Empalmar borde > Empalmar borde*) con la opción **Radio=1** para empalmar todos los bordes unidos al mismo tiempo.



- Utilice el comando **Parche** (*Menú: Superficie > Parche*) para rellenar la abertura en el centro.
- Seleccione los seis bordes para definir el parche.
- En el cuadro de diálogo **Opciones de parche**, marque las opciones **Ajustar tangencia** y **Recorte automático**.
- Cambie las opciones de **Segmentos de superficie U y V** a **10**, y la opción **Rigidez** a **2**.

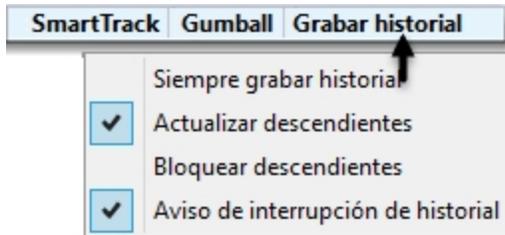
**Nota:** cuando el área a rellenar tiene más de cuatro bordes, el comando **Parche** funciona mejor que el comando **SupDesdeRed**.





# Capítulo 6 - Modelado con historial

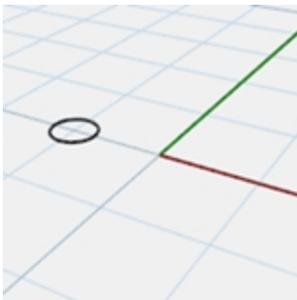
El historial permite editar o actualizar objetos modificando la geometría de entrada que se usó para crear los objetos. El historial sirve cuando surge la necesidad de modificar la entrada de un comando o cuando las copias transformadas de un objeto original tienen que coincidir con el original. Solo determinados comandos son compatibles con el historial.



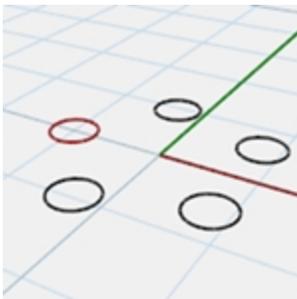
El historial no es una "característica" ni se trata de "información paramétrica". La información del historial se guarda en el archivo \*.3dm de Rhino.

## Un ejemplo simple

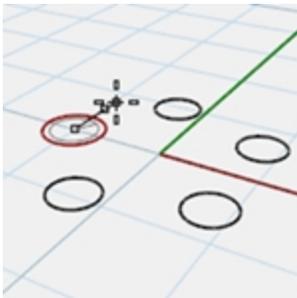
1. Dibuje un círculo.



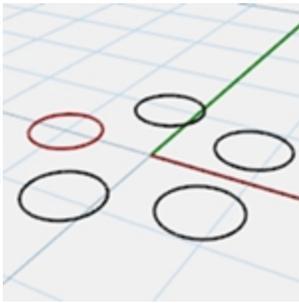
2. Active Grabar historial y ejecute el comando Matriz en el círculo.



3. Escale el original.

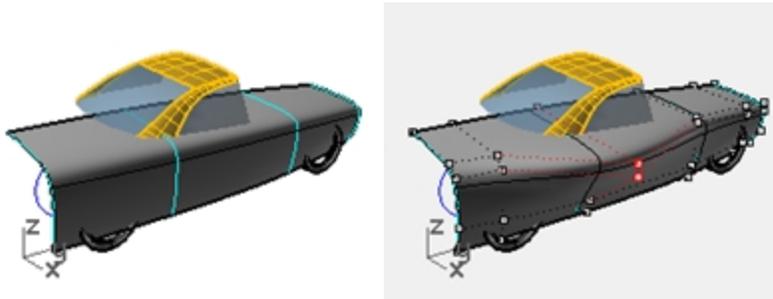


4. Observe cómo se actualizan los círculos de la matriz.



### Crear una superficie de mezcla

1. Abra el modelo **Historial\_Intro.3dm**.
2. Seleccione las cuatro curvas de color cian.
3. Ejecute el comando **Transición** (*Menú: Superficie > Transición*), seleccione **Normal** y haga clic en **Aceptar**.  
Aplique el comando Transición a las curvas para generar una superficie suave.



4. Active los puntos de control y edite la superficie.  
Al activar los puntos de control de la superficie, la superficie puede editarse directamente. Sin embargo, modificar las curvas de entrada no cambia la superficie.
5. **Deshaga** o elimine la transición.

## Activación del historial

La grabación de historial está desactivada de manera predeterminada. Debe activarse antes de ejecutar un comando para grabar el historial de ese comando. El estado de la grabación de historial se indica en el panel Grabar historial de la barra de estado. Si el texto de este panel está en negrita, la grabación está activada. Haga clic en el panel para cambiar el estado.

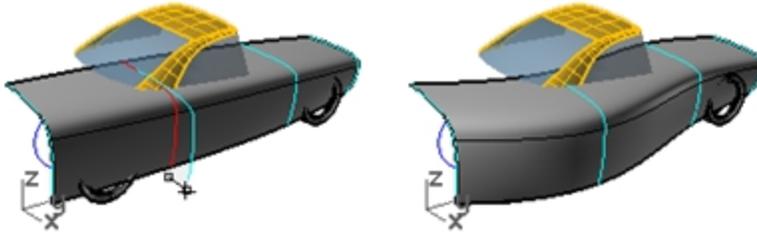
Para grabar el historial de un comando en particular, haga clic en el panel Grabar historial y ejecute un comando que permita el historial.

### ¿Por qué el historial está desactivado de manera predeterminada?

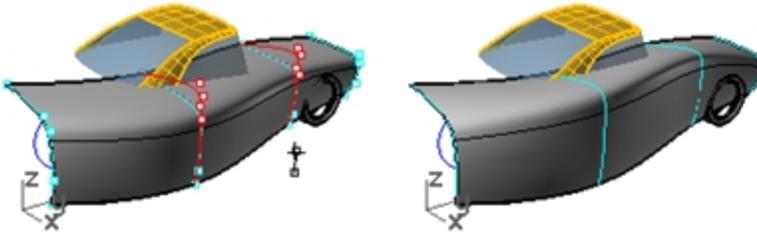
- Resultados impredecibles. Por ejemplo, si copia con el historial y realiza un cambio, todos los descendientes se actualizan.
- El tamaño de archivo es mayor con el historial activado.

### Crear una superficie de transición con historial

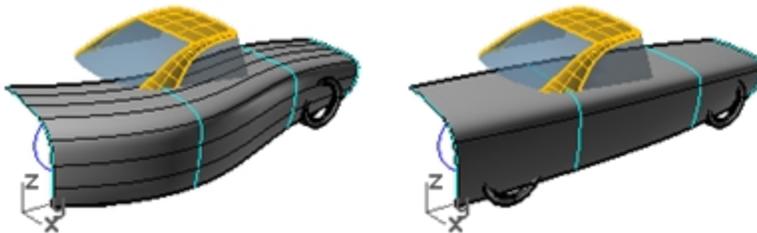
1. Haga clic en el panel **Grabar historial** de la barra de estado para activarlo (se pondrá en negrita).
2. Seleccione las cuatro curvas de color cian.
3. Ejecute el comando **Transición** (*Menú: Superficie > Transición*), seleccione el estilo **Normal** y haga clic en **Aceptar**.  
Observe que el panel **Grabar historial** ya no está en negrita cuando se ejecuta un comando.



4. Seleccione una de las curvas de entrada y muévala.  
La superficie de transición se actualiza para reflejar esta nueva posición.
5. Active los puntos de control de las curvas de entrada.
6. Edite los puntos y la superficie se actualizará.



7. Seleccione las curvas y reconstrúyalas con el comando **Reconstruir** (*Menú: Edición > Reconstruir*) con **10** puntos.  
La superficie de transición se actualiza para reflejar también este cambio. Si se cambia el grado de las curvas ascendientes, también se cambiará el grado de la superficie descendiente en esa dirección.
8. **Deshaga** los tres pasos anteriores.



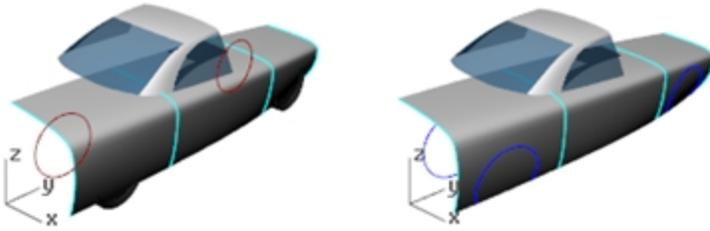
## Pasos en la cadena del historial

- El comando debe ser compatible con el historial.
- La grabación de historial debe estar activada cuando el comando se esté ejecutando. De manera predeterminada, la grabación de historial está desactivada y debe activarse cada vez que se ejecuta un comando para el que el usuario quiere grabar el historial.
- La actualización del historial debe estar activada. Esta opción está activada de manera predeterminada. Cuando está activada, las ediciones en los objetos de entrada se reflejan inmediatamente en la salida actualizada.
- El historial también se puede anidar; por ejemplo, una curva puede proyectarse en una superficie de transición y la curva emulará los cambios realizados en la superficie de transición.

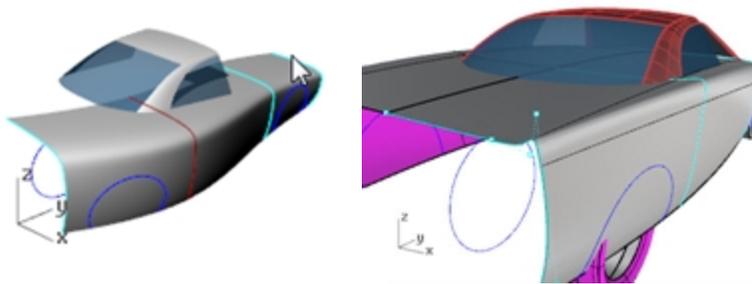
### Proyectar una curva en una superficie con historial

Esta parte del ejercicio mostrará un ejemplo del historial anidado. Proyectaremos las curvas de corte de la rueda en la superficie de transición.

1. En primer lugar, cambiaremos el plano de construcción de la vista Perspectiva.
2. En la ficha de la barra de herramientas **PlanosC**, haga clic en **Definir PlanoC derecho universal**.
3. Haga clic en el panel **Grabar historial** de la barra de estado para activarlo.
4. Utilice el comando **Proyectar** (*Menú: Curva desde objeto > Proyectar*) para proyectar las dos curvas de corte de la rueda en la superficie de transición.



5. Defina el **PlanoC al plano Superior universal** (ficha de la barra de herramientas PlanosC, Definir PlanoC superior universal).
6. Seleccione una de las curvas de entrada para la transición. Modifíquela de la siguiente manera:  
 Moviéndola o escalándola  
 Editando los puntos de control  
**Consejo:** el Gumball puede resultarle útil en este paso.  
 Las curvas de corte proyectadas de la rueda se actualizarán para emular la superficie.



**Nota:** Cualquier edición de las salidas "romperá" el historial y la conexión entre las entradas y las salidas se perderá. Rhino mostrará un diálogo de advertencia cuando esto suceda y el usuario podrá deshacer la acción para restaurar la conexión o continuar con la edición y aceptar la ruptura en el historial.

## Comandos con historial activado

En el tema de ayuda del comando Historial se incluye una lista de los comandos que permiten activar el historial.

## Comandos relacionados con el historial

Historial  
 DepurarHistorial  
 SelObjetosConHistorial  
 SelDescendientes  
 SelAscendientes



Barra de herramientas Historial

### Opciones de historial

Las entradas de un comando con el historial activado se denominan ascendientes en Rhino y las salidas se denominan descendientes.

Haga clic con el botón derecho en el panel Grabar historial para cambiar las siguientes opciones:

#### Siempre grabar historial

Esta opción cambia el comportamiento predeterminado, de modo que cualquier comando que permita la grabación de historial siempre grabará el historial. Utilice esta opción con precaución. Además de aumentar innecesariamente el tamaño del archivo, puede producir algún comportamiento inesperado. Para borrar el historial de determinados

objetos o de todos los objetos, utilice el comando DepurarHistorial.

### Actualizar descendientes

Hace que los objetos secundarios se actualicen cada vez que el objeto principal cambia. De este modo aumenta el tiempo que se tarda en actualizar objetos complejos. Para ediciones muy complejas en los objetos principales, es mejor desactivar la actualización, hacer los cambios y volver a activar la actualización de descendientes para que esto sólo pase una vez.

### Bloquear descendientes

Bloquea los objetos descendientes. Puesto que la edición directa de los objetos descendientes rompe la conexión con los objetos ascendientes, bloquear los objetos descendientes evita ediciones accidentales. Además, seleccionar objetos descendientes puede ser problemático si están en la misma posición que los objetos ascendientes. Los objetos descendientes bloqueados continuarán actualizándose cuando se editen los objetos ascendientes.

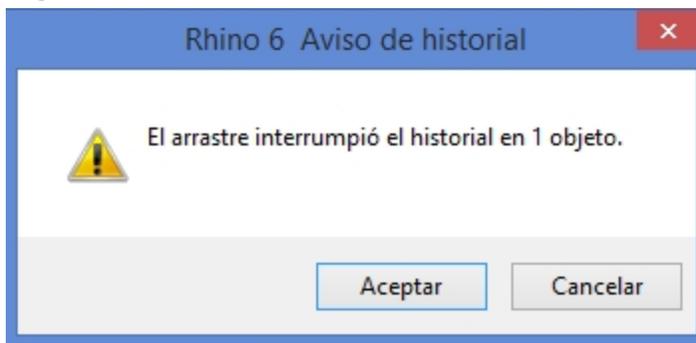
### Aviso de interrupción de historial

Esta opción muestra un aviso si una operación interrumpe la conexión de un objeto descendiente con los objetos ascendientes. El comando Deshacer restaurará el historial.

Utilice el comando Historial para controlar la grabación, actualización, bloqueo y avisos del historial.

### Cambiar las opciones del historial

1. Haga clic en una curva para que aparezca el cuadro de selección múltiple.  
Si edita la superficie de algún modo, el historial del objeto se romperá y Rhino mostrará una advertencia.
2. Seleccione la superficie y arrástrela. Rhino le avisará de que el arrastre ha interrumpido el historial.
3. Haga clic en **Aceptar**.



Asegúrese de Deshacer después de que aparezca una advertencia de "Historial roto" para restaurar la conexión entre las entradas y la salida.



4. Haga clic con el botón derecho en el cuadro **Grabar historial** y active la opción **Bloquear descendientes**. De este modo, resulta imposible editar un descendiente y romper el historial, pero puede seleccionarlo para cambiar sus propiedades de objeto o capa, etc.

### Técnicas avanzadas de creación de superficies

Existen varias maneras de crear una forma de caja suave, como se muestra en la imagen.

En este ejercicio, estudiaremos dos métodos diferentes para realizar superficies utilizando las mismas curvas subyacentes. Nuestras curvas de diseño en este ejemplo son arcos tangentes.

El primer método utilizará las curvas directamente. Para el segundo método, lo planificaremos de antemano y tendremos en cuenta las formas simples subyacentes sugeridas por las curvas de diseño.

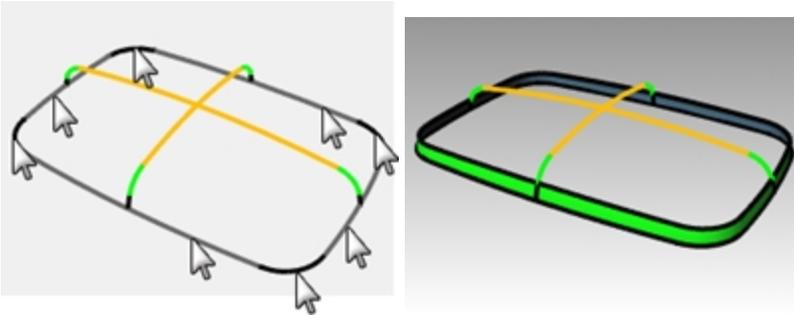
Los dos métodos son diferentes, ninguno es mejor ni peor que el otro.

## Ejercicio 6-1 Esquinas suaves (parte 1)

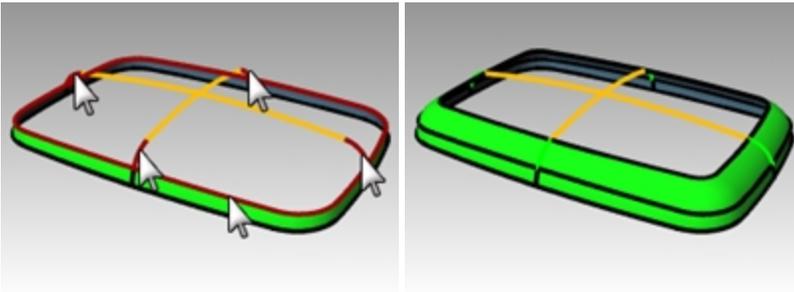


### Hacer una forma rectangular con una parte superior curvada y esquinas suaves

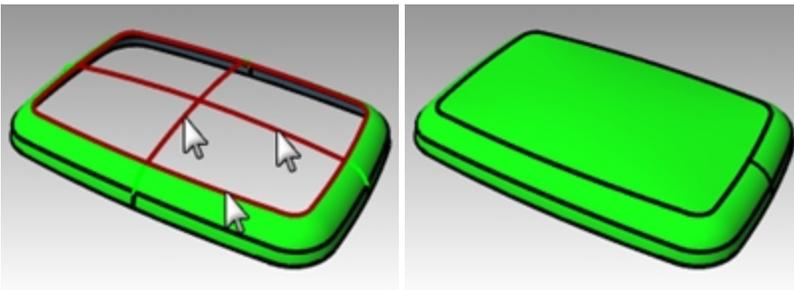
1. Abra el modelo **Esquinas suaves.3dm**.
2. Utilice el comando **Unir** (*Menú: Edición > Unir*) para unir los arcos que forman la forma rectangular de la base.
3. Cambie a la capa **03 Barridos**.
4. Utilice el comando **Barrido1** (*Menú Superficie: Barrido por 1 carril*) para hacer la primera superficie.
5. En el cuadro de diálogo **Opciones de barrido de 1 carril**, marque la casilla **Barrido cerrado** y pulse **Aceptar**.



6. Utilice el comando **Barrido1** para hacer la segunda superficie.
7. Designe el borde superior de la superficie que acaba de crear, seleccione las secciones transversales en orden y pulse **Intro**.
8. En el cuadro de diálogo **Barrido por 1 carril**, cambie la opción **Estilo** a **Alinear con superficie** y pulse **Aceptar**. Así se asegurará la continuidad de tangente con la primera superficie.



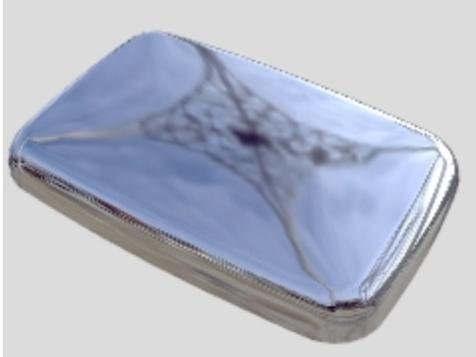
9. Utilice el comando **Parche** (*Menú: Superficie > Parche*) para rellenar la abertura en el centro.



### Comprobar la superficie con un mapa de entorno

1. Seleccione las superficies que ha creado.
2. Ejecute el comando **MapaE** (*Menú: Análisis > Curva > Continuidad geométrica*).
3. Haga clic en **Ajustar malla** y refine la malla de manera similar al comando **Zebra** de análisis de superficies.

4. Seleccione **Arcos.png** o **Space Needle.png** de la lista desplegable en el cuadro de diálogo **Opciones de MapaE**.
5. Gire la vista hacia abajo.  
Observe que la superficie superior tiene una forma de X pronunciada en los pseudorrelejos. La superficie no es una interpretación limpia de las curvas de entrada originales, hay una distorsión adicional en la superficie superior. Aunque hayamos acertado con todas las curvas de entrada, las superficies no son necesariamente muy refinadas.



### Esquinas suaves (otro método)

Esta vez, echaremos un vistazo a las curvas de entrada y consideraremos cuál es la mejor manera de construir las superficies.

Un aspecto a tener en cuenta es que es importante que nuestras superficies principales tengan buenas características de curvatura antes de crear las superficies de transición o secundarias.

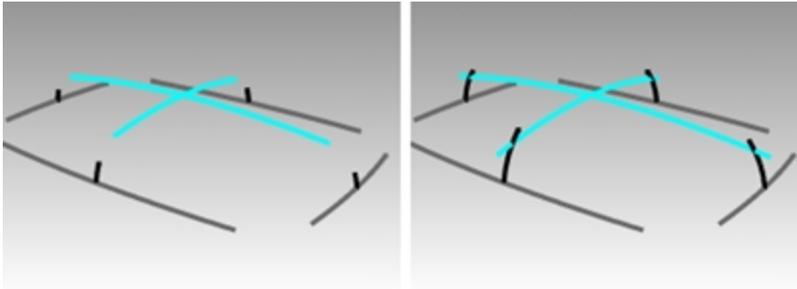
Las superficies principales serán las que definan la forma global. Tienden a tener una curvatura relativamente uniforme y menos curvatura que las transiciones. Las superficies de transición, como indica el nombre, proporcionan transiciones entre las superficies de forma principales. Estas superficies suelen tener más curvatura que las superficies principales. Los empalmes y las mezclas, por ejemplo, se agregan normalmente como superficies de transición.

En este ejemplo, tenemos las cuatro superficies laterales y la superficie superior como superficies principales. Agregaremos las esquinas posteriormente como empalmes. Puesto que en nuestro ejemplo las curvas de entrada están formadas por arcos tangentes, podemos definir las superficies lateral y superior como superficies revolucionadas. Este tipo de superficie es muy exacta y simple.

**Ejercicio 6-2 Esquinas suaves (parte 2)**

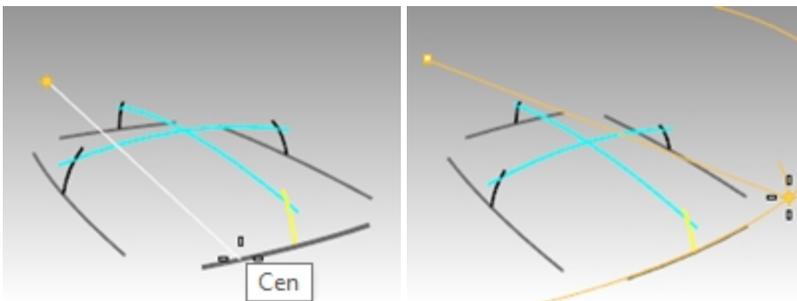
1. Cambie a la capa **02 Curvas separadas** y desactive todas las demás capas.
2. Oculte la curva de empalme en cada esquina y las curvas de sección transversal verdes.
3. **Bloquee** las curvas rojas.
4. Utilice el comando **Extender** (*Menú: Curva > Extender curva*) con **LongitudDeExtensión=10** para extender ambos extremos de las curvas de color cian y la parte superior de cada arco negro, pulse **Intro** para finalizar el comando.

Cada arco se extiende en cada extremo utilizando el radio de arco existente.



El objetivo es extender los arcos suficientemente para que se intersequen, como se muestra en la imagen. La cantidad exacta no es importante.

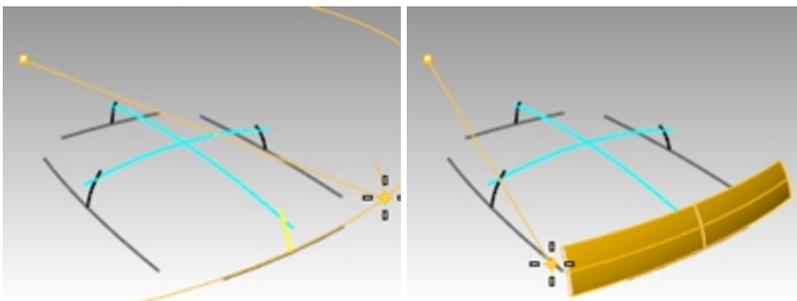
5. Cambie a la capa **04 Superficies**.
6. Utilice el comando **Revolución** (*Menú: Superficie > Revolución*) para crear superficies a partir de dos curvas verticales adyacentes extendidas.
7. Restrinja el cursor al centro de la curva base para colocar el Inicio del eje de revolución.
8. Pulse **Intro** para usar la **dirección del eje Z del PlanoC** cuando le solicite el **Final de eje de revolución**.  
Si se encuentra en una vista Perspectiva, esta opción definirá automáticamente el eje vertical y ya no hará falta ubicar el segundo punto.



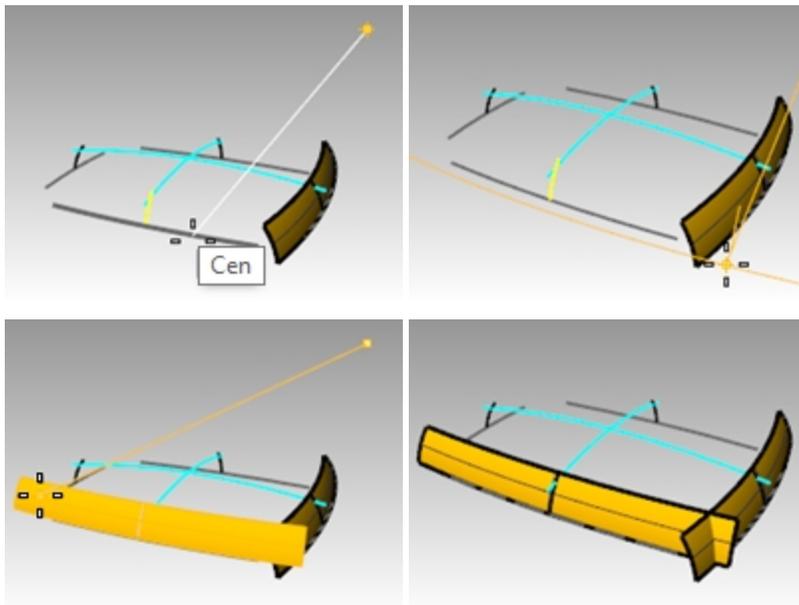
9. Designe el **Ángulo inicial** como se muestra en la imagen, en la parte exterior del segmento de la superficie final deseada.

Asegúrese que el modo **Orto** esté **desactivado** en esta fase.

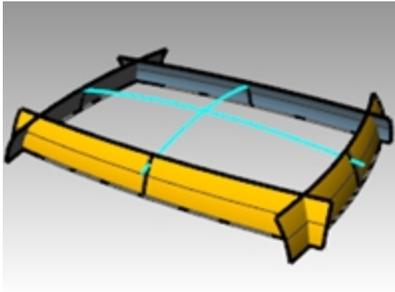
El objetivo es crear una superficie que sea más grande de lo necesario para crear la caja, de modo que los puntos exactos iniciales y finales no sean críticos.



10. Designe otro punto para el **Ángulo de revolución** para crear la superficie vertical.
11. Cree una superficie vertical adyacente de la misma manera.



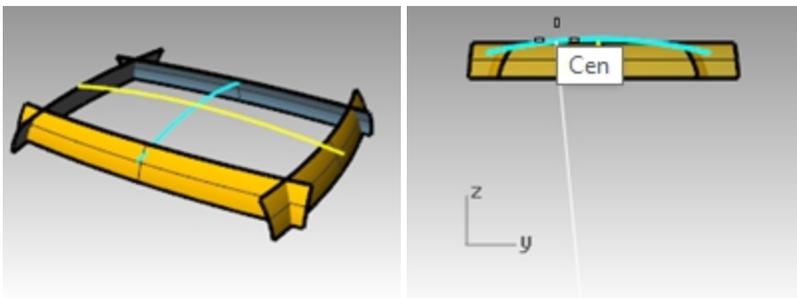
12. Utilice los alias **MX** y **MY** que creó el primer día para hacer la **Simetría** de cada superficie alrededor del origen.



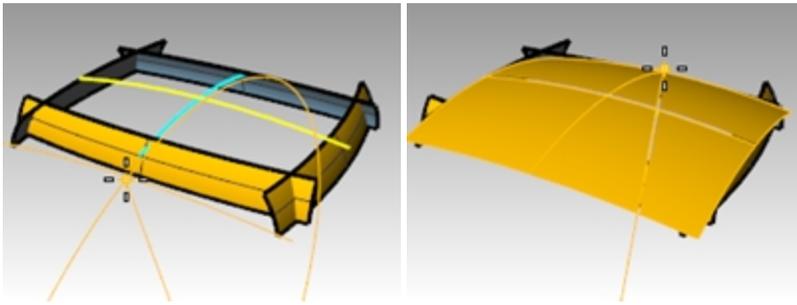
### Crear la superficie superior

En este ejemplo, crearemos la superficie superior revolucionando una de las curvas superiores alrededor del centro de la otra curva superior. Puesto que estaremos trabajando en la vista perspectiva, será necesario cambiar el plano de construcción de esa vista.

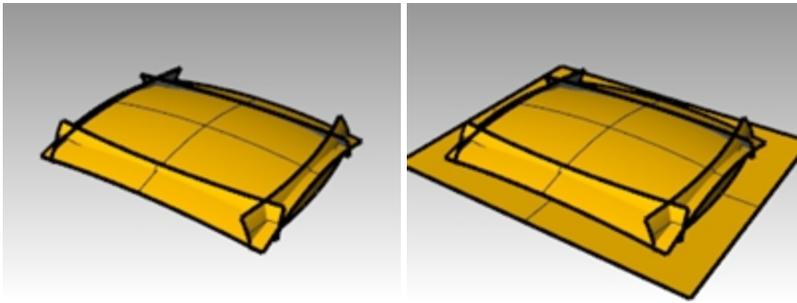
1. Utilice el comando **Revolución** (*Menú: Superficie > Revolución*) para crear la superficie superior a partir del arco superior más largo.
2. Restrinja el cursor al centro del arco superior más corto en la vista Derecha para colocar el **Inicio del eje de revolución**.



3. Pulse **Intro** para usar la dirección del eje Z del **PlanoC** cuando le solicite el **Final de eje de revolución**.
4. Diseñe el **Ángulo inicial** como se muestra a continuación.
5. Diseñe otro punto para el **Ángulo de revolución** para crear la superficie superior.

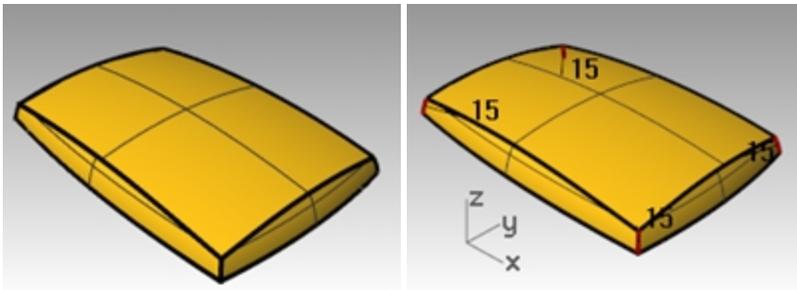


- Utilice el comando **PlanoDeCortePlano** (Menú: *Superficie > Plano de corte*) para crear un plano de corte en el origen del eje Z.

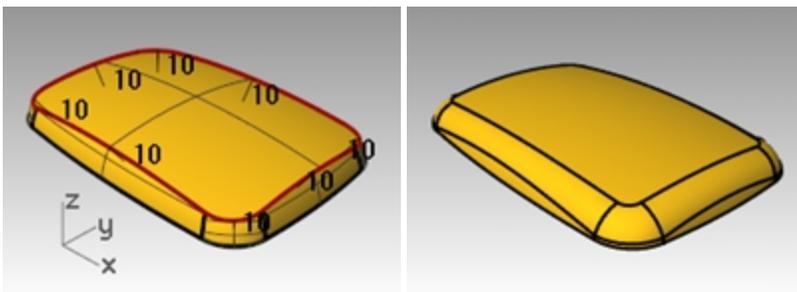


### Convertir las superficies en un sólido

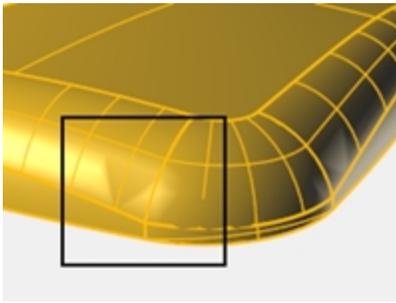
- Utilice el comando **CrearSólido** (Menú: *Sólido > Crear sólido*) para unir y recortar las superficies creando un sólido cerrado.
- Utilice el comando **EmpalmarBorde** (Menú: *Sólido > Empalmar borde > Empalmar borde*) para empalmar los bordes.
- Defina el **RadioActual** a **15**, seleccione los cuatro bordes verticales y pulse  para hacer los empalmes.



- Repita el comando **EmpalmarBorde** para redondear los bordes superiores.
- Defina el **RadioActual** a **10**, seleccione los ocho bordes superiores y pulse  para hacer los empalmes. La superficie resultante será limpia y suave.



**Nota:** puede que detecte un defecto en una vista sombreada en una o más de las esquinas. Se trata de un defecto relacionado con la malla de renderizado. No tiene que ver con la geometría.



### Reparar la malla

1. Utilice el comando **Opciones** para cambiar la configuración de malla.
2. En la página **Malla**, cambie a una malla **Personalizada**.  
Utilice las siguientes opciones.

Calidad de malla de renderizado

Dentada y más rápida  
 Suave y más lenta  
 Personalizada

Previsualizar

Opciones personalizadas

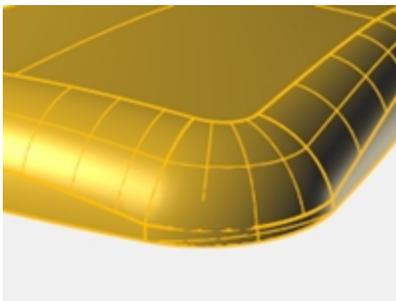
Densidad:

Ángulo máximo:   
 Relación anchura/altura máxima:   
 Longitud de borde mínima:   
 Longitud de borde máxima:   
 Distancia máxima de borde a superficie:   
 Mínimo de cuadrados de rejilla iniciales:

Refinar malla  
 Costuras dentadas  
 Planos simples

Controles simples...

El defecto visual desaparecerá.





# Capítulo 7 - Conceptos avanzados para superficies

Las superficies suelen crear bastantes problemas complejos. En este capítulo veremos varios trucos que permiten obtener varios tipos de superficies limpiamente. El objetivo, a parte de mostrar algunas técnicas específicas utilizadas en estos ejemplos, es sugerir modos en que las herramientas de Rhino pueden combinarse creativamente para ayudar a solucionar problemas de superficies.

En este capítulo aprenderá a crear formas de botones convexos, superficies con pliegues y a usar técnicas de alisado de superficies.

## Botones convexos

En este ejercicio, el objetivo es crear un botón convexo para un teléfono móvil en que la parte superior debe ajustarse al contorno general de la superficie circundante, pero debe mantener también su propia forma. Existen varias maneras de hacerlo; presentaremos diferentes métodos.

### Ejercicio 7-1 Botones convexos

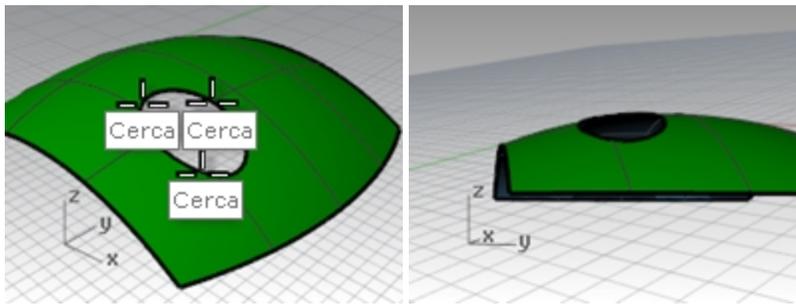


#### Abrir y preparar el modelo

1. Abra el archivo **Botones convexos.3dm**.  
El objetivo de este ejercicio es definir un plano de construcción personalizado que represente el plano más cercano del área de la superficie que quiere igualar. Cuando haya definido el plano de construcción, existen diversas opciones para construir la superficie.  
Un plano de construcción se puede definir de varias maneras. En este ejercicio describiremos cuatro métodos: plano de construcción por tres puntos, plano de construcción perpendicular a curva, plano de construcción tangente a una superficie y ajustar un plano a un objeto.
2. Utilice el comando **ActivarUnaCapa** para activar la capa **Superficies a igualar** para ver la superficie que determina el corte del botón.

#### Crear un plano de construcción personalizado mediante tres puntos

1. Desactive las ayudas de modelado modo orto y forzado a la rejilla.
2. Ejecute el comando **PlanoC** con la opción **3Puntos** (*Menú: Vista > Definir PlanoC > Desde 3 puntos*).
3. En la vista **Perspectiva**, con la referencia a objetos **Cerca** activada, designe tres puntos en el borde del agujero recortado.  
Ahora el plano de construcción atraviesa los tres puntos. Observe que el origen del plano de construcción se encuentra en el primer punto.

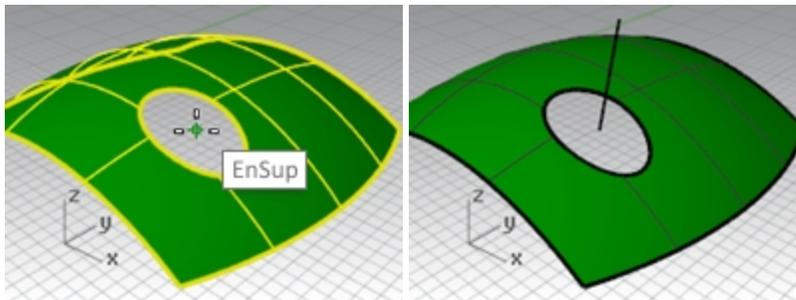


4. Rote la vista **Perspectiva** para ver la rejilla alineada con el agujero recortado.

### Crear un plano de construcción personalizado perpendicular a una curva

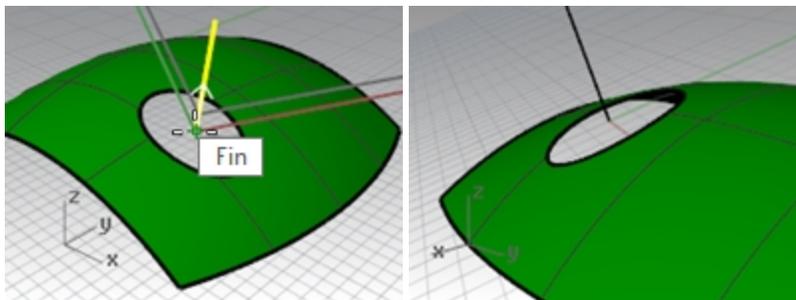
Con una línea normal a una superficie y un plano de construcción perpendicular a esa línea normal, se puede definir un plano de construcción tangente en cualquier punto de la superficie

1. Ejecute el comando **PlanoC** con la opción **Anterior** (*Menú del título de la vista haciendo clic con el botón derecho: Definir PlanoC > Deshacer cambio de PlanoC*).
2. Utilice el comando **Línea** con la opción **Normal** (*Menú: Línea > Normal a superficie*) para dibujar una línea normal a la superficie subyacente en un punto cercano al centro del agujero recortado.



Defina la opción de la línea de comandos **IgnorarRecortes=Sí** para que la línea pueda dibujarse desde un punto dentro del agujero recortado en la superficie.

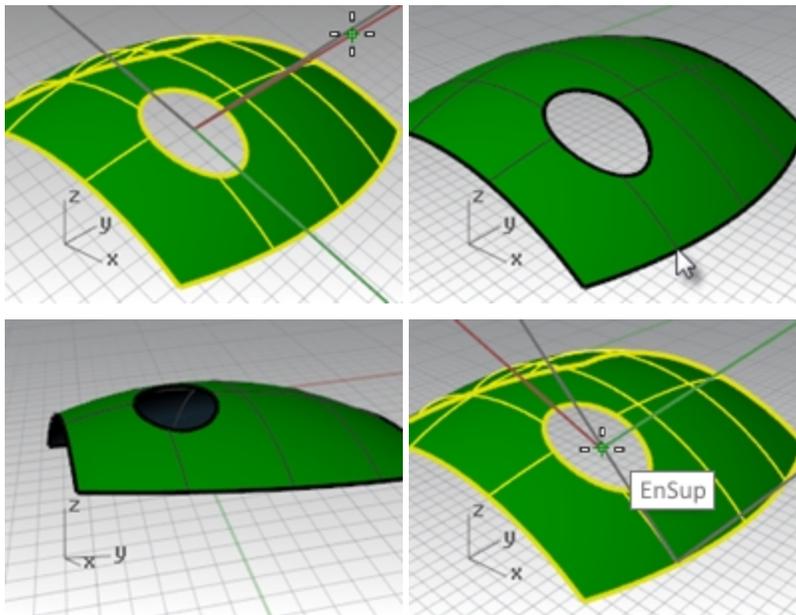
3. Ejecute el comando **PlanoC** con la opción **Curva** (*Menú: Vista > Definir PlanoC > Perpendicular a curva*).
4. Designe la línea normal.
5. Utilice la referencia a objetos **Fin** y designe el final de la línea normal donde se interseca con la superficie. El plano de construcción está perpendicular a la línea normal.



### Crear un plano de construcción personalizado en una superficie

Esta función define el plano de construcción para que coincida con una superficie. La colocación está restringida para que el plano de construcción sea tangente a la superficie en cualquier punto determinado de la superficie. Este método funciona igual que el anterior sin la necesidad de hacer la línea normal.

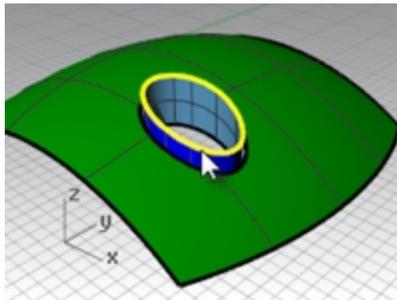
1. Defina el **PlanoC** a la opción **Anterior** (*menú del título de la vista con el botón derecho: Definir PlanoC > Deshacer cambio de PlanoC*).
  2. **Elimine** la línea normal.
  3. Ejecute el comando **PlanoC** con la opción **Superficie** (*Menú: Vista > Definir PlanoC > Origen*).
  4. Seleccione la superficie.
  5. Para el **Origen del PlanoC**, cambie la opción **IgnorarRecortes** a **Sí** y designe un punto cercano al centro del agujero.
  6. Para la **Dirección del eje X**, designe un punto en la dirección de la cota larga de la curva de corte.
- El plano de construcción está definido tangente a la superficie en el origen.



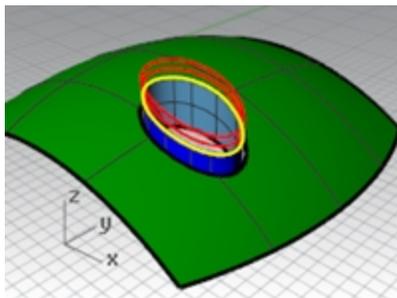
### Opción 1: Usar una superficie de transición para crear el botón

La utilización del comando **PlanoPorPuntos** para crear una superficie a través de una muestra de puntos extraídos generará un plano que se ajusta perfectamente a los puntos. El comando **PlanoC** con la opción **Objeto** coloca un plano de construcción con su origen en el centro del plano. En este caso, es una buena opción para este tipo de botón. Hay varias curvas desde las que se pueden extraer puntos del borde del botón o del agujero recortado de la superficie circundante.

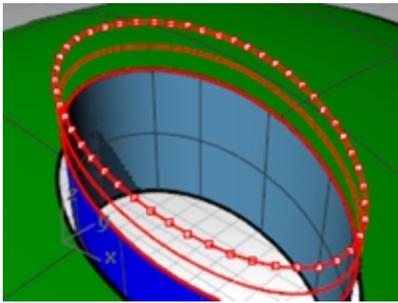
1. Ejecute el comando **PlanoC** con la opción **Anterior** (*Menú del título de la vista haciendo clic con el botón derecho: Definir PlanoC > Deshacer cambio de PlanoC*).
2. Active las capas **Superficies** y **Curvas**. Defina la capa **Curvas** como capa actual.
3. Utilice el comando **DupArista** (*Menú: Curva > Curva desde objetos > Duplicar arista*) para duplicar la arista superior de la superficie del botón y pulse **Intro**.



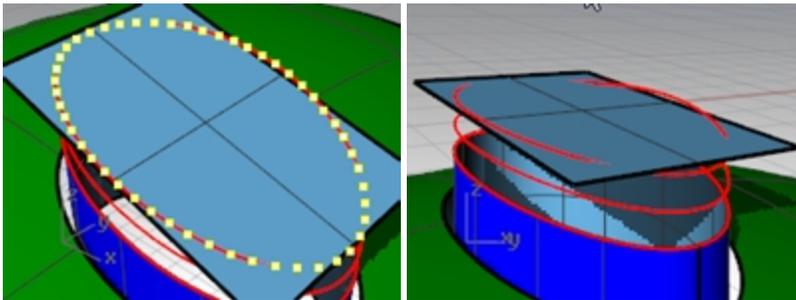
4. **Copie** verticalmente dos veces la curva duplicada, a unos .5 mm. La posición vertical de estas curvas determinará la forma del botón.



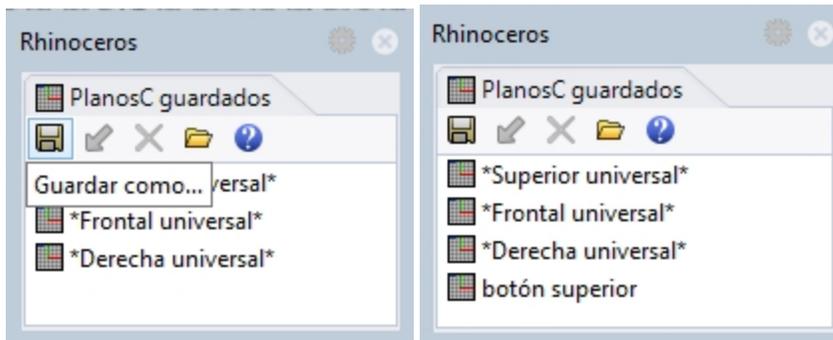
5. Utilice el comando **Dividir** (*Menú: Curva > Dividir curva por > Número de segmentos*) para marcar la curva superior copiada con **50** puntos. Defina las opciones de la línea de comandos en **Partir=No** y **AgruparResultado=Sí**.



6. Utilice **SelÚltimo** para seleccionar los puntos que acaba de crear.
7. Utilice el comando **PlanoPorPuntos** (Menú: *Superficie > Plano > A través de puntos*) con los puntos seleccionados.
8. Pulse la tecla **Suprimir** para eliminar los puntos que siguen seleccionados.  
Se creará un plano rectangular en los puntos seleccionados.

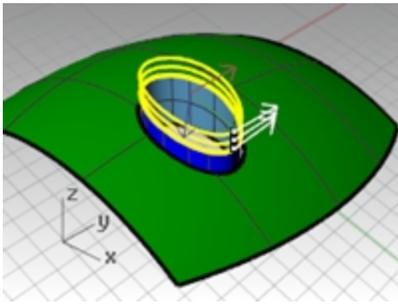


9. Utilice el comando **PlanoC** con la opción **Objeto** (Menú: *Vista > Definir PlanoC > En objeto*) para alinear el plano de construcción con el plano.
10. En el menú **Vista**, seleccione **Definir PlanoC**, haga clic en **PlanosC guardados** y luego haga clic en el icono **GuardarComo** para guardar y poner nombre al plano Activar construcción personalizado: **Botón Superior**. Así podrá restaurar este plano de construcción personalizado en cualquier momento.
11. **Elimine** la superficie que ha usado para crear el plano de construcción **botón superior**.

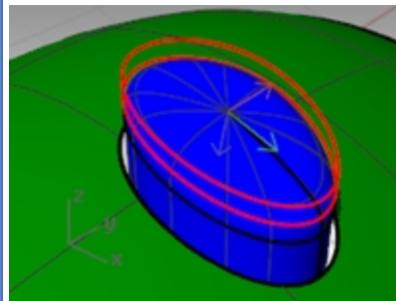
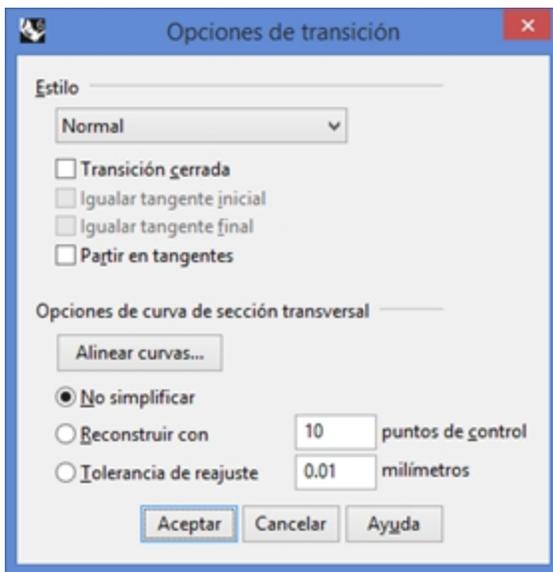


### Crear una superficie de transición del botón

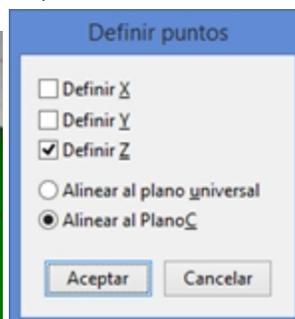
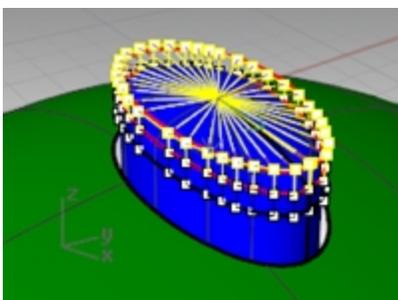
1. Defina la capa **Superficies** como capa actual.
2. Utilice el comando **Transición** para crear el botón.
3. Seleccione el borde superior de la superficie y las dos curvas copiadas.
4. Después de seleccionar las curvas, en la línea de comandos, haga clic en la opción **Punto**.
5. Para el **Punto final de transición**, asegúrese de que la vista que tiene el plano de construcción personalizado es la vista actual, luego escriba **0** (cero) y pulse **Intro**.  
La superficie de transición finaliza en un punto en medio del plano, que es el origen del plano de construcción.



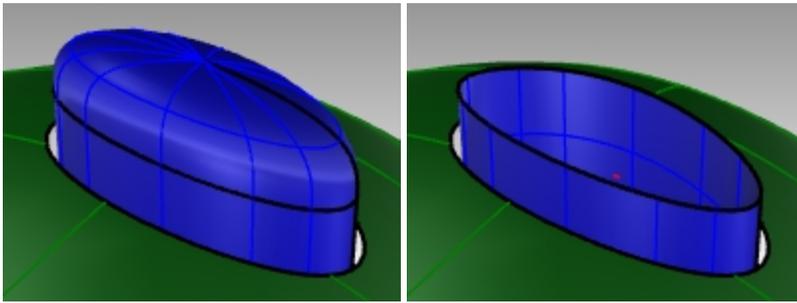
6. En el cuadro de diálogo **Opciones de transición**, debajo de **Estilo**, seleccione **Suelta** y pulse **Aceptar**.  
Con la opción **Suelta**, los puntos de control de las curvas de entrada pasan a ser los puntos de control de la superficie resultante, contrariamente a la opción **Normal**, en que la superficie de transición se interpola a través de las curvas.



7. Active los puntos de control de la superficie de transición.  
8. Para seleccionar el siguiente círculo de puntos desde el centro, seleccione un punto y utilice **SeIV** o **SelU** para seleccionar el círculo entero.  
9. Utilice el comando **DefinirPuntos** (*Menú: Transformar > Definir coordenadas XYZ*) para colocar los puntos de control seleccionados a la misma elevación Z del PlanoC que la singularidad del centro de la superficie, restringiendo el cursor al punto de la singularidad.  
Tiene un PlanoC personalizado activo y puede definir todos los valores Z de los puntos relativos al PlanoC. Los valores Z serán los mismos que el punto medio.  
Desmarque las opciones Definir X y Definir Y (puede hacer clic con el botón derecho en 'Definir Z' para borrar rápidamente las otros y definir esta).  
10. En el cuadro de diálogo, defina la opción **Alinear al PlanoC**.  
Recuerde que esta elevación es relativa al plano de construcción actual.



11. Con la referencia a objetos **Punto** activada, restrinja el cursor al punto en el medio de la transición, que es el punto en la singularidad.



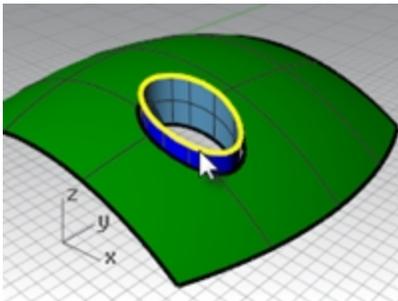
**Nota:** Puede utilizar el **Historial** cuando cree la transición, en cuyo caso la operación de **DefinirPuntos** debería aplicarse a la curva superior de la transición, no a los puntos de control de superficie de la transición.

12. Oculte la superficie superior del botón.

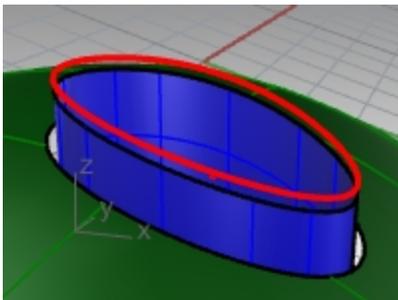
### Opción 2: Usar una superficie de parche para crear el botón

A continuación, crearemos la superficie del botón con el comando Parche. El comando Parche también admite el Historial. Si la opción Grabar historial está activada cuando se utiliza el comando Parche para crear la superficie del botón, al cambiar la superficie de entrada se actualizará la superficie de parche.

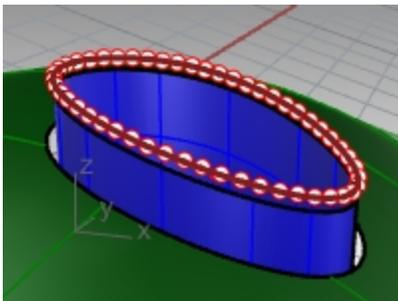
1. Utilice el comando **DupArista**, para duplicar la arista superior de la superficie.



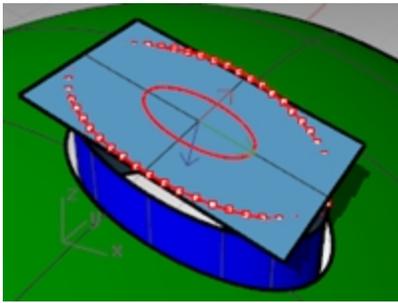
2. Mueva ligeramente la curva duplicada hacia arriba en la dirección universal Z.



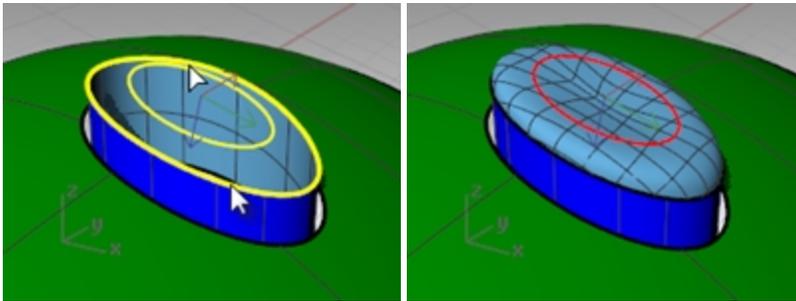
3. Utilice el comando **Dividir** para marcar esta curva con **50** puntos igual que antes.



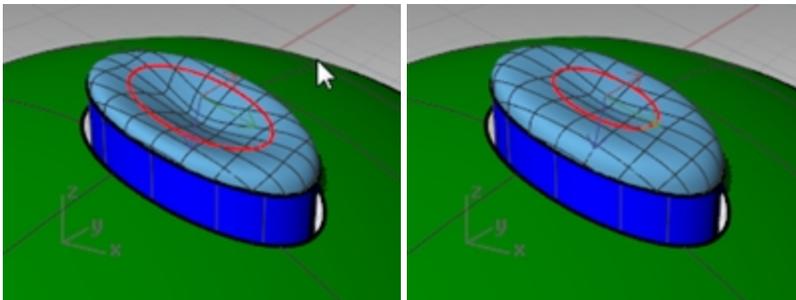
4. Utilice el comando **PlanoPorPuntos** con los puntos seleccionados y luego elimine los puntos como en el ejercicio anterior.
5. Utilice el comando **PlanoC** con la opción **Objeto** para definir el plano de construcción en la superficie plana.
6. Haga un círculo o una elipse en el centro del origen del plano de construcción.



7. Utilice el comando **Parche**, seleccionando el borde superior del botón y la elipse o el círculo. La superficie es tangente al borde y cóncava en la parte superior.



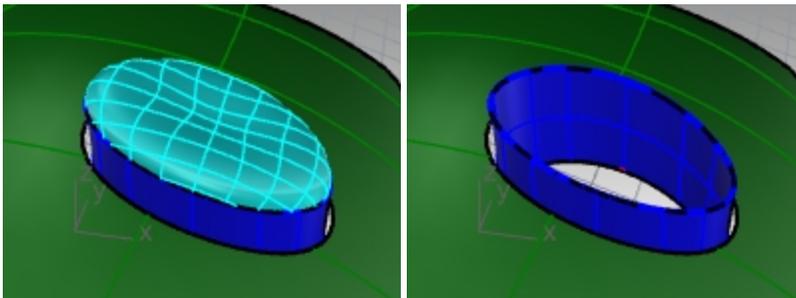
El tamaño y la posición vertical del círculo o de la elipse determinarán la forma de la superficie.



**Nota:** Si ha grabado el **Historial** para el parche, puede seleccionar la elipse y moverla hacia arriba y hacia abajo o escalarla en dos dimensiones para modificar la forma del parche.

El control del **Gumball** es ideal para realizar estos ajustes. Asegúrese de que la **Alineación de Gumball** está definida en **PlanoC**.

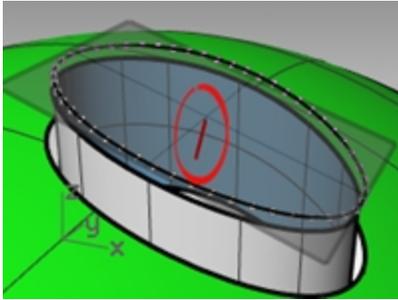
8. Oculte la superficie superior del botón.



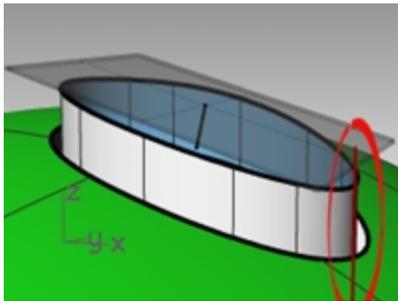
### Opción 3: Utilizar una revolución por carril con una línea como eje de revolución y igualar la superficie

1. Utilice el comando **DupArista**, para duplicar la arista superior de la superficie.
2. **Mueva** ligeramente la curva duplicada en la dirección universal Z.
3. **Divida** esta curva con 50 puntos.
4. Cree una superficie con el comando **PlanoPorPuntos** igual que antes. Elimine los puntos como en el ejercicio anterior.
5. Utilice el comando **PlanoC** con la opción **Objeto** para definir el plano de construcción en la superficie plana.
6. Utilice el comando **Bloquear** (*Menú: Edición > Visibilidad > Bloquear*) para bloquear la superficie creada con **PlanoPorPuntos**.

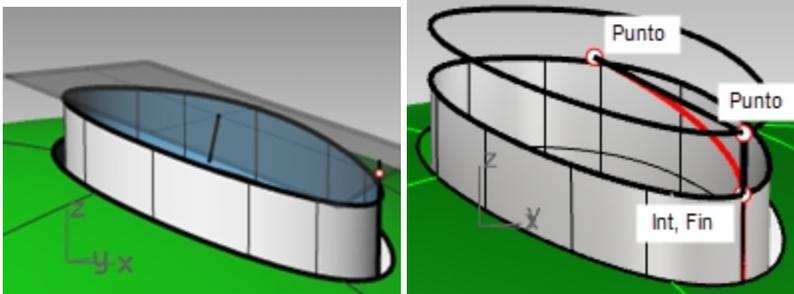
- Utilice el comando **Línea** con la opción **Vertical** para crear hacia abajo una línea de una longitud adecuada desde el origen del plano de construcción hacia la superficie del botón.



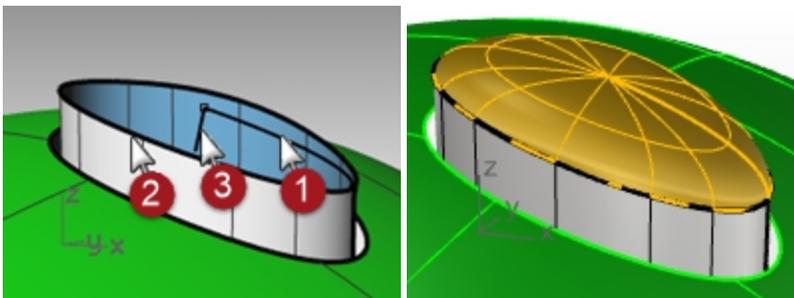
- Utilice el comando **Extender** (*Menú: Curva > Extender curva > Con línea*) para extender el borde en la costura a través de la superficie rectangular. (Si no hay ninguna costura disponible, utilice el comando Extraerlsocurva para crear una curva a partir de la superficie y extiéndala.)



- Utilice el comando **Intersección** (*Menú: Curva > Curva desde objetos > Intersección*) para hallar la intersección entre la línea extendida y la superficie rectangular.
- Utilice el comando **Curva** para dibujar una curva desde el final de la línea normal, utilizando el punto de intersección como punto de control medio, hasta el final de la costura para usar como curva de perfil.



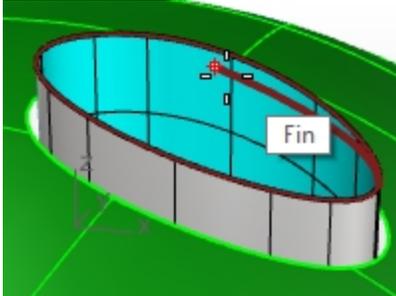
- Utilice el comando **RevoluciónPorCarril** (*Menú: Superficie > Revolución por carril*). Seleccione **Sí** en la opción **AlturaDeEscala**. En general, definir la opción EscalarAltura en Sí es útil en este caso en que la curva de carril no es plana. Seleccionará el borde superior del botón extruido como carril.
- Selecione** la curva que acaba de crear (1) como curva de perfil y el borde superior de la superficie (2) como curva de trayectoria. Seleccione el extremo superior de la línea vertical (3) como eje de revolución y el extremo inferior como el otro eje de revolución.



A continuación, el segundo punto es directamente vertical desde el origen y relativo al PlanoC (no al PlanoC universal).

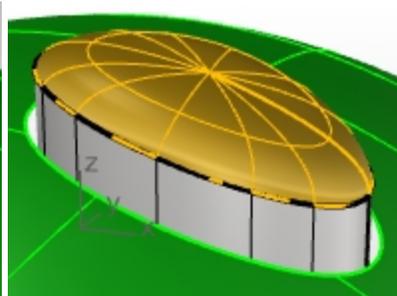
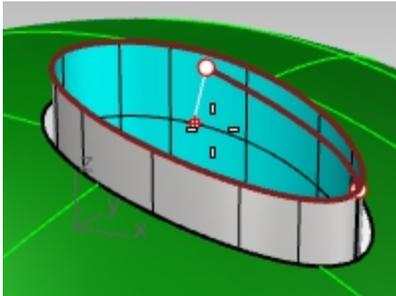
**Modo elevación opcional:** en lugar de crear la línea vertical y seleccionar los puntos finales para especificar el inicio y el final del eje de revolución, utilice el **Modo elevación**.

Cuando le solicite **Inicio de eje de revolución**, designe el punto final de la curva de perfil con la referencia a objetos **Fin**.

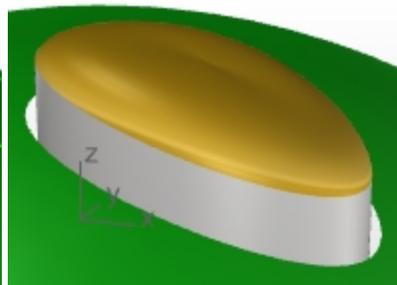
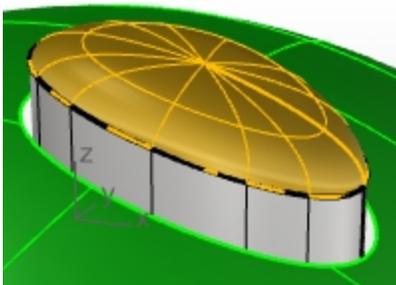


Luego mantenga pulsada la tecla **Ctrl** y vuelva a designar el mismo punto final en la curva de perfil.

A continuación, arrastre el cursor cualquier distancia y designe el segundo punto con la ayuda del Modo elevación. Así se utilizará el eje de revolución sin que tenga que crear una línea.

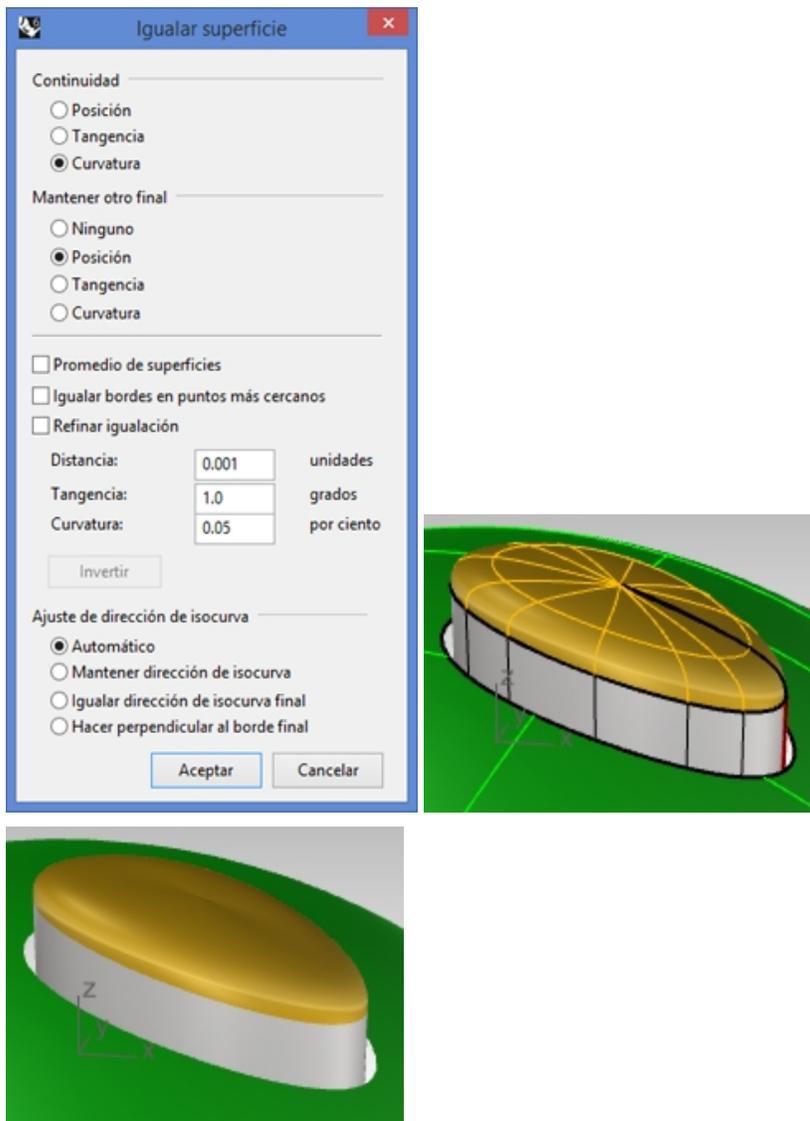


13. **RevoluciónPorCarril** no tiene en cuenta la continuidad durante la creación de la superficie.



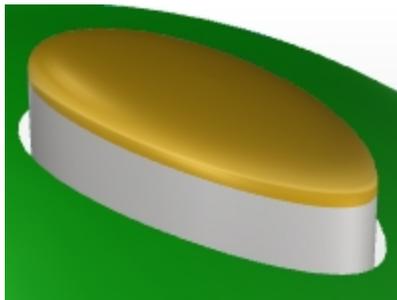
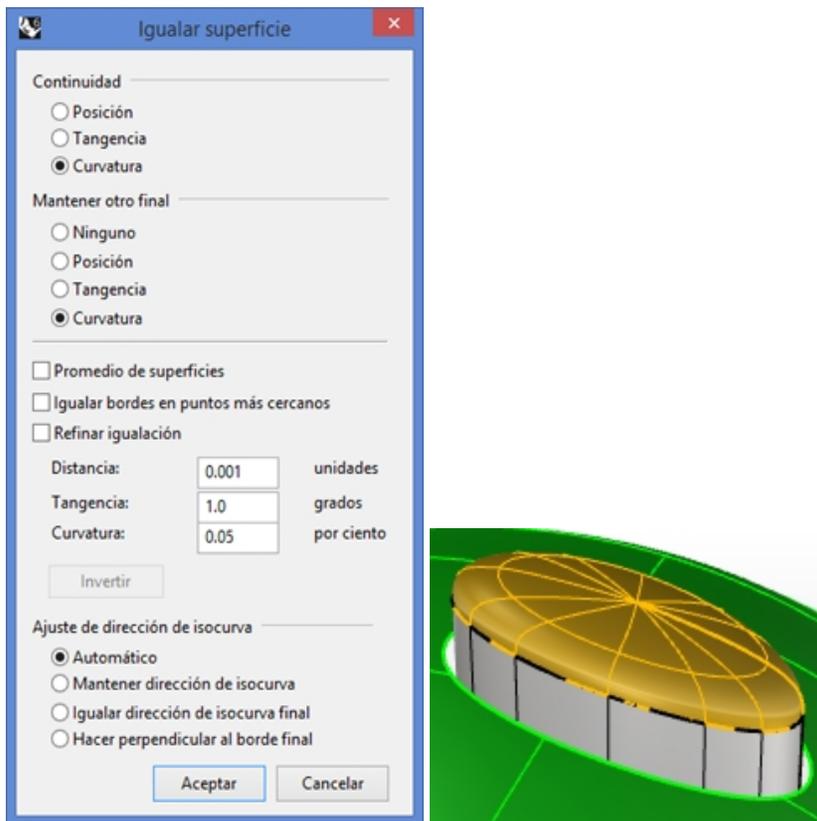
Necesitará igualar la tangencia de la nueva superficie con los lados verticales del botón mediante el comando **IgualarSup**.

En el cuadro de diálogo **IgualarSup**, defina las opciones **Continuidad** en **Curvatura**, **Mantener otro final** en **Posición** y **Ajuste de dirección de isocurva** en **Automático**.



Si lo miramos bien, parece que se crea un pinzamiento en la parte superior. Ejecute el comando **Deshacer** y pruebe **Igualar** de nuevo.

14. En el cuadro de diálogo **IgualarSup**, defina las opciones **Continuidad** en **Curvatura**, **Mantener otro final** en **Curvatura** y **Ajuste de dirección de isocurva** en **Automático**.



La continuidad de la superficie del botón se ve mejor después de ejecutar el comando IgualarSup con estas opciones.

## Superficies con pliegues

A veces es necesario crear una superficie con un pliegue que puede empezar en un ángulo determinado y cambiar a otro ángulo o reducirse a cero. Un ejemplo sería el pliegue de la carrocería del coche de la imagen. El siguiente ejercicio ilustra dos posibles situaciones.



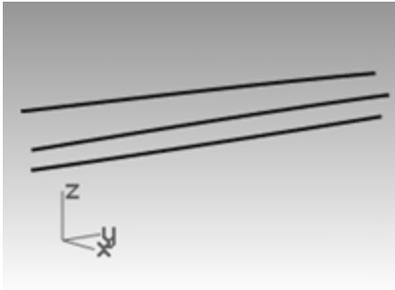
## Ejercicio 7-2 Superficies con un pliegue (Parte 1)

El objetivo del siguiente ejercicio es obtener dos superficies iguales con diferente continuidad en cada extremo. En un extremo ajustaremos la superficie con un ángulo de grado 10 y en el otro extremo ajustaremos la superficie con continuidad de tangencia. Para llevarlo a cabo, crearemos una superficie de referencia en los ángulos correctos y la utilizaremos para ajustar el borde inferior de la superficie superior. Cuando la superficie de referencia se elimine o quede oculta, aparecerá el pliegue entre las dos superficies que queremos mantener.

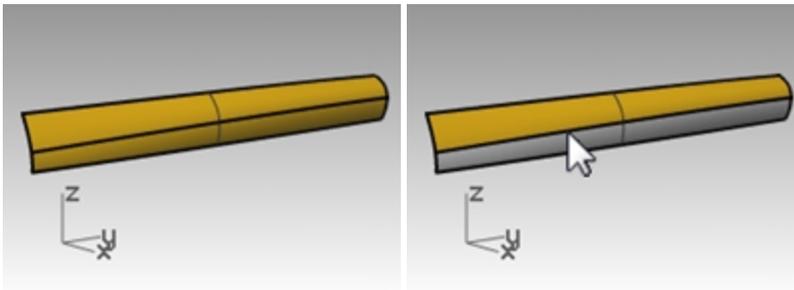
### Abrir y preparar el modelo

1. **Abra** el modelo **Pliegue 01.3dm**.
2. Desactive las capas **Curva** y **Transición**.
3. Seleccione **Transición** como capa actual.
4. Utilice el comando **Transición** para crear una superficie a partir de las tres curvas.

El comando **Transición** recuerda la configuración entre las sesiones. Asegúrese de que el estilo **Transición** está definido como **Normal** y **No simplificar**.



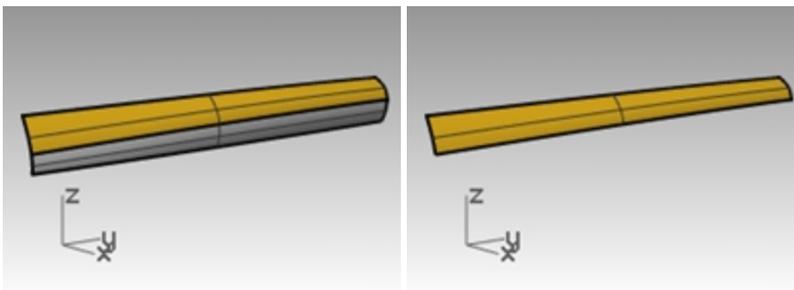
5. Crearemos una superficie que incluya todas las curvas con un pliegue en la mitad de la curva. Utilice la curva del medio para **Partir** la superficie resultante en dos partes.
6. Utilice el comando **ReducirSupRecortada** (Menú: *Superficie > Herramientas de edición de superficies > Reducir superficie recortada*) en ambas superficies.



Cuando una superficie es partida por una curva isoparamétrica, al reducirla se permite que el borde sea un borde no recortado por que el recorte corresponde al borde natural de la superficie no recortada.

Cuando una superficie es partida o recortada por una curva isoparamétrica, al reducirla se permite que el borde sea un borde no recortado por que el recorte corresponde al borde natural de la superficie no recortada.

También puede utilizar la opción IsoCurva para partir el comando cuando el objeto a partir sea una sola superficie.



7. **Oculte** la superficie inferior y desactive la capa **Curva**.

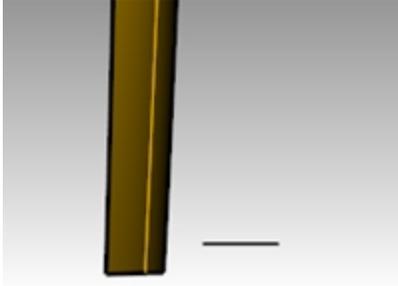
### Crear la superficie de referencia

Cambiaremos la superficie superior igualándola con una nueva superficie de referencia.

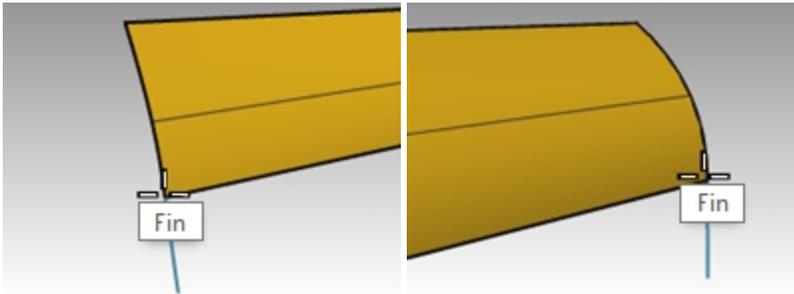
La superficie de referencia se creará a partir de uno o más segmentos de línea a lo largo del borde inferior de la superficie superior, definidos en un ángulo tangente a la misma.

Para obtener una línea que no es tangente pero que está en un ángulo determinado de la tangente, el método más fácil es utilizar las herramientas de transformación para colocar la línea tangente y luego rotarla con el incremento deseado.

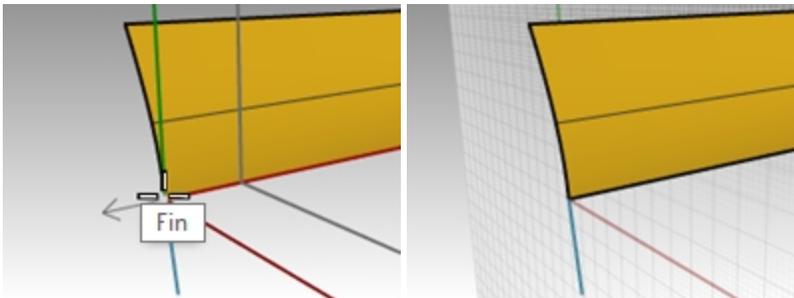
1. Establezca la capa **Curva de referencia** como capa actual.
2. En la vista **Superior**, dibuje una línea de **20** unidades de longitud.



3. Ejecute el comando **OrientarCrvEnBorde** (*Menú: Transformar > Orientar > Curva hacia borde*).
4. Para la **Curva a orientar**, seleccione la línea.
5. Para el **Borde de superficie de destino**, seleccione el borde inferior de la superficie.

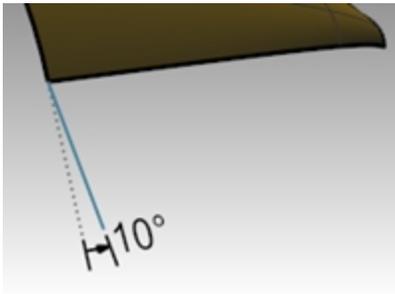


6. Cuando le solicite **Designe el punto del borde final**, cambie la opción de la línea de comandos a **Copiar=Sí** y restrinja el cursor a un punto final del borde.
7. Cuando le solicite **Designe el punto del borde final**, restrinja el cursor al otro punto final.
8. Pulse **Intro**.  
El resultado tendría que quedar como en las imágenes.
9. En la vista **Perspectiva**, utilice el menú del **Título de la vista** haciendo clic con el botón derecho y seleccione **Definir PlanoC > Perpendicular** a curva para definir un plano de construcción perpendicular al borde inferior de la superficie, restringiendo el cursor al punto final izquierdo del borde inferior del origen del plano de construcción.



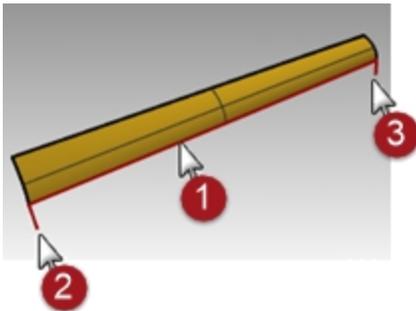
### Ajustar la línea del carril

1. **Seleccione** el segmento de línea y ejecute el comando **Rotar**.
2. Defina el centro de la rotación en el origen del nuevo plano de construcción personalizado.
3. Rote el segmento 10 grados.  
El resultado tendría que quedar como en la imagen de la derecha.

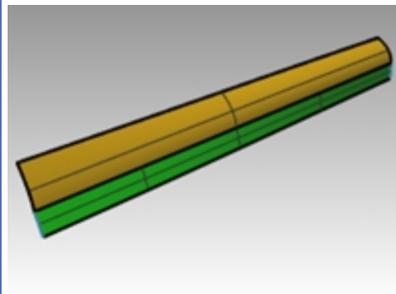
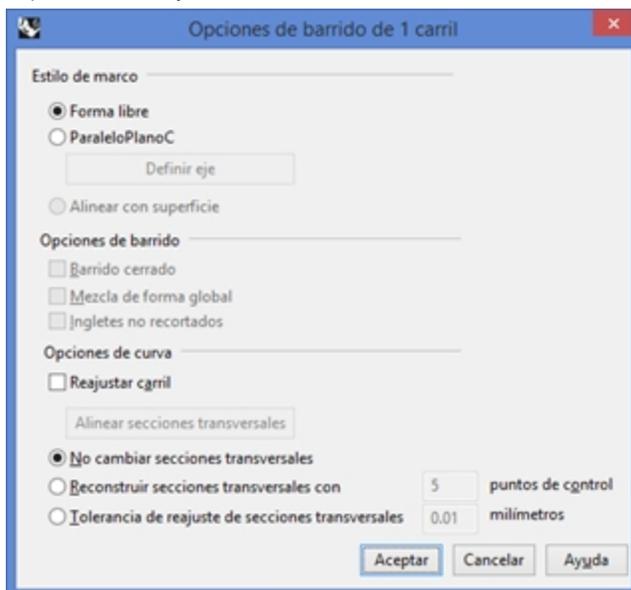


4. Establezca la capa **Superficie de referencia** como capa actual.
5. Utilice el comando **Barrido1** (Menú: *Superficie > Barrido por 1 carril*) para crear la superficie de referencia.
6. **Selecione** el borde inferior de la superficie superior (1) como carril y los dos segmentos de línea (2 y 3) como curvas de perfil transversal.

Asegúrese de usar el borde de superficie y no la curva de entrada original como carril para el barrido.

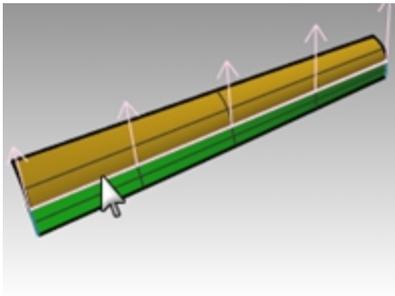


7. En el cuadro de diálogo **Opciones de barrido de 1 carril**, debajo de **Estilo**, seleccione **Alinear con superficie**. Esta opción hace que la superficie de barrido derive de las curvas de sección transversal su ángulo relativo a la superficie base en su arista. Una curva de forma tangente a la superficie base mantendrá esa tangencia cuando se barre a lo largo del borde, a menos que se encuentre otra curva de forma con un ángulo diferente en la superficie, en cuyo caso habrá una transición suave de una a la otra.



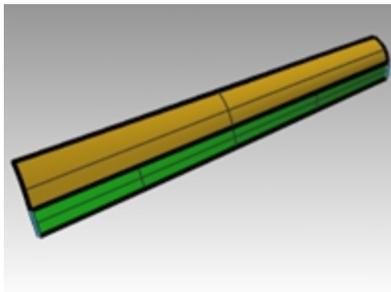
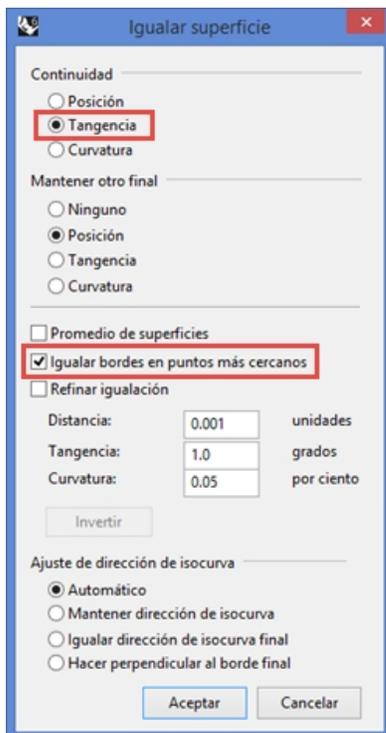
### Igualar la superficie con la superficie de referencia

1. Utilice el comando **IgualarSup** para igualar la superficie superior con la superficie de referencia.
2. **Selecione** el borde inferior de la superficie superior.

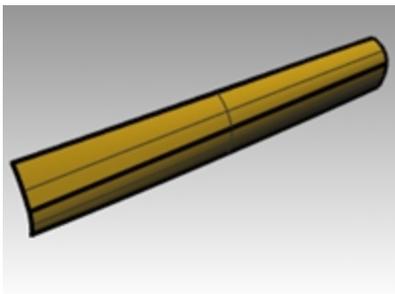


3. **Seleccione** el borde superior de la superficie de referencia.
4. En el cuadro de diálogo **Igualar superficie**, escoja la opción **Tangencia** y marque la casilla **Igualar bordes en puntos más cercanos**.

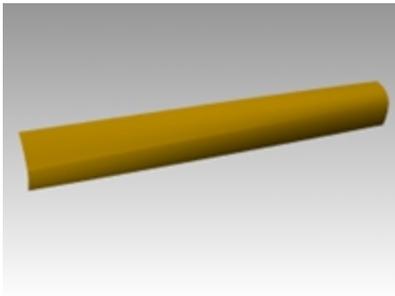
De este modo, la distorsión será mínima.



5. **Muestre** la superficie inferior y oculte la superficie de referencia.



6. **Una** la superficie inferior con la superficie superior.  
Dado que las superficies no están recortadas, tiene la opción de fusionar las superficies en una sola.  
El pliegue se desvanece suavemente desde un extremo al otro de la polisuperficie. Si es necesario más control en los ángulos del pliegue, se pueden colocar más segmentos cuando se crea la superficie de referencia.



## Superficies con un pliegue (Parte 2)

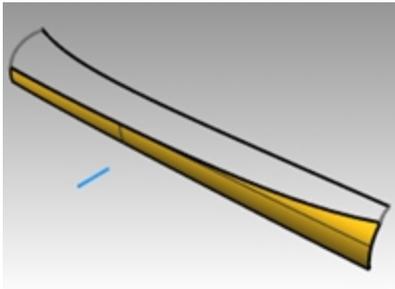
En este ejercicio no existe ninguna relación entre la curva del pliegue y la superficie. Como en el otro ejemplo, la superficie superior se ha realizado con un barrido de dos carriles.

### Ejercicio 7-3 Superficies con un pliegue (Parte 2)

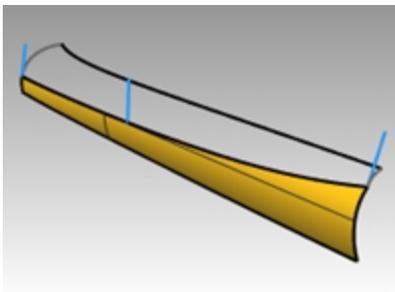
#### Crear un pliegue con superficies recortadas

1. Abra el modelo **Pliegue 02.3dm**.
2. Utilice el comando **Línea** (*Menú: Curva > Línea > Una línea*) para dibujar una línea en cualquier parte de la vista **Superior** o **Perspectiva**.

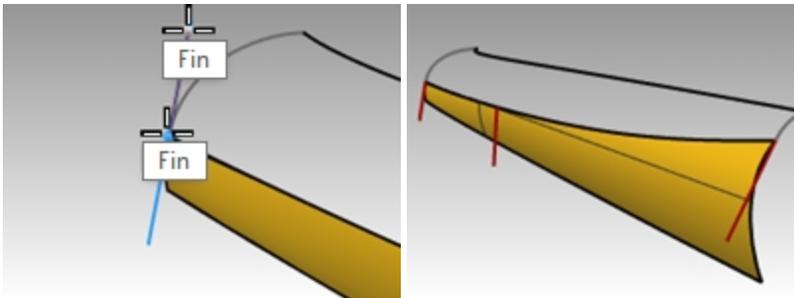
Usaremos esta línea para crear una superficie de referencia.



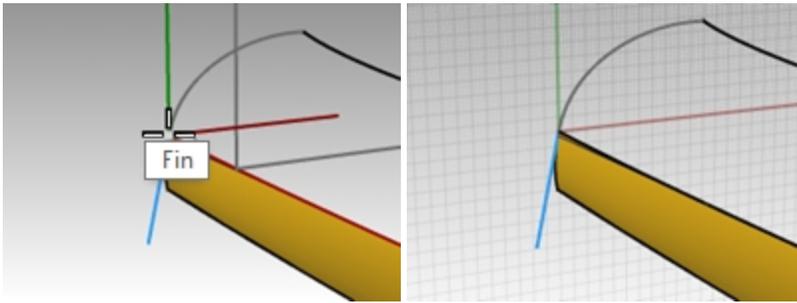
3. Utilice el comando **OrientarCrvEnBorde** (*Menú: Transformar > Orientar > Curva en borde*) para copiar la curva de la superficie de referencia al borde superior de la superficie inferior.
4. Coloque una línea en cada extremo del borde y una en el medio.



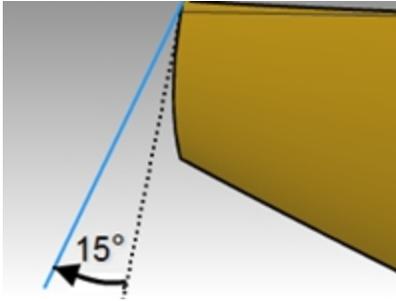
5. **Mueva** cada segmento de línea moviendo su extremo superior hacia el extremo inferior del mismo segmento.



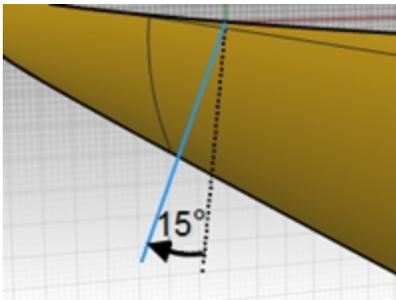
6. Utilice el comando **PlanoC** (*Menú: Vista > Definir PlanoC > Perpendicular a curva*) para que el plano de construcción se alinee con la línea de la izquierda de la superficie.



- Utilice el comando **Rotar** (Menú: *Transformar > Rotar*) para rotar la línea **15** grados como se muestra en la imagen de la derecha.

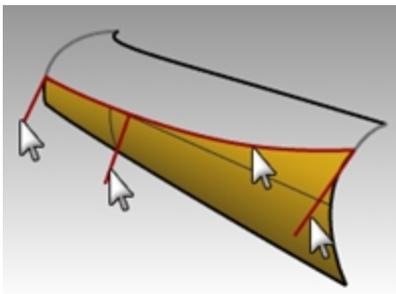


- Repita estos pasos para la línea del medio de la superficie.

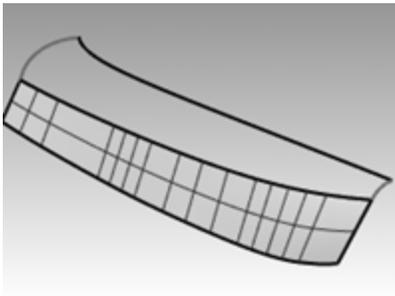


### Crear la superficie de referencia

- Utilice el comando **Barrido1** para crear la superficie de referencia.
- Seleccione** el borde superior de la superficie inferior como carril y los tres segmentos de línea como curvas de perfil transversal.  
Utilice el estilo **Alinear con superficie** para el barrido.

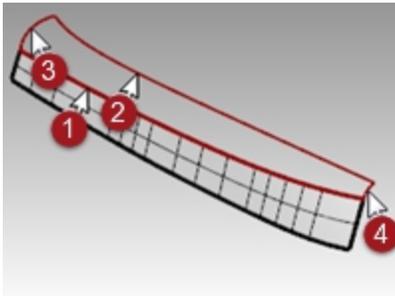


- Oculte** la superficie original.

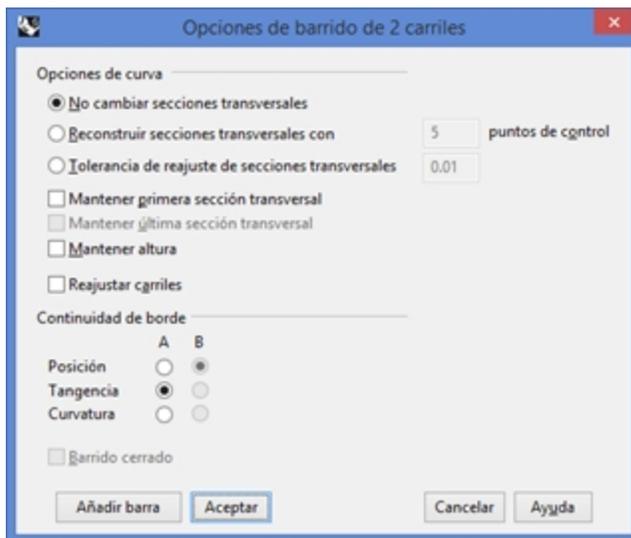


4. Utilice el comando **Barrido2** para crear la superficie superior.  
**Seleccione** el borde superior de la superficie de referencia como primer carril (1) y la curva larga de arriba como segundo carril (2).

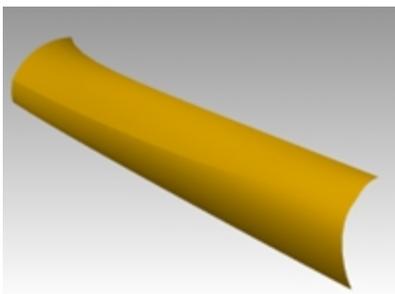
**Seleccione** las curvas de ambos extremos como curvas de perfil transversal (3) y (4).



5. En el cuadro de diálogo **Opciones de barrido por 2 carriles**, para la **Continuidad del borde A** marque la opción **Tangencia**.



6. **Suprima** la superficie de referencia.  
 7. Utilice los comandos **Mostrar** o **Mostrar selección** (*Menú Edición > Visibilidad > Mostrar selección*) para mostrar la superficie original inferior.  
 8. **Una** la superficie inferior con la superficie superior.



## Alisado de curvas de entrada para controlar la calidad de la superficie

Las curvas en Rhino pueden provenir de distintas fuentes; pueden ser:

- Creadas directamente en Rhino
- Importadas desde datos digitalizados
- Importadas desde otra aplicación
- Curvas de sección generadas a partir de una malla

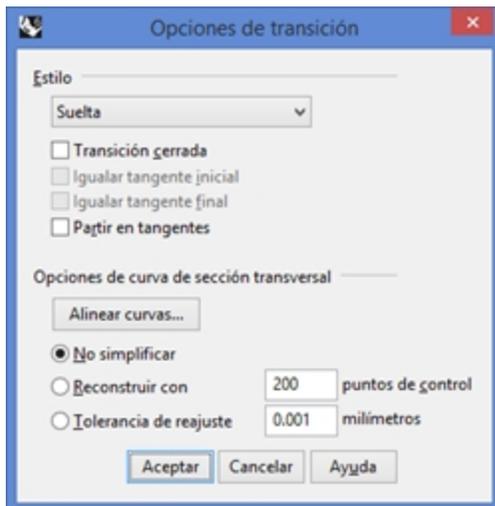
Es importante comprender que muchas de estas curvas deben optimizarse para obtener una mayor calidad.

La técnica de alisado se usa para simplificar las curvas y mantener los gráficos de curvatura con la forma correcta y dentro de la tolerancia establecida. En especial, es importante alisar las curvas que se generan a partir de datos digitalizados, intersecciones, curvas isoparamétricas o curvas desde dos vistas.

Generalmente, las curvas de un solo segmento funcionan mejor en estos procesos. Una curva de un solo segmento es una curva que tiene un punto de control más que el grado. Unos ejemplos serían una curva de grado 3 con 4 puntos de control, una curva de grado 5 con 6 puntos de control o una curva de grado 7 con 8 puntos de control.

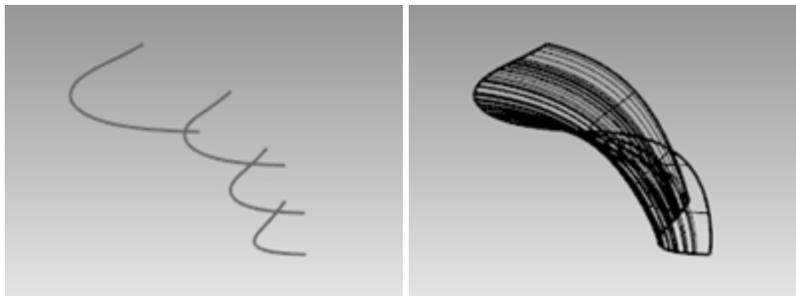
### Analizar una superficie de transición con análisis de curvatura

1. **Abra** el modelo **Alisar curvas.3dm**.
2. **Seleccione** las curvas y utilice el comando **Transición** (*Menú: Superficie > Transición*) con la opción **Estilo** definida en **Normal** y **Opciones de curva de sección transversal** definida en **No simplificar** para crear una superficie.



La superficie es muy compleja. Tiene más curvas isoparamétricas que las necesarias para definir la forma, ya que las estructuras de nodos de las curvas son muy diferentes.

La superficie también tiene una curvatura compuesta.



3. **Seleccione** la superficie de transición y ejecute el comando **AnálisisDeCurvatura** (*Menú Análisis > Superficie > Análisis de curvatura*).

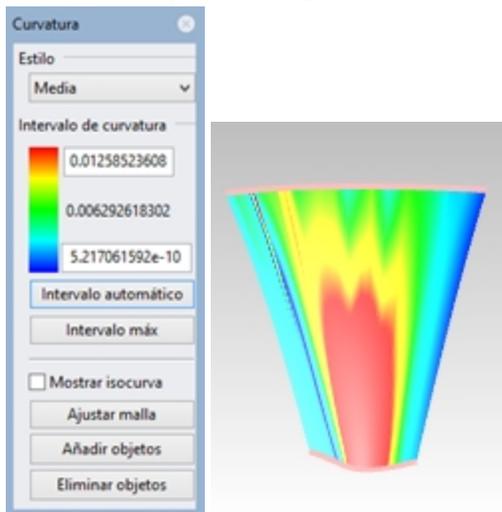


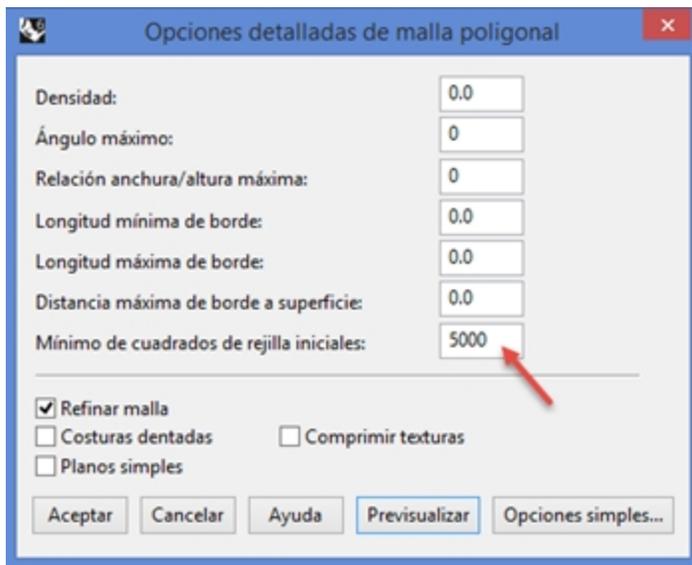
Se creará una visualización de color falso que utiliza el mismo tipo de mallas de análisis que el comando **Cebra**. La cantidad de curvatura se mapea en una gama de colores que permite analizar las áreas con cambios abruptos de curvatura o puntos planos.

Seleccione **Media** de la lista desplegable **Estilo**.

Este estilo sirve para mostrar discontinuidades en la curvatura, puntos planos y mellas. La media se encuentra entre los dos valores del círculo de curvatura en cada punto, mapeados en un valor de color.

- Haga clic en el botón **IntervaloAuto**.
- Haga clic en el botón **Ajustar malla** y ajuste el **Mínimo de cuadrados de rejilla iniciales** para tener al menos **5000** cuadrados de rejilla para asegurarse una visualización suave de la gama de colores.



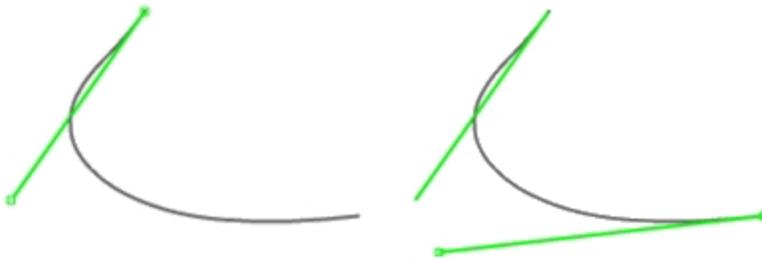


Observe los colores rayados e incoherentes de la superficie. Estos indican cambios bruscos en la superficie.  
3545 3546

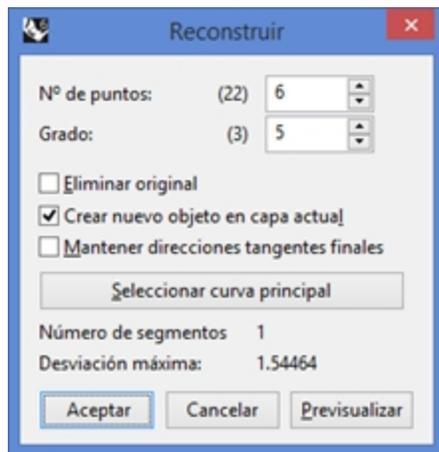
6. **Deshaga** o elimine la superficie de transición.

### Reconstruir las curvas

1. Cambie a la capa **Dirección de tangencia**.
2. Utilice el comando **Línea** (*Menú: Curva > Línea > Una línea*) con la opción **Extensión** para hacer una línea que mantenga la dirección de tangencia de la curva original desde cada punto final y volver hacia la curva, de cualquier longitud.  
Haga las líneas lo bastante largas para que se entrecrucen.

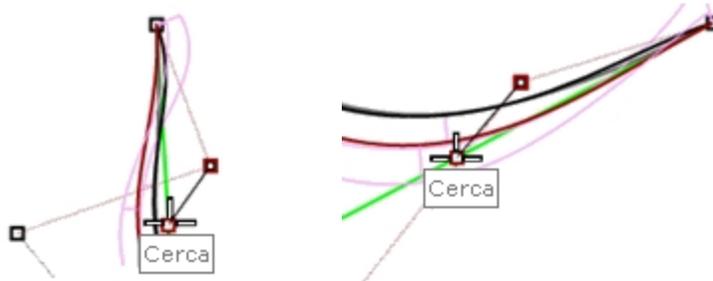


3. Cambie a la capa **Curvas reconstruidas** y bloquee la capa **Dirección de tangencia** con el comando **Bloquear**.
4. Utilice el comando **Reconstruir** (*Menú: Edición > Reconstruir*) para reconstruir la curva.
5. Aunque existe la opción **Reconstruir** en el comando Transición, reconstruir las curvas antes de hacer una **Superficie de transición** proporciona más control sobre el grado de las curvas y el número de puntos de control.
6. En el cuadro de diálogo **Reconstruir curva**, cambie el **Grado** a **5** y el **Número de puntos** a **6**.
7. Desmarque la opción **Eliminar original** y marque **Crear nuevo objeto en capa actual**.
8. Haga clic en el botón **Previsualizar**. Observe cómo se desvían las curvas de las originales.

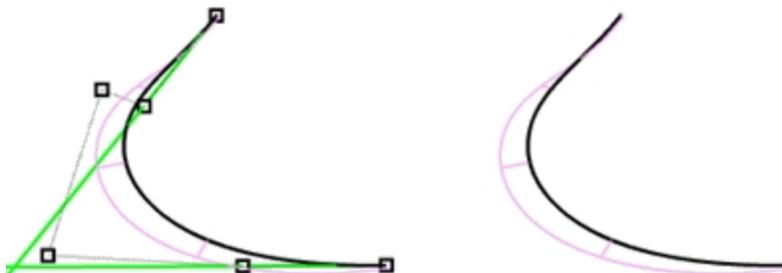


Las curvas se convierten en curvas de un solo segmento. Las curvas de un solo segmento son curvas Bézier. Una curva de un solo segmento es una curva que tiene un punto de control más que el grado. Dado que esto no es necesario para obtener superficies de alta calidad, los resultados que produce son predecibles.

9. Bloquee la capa **Curvas originales**. Necesitamos ver estas curvas, pero no queremos que se puedan seleccionar.
10. **Selecione** una de las curvas reconstruidas y active los Puntos de control y el **Gráfico de curvatura**.
11. Establezca la tolerancia de la curva ajustando puntos hasta que coincida con la curva original.



12. Empiece moviendo el segundo punto desde cada extremo de la curva reconstruida sobre la línea tangente. Utilice la referencia a objetos **Cerca** para restringir el cursor a lo largo de la línea tangente.
13. Compruebe el gráfico de curvatura para asegurarse de que la curva tiene transiciones suaves. Las curvas son lisas cuando los puntos se ajustan para que las curvas reconstruidas coincidan con las curvas originales bloqueadas.
14. Alise las demás curvas siguiendo el mismo procedimiento.



Algunos aspectos que hay que tener en cuenta cuando se ajustan las curvas:

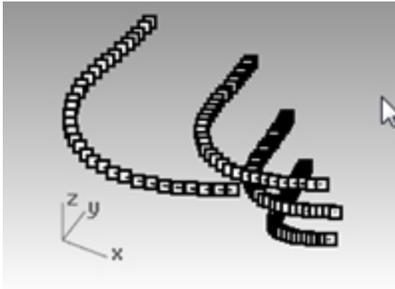
- Si desea mantener la dirección de tangencia de la curva coherente con las curvas originales, asegúrese de que el segundo punto de cada curva permanezca en la línea de la dirección de tangencia verde; mueva solamente estos puntos con la referencia a objetos Cerca colocando el punto en la línea.
- El comando **ModoArrastre**, definido en **PolígonoDeControl**, restringirá el arrastre de puntos al polígono de control de las curvas. Puede utilizar esta herramienta para mantener constantes las direcciones de tangencia.
- Cuando sea posible, al alisar un conjunto de curvas que se utilizarán como entrada de una superficie de transición, intente mantener una disposición de los puntos de control de cada curva similar a las curvas adyacentes. De este modo, la superficie se mantendrá bien alineada.
- Cuando el ajuste de puntos de control sea difícil debido a que se requieren pequeños movimientos, utilice las

teclas de **Toque ligero** para mover los puntos en intervalos reducidos. Consulte la **Ayuda** para obtener más información sobre la función **ToqueLigero**.

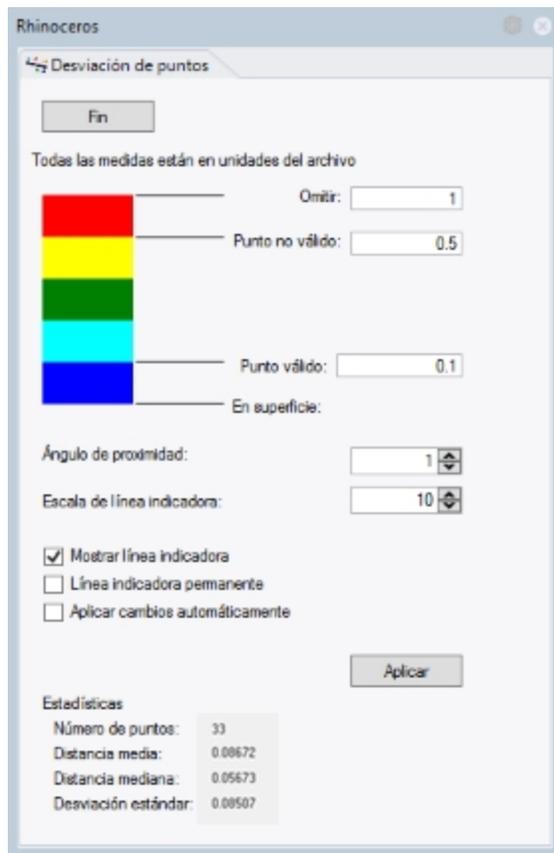
También puede utilizar el **Gumball** para mover puntos. Cuando necesite ajustar con movimientos de puntos muy pequeños, puede definir la opción **GumballIntensidadDeArrastre** a un poco menos de 100% para permitir que los movimientos del ratón más grandes realicen pequeños cambios en las posiciones de los puntos.

#### Utilizar **DesviaciónDePuntos** para visualizar la desviación durante la edición de curvas

1. Cree la capa **Puntos** y defínala como capa actual.
2. **Selecione** todas las curvas originales y ejecute el comando **Dividir** (*Menú: Curva > Punto > Dividir curva por > Número de segmentos*). Defina el **Número de segmentos** a **32** y la opción **AgruparResultado=Sí**.
3. **Deselecione** todos los objetos y seleccione los puntos agrupados.
4. Ejecute el comando **DesviaciónDePuntos** (*Menú: Análisis > Superficie > Desviación de grupo de puntos*) y cuando le solicite **Selecione las curvas, superficies y polisuperficies a examinar**, seleccione las curvas reconstruidas ligeramente alisadas.

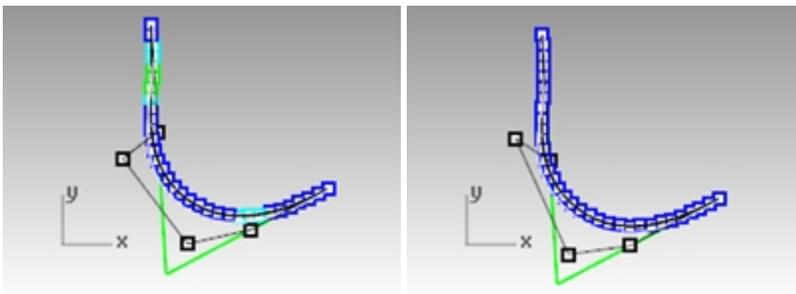


5. Cuando aparezca el cuadro de diálogo **Desviación de superficie/punto**, defina los números de la siguiente manera:
  - Punto válido = 0.1
  - Punto no válido = 0.5
  - Omitir = 1.0
 La visualización muestra la desviación entre los puntos que aparecen en las curvas originales y las posiciones más cercanas a los puntos en las curvas reconstruidas.
6. **Bloquee** los **Puntos** y las capas de las **Curvas originales**.



7. Continúe modificando las curvas reconstruidas con el objetivo de que todos los puntos se vuelvan azules, para que sean puntos válidos.

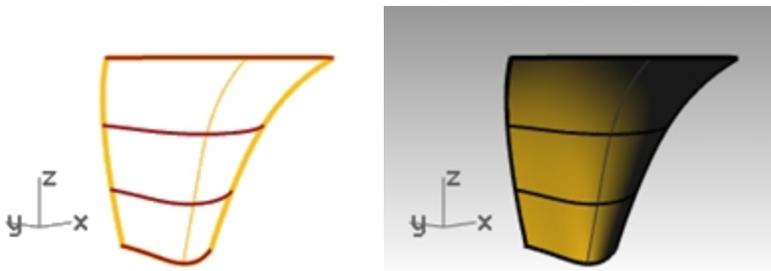
**Nota:** si cierra el cuadro de diálogo, se pierde la visualización y debe volver a iniciar la **DesviaciónDePuntos**.



### Hacer una superficie con curvas lisas

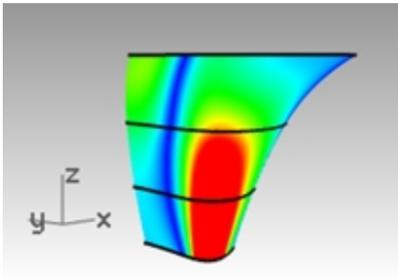
1. **Con el comando Transición**, cree superficies de transición en las curvas nuevas.

La forma y la calidad de la superficie tiene muy pocas curvas isoparamétricas, pero se parece mucho a la forma de la primera superficie.



2. Analice la superficie con **AnálisisDeCurvatura**.

Observe que las transiciones suaves en la visualización del color falso indican transiciones de curvatura suave en la superficie.





# Capítulo 8 - Modelar a partir de imágenes de referencia

El comando **Imagen** se utiliza para insertar una o más imágenes de referencia en un modelo de Rhino.

- Una "imagen" es un superficie plana con la imagen digital añadida en el material del plano como textura.
- Puede elegir la imagen que quiere mostrar con el comando Imagen.
- Las imágenes se pueden mover, rotar, escalar y manipular igual que cualquier objeto de Rhino. Son útiles porque se pueden escalar y colocar exactamente donde los necesite.

En este ejercicio utilizaremos dos bocetos simples con diferentes vistas del mismo objeto y colocaremos los planos para que sus posiciones y escalas tengan sentido entre sí y con la escala del objeto. Posteriormente, veremos diferentes formas de administrar imágenes usando capas y materiales, además de varias herramientas para la creación de curvas y superficies.

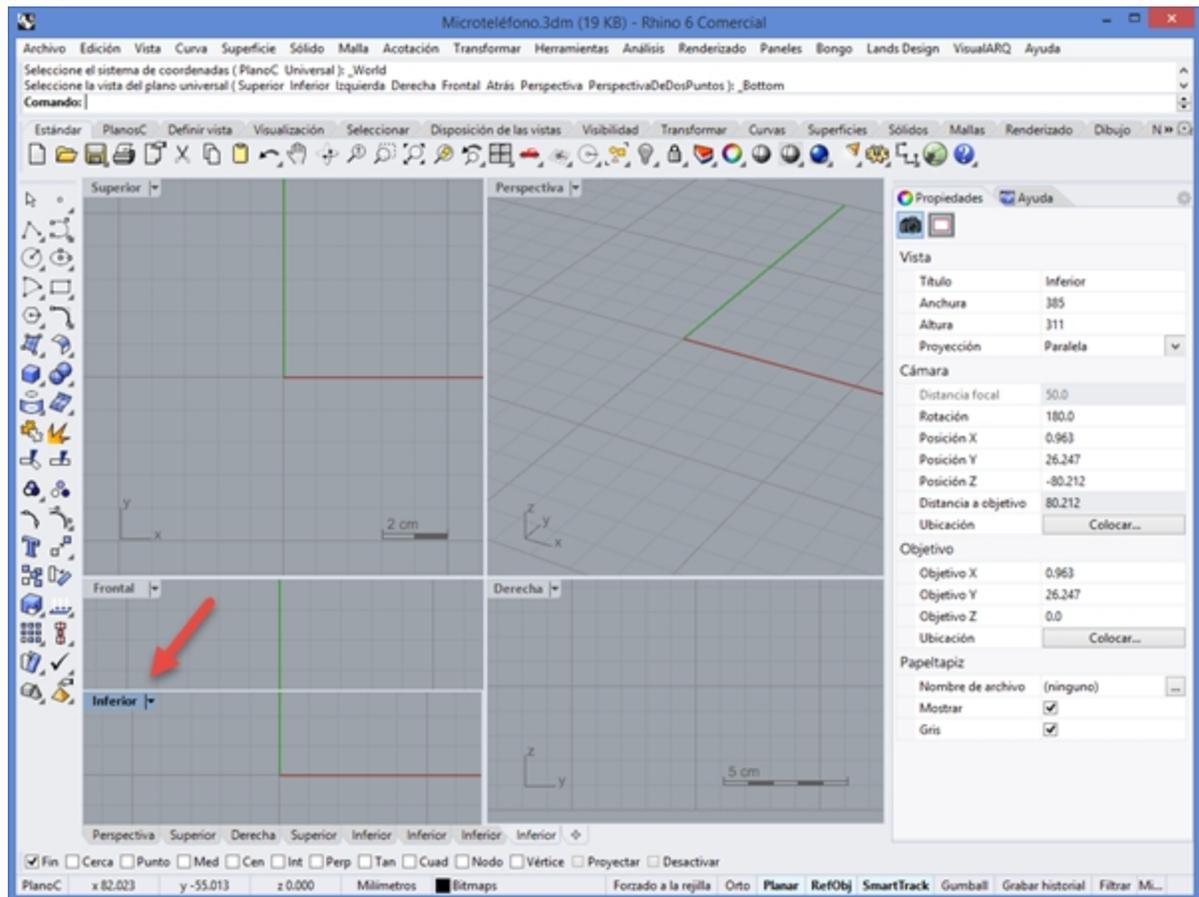
Para empezar, abra el archivo Microteléfono.3dm. Este archivo todavía no tiene ningún objeto, solo algunas capas para ahorrarnos un poco de tiempo de organización. Hay una capa para las Imágenes, conviértala en la capa actual.

Para empezar, cogeremos bocetos escaneados y los colocaremos en tres ventanas diferentes. Las tres imágenes dibujadas manualmente tienen que colocarse en sus respectivas vistas y escalarse apropiadamente para que todas sean iguales.

## Ejercicio 8-1 Microteléfono

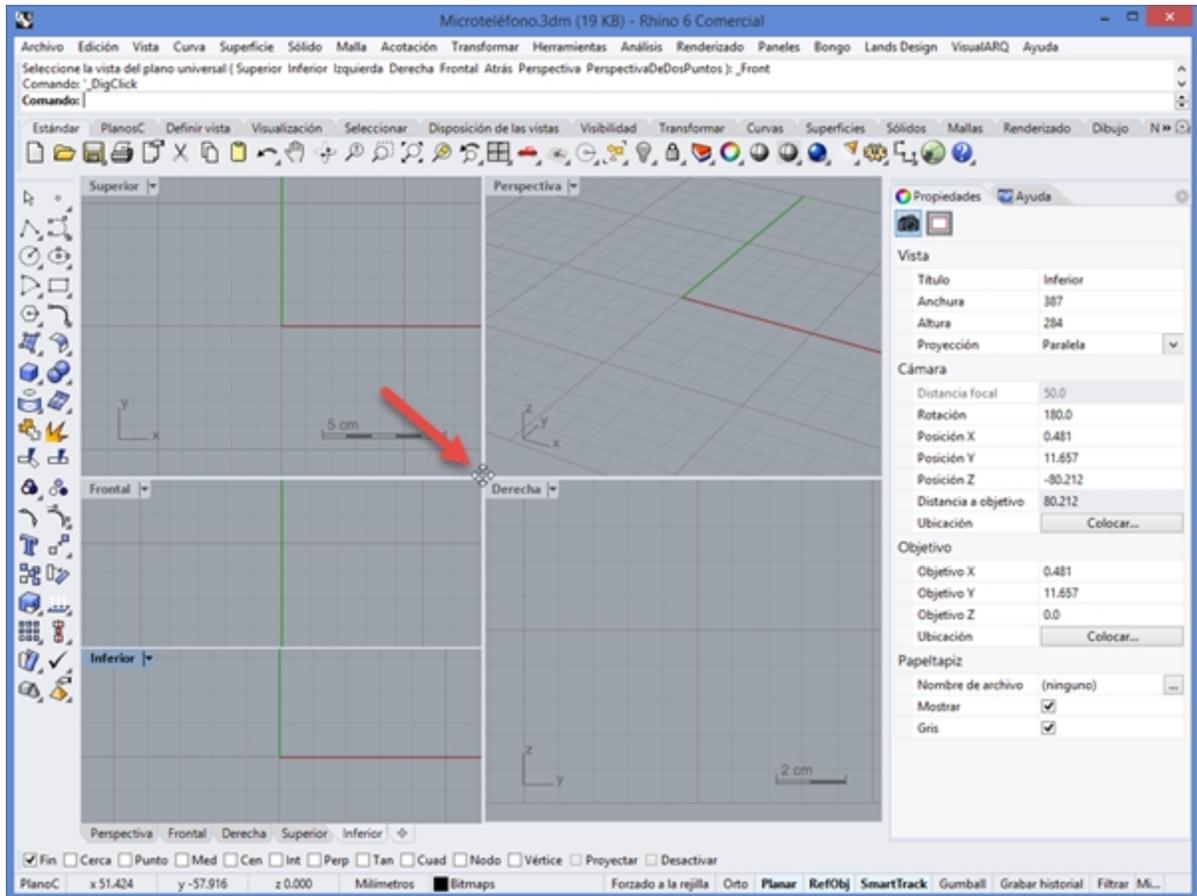
### Abrir y preparar el modelo

1. Abra el modelo **Microteléfono.3dm**.
2. Arrastre el centro de las vistas para aumentar la altura de las vistas Superior y Perspectiva a 2/3 del tamaño del área gráfica.



3. Establezca la capa **Frontal** como capa actual.
4. En el menú **Vista**, en **Disposición de las vistas**, haga clic en **Dividir en vertical**.  
Se creará una segunda vista **Frontal**.

5. Active la vista **Frontal inferior**. En el menú **Vista**, en **Definir vista**, haga clic en **Inferior**.
6. Vuelva a alinear las vistas si es necesario.

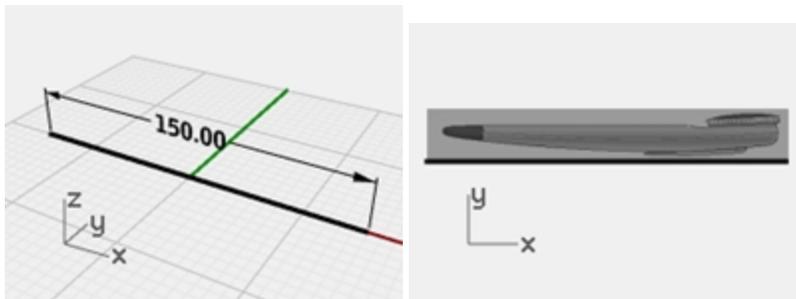


7. En **Opciones de Rhino**, en la página **Vista**, en la sección **Propiedades de vista**, active la casilla **Vistas vinculadas**. De este modo, las vistas permanecen alineadas cuando se aplica encuadre y zoom.

### Colocar bitmaps de fondo

Empezaremos creando geometría de referencia para facilitar la colocación de los bitmaps.

1. Dibuje una **Línea** horizontal desde ambos lados del origen de la vista **Superior**, de **150 mm** de longitud.
2. Desactive la rejilla en las ventanas que está utilizando para colocar los bitmaps pulsando la tecla **F7**.
3. De este modo, será mucho más fácil ver el bitmap.

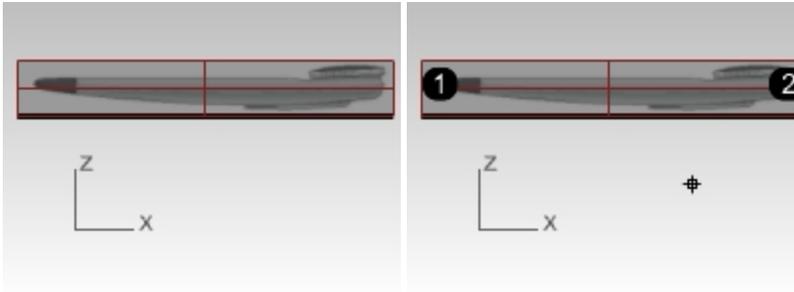


4. En la vista **Frontal**, vaya al menú **Superficie**, seleccione **Plano** y haga clic en **Imagen**.
5. En el cuadro de diálogo **Abrir bitmap**, seleccione **HandsetElevation.jpg**.
6. En la vista **Frontal**, con la referencia a objetos **Fin** activada, designe el extremo izquierdo de la línea de referencia y después el derecho.
7. Seleccione la imagen en la vista **Frontal**. Haga doble clic en el título de la vista para maximizarla.

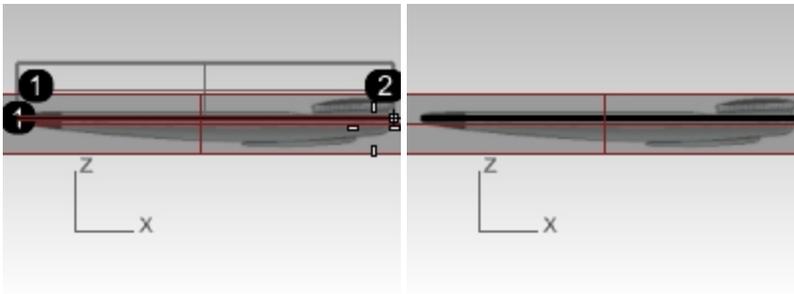
### Escalar y posicionar los bitmaps de fondo

El bitmap se colocó pero la escala no es correcta. Ahora orientaremos y escalaremos la imagen al mismo tiempo.

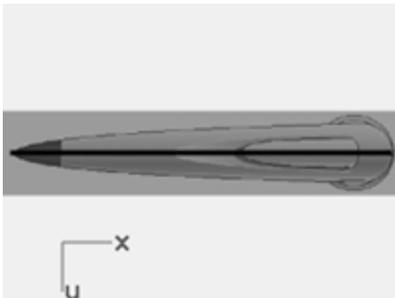
1. En el menú **Transformar**, en **Orientar**, haga clic en **2 puntos**.
2. En la línea de comandos, defina las opciones de **Orientar** en **Copiar=No** y **Escarlar=3D**.
3. Cuando le solicite **Punto de referencia 1**, designe el extremo izquierdo de la imagen, pero no designe el extremo de la superficie de la imagen. (Utilice la tecla ALT para anular temporalmente las referencias a objetos.)
4. Cuando le solicite **Punto de referencia 2**, designe el extremo derecho de la imagen, pero no designe el extremo de la superficie de la imagen. (Utilice la tecla ALT para anular temporalmente las referencias a objetos.)



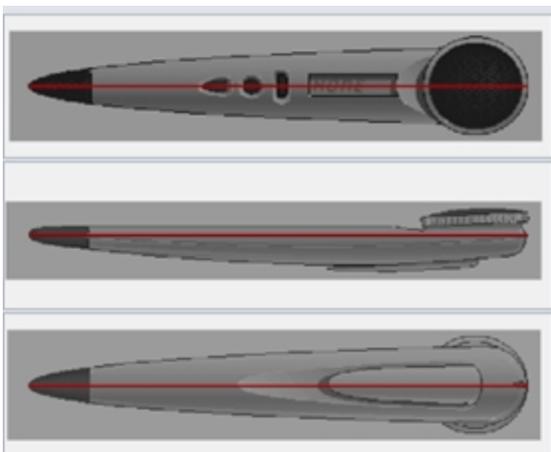
5. Cuando le solicite **Punto de mira 1** y **Punto de mira 2**, restrinja el cursor a los puntos finales de la línea de 150 mm que se corresponden con los puntos de referencia.



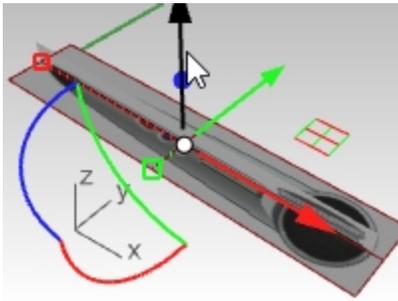
6. Cambie a la vista **Inferior**.
7. Utilice la misma técnica para colocar y alinear la imagen **HandsetBottom.bmp** en la vista **Inferior**.



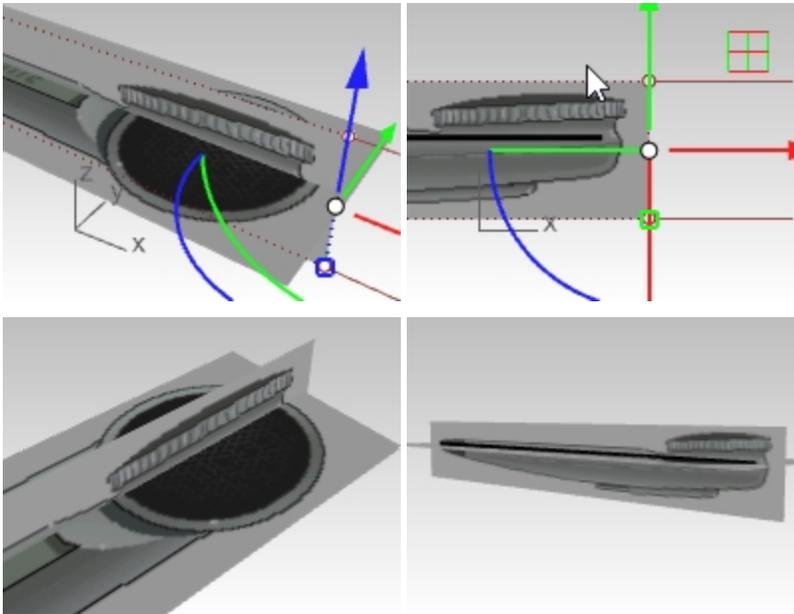
8. Repita estos pasos para colocar y orientar la imagen **HandsetTop.bmp** en la vista **Superior**.



9. Con el Gumball, mueva ligeramente el objeto de la imagen superior hacia la dirección Z (flecha azul) hasta que la imagen superior sea visible.



10. Utilice los puntos de control del borde de la imagen para ajustar el tamaño hasta que las 3 imágenes se vean bien alineadas en la vista **Perspectiva**.



### Gestionar las imágenes

Ahora que las imágenes están colocadas y escaladas, puede empezar a utilizarlas como referencia mientras dibuja curvas.

Puede haber ocasiones en que desee ocultar los objetos o bien bloquearlos para que no se muevan por error. Para evitar que se puedan seleccionar, puede bloquear la capa.

También puede hacer que las imágenes sean transparentes, ya que pueden ocluir objetos en el espacio 3D.

En resumen, puede que necesite algunas herramientas para realizar estas acciones, y en modelos más complejos con varios objetos de imagen será aún más necesario.

### Capas

Hemos colocado los planos imagen en su propia capa denominada **Bitmaps**. Esta capa se puede activar y desactivar para mostrar u ocultar los objetos que contiene. La capa también se puede bloquear para impedir que los objetos puedan seleccionarse.

### Forzado en la imagen

Hay un paso más que también puede facilitarle el proceso de modelado. Probablemente no quiere que las referencias a objetos restrinjan el cursor a los objetos de imagen. Esto se puede controlar, si la capa está bloqueada, con el comando **ForzadoEnObjBloqueados**.

Al desactivar este comando y bloquear la capa en la que están las imágenes, no se restringirá el cursor a las imágenes. Este comando también tiene la opción Alternar que es anidable: puede usar este comando en cualquier momento para establecer el comportamiento de forzado en objetos bloqueados, incluso dentro de otro comando.

Puede acceder fácilmente a este comando asignando esta macro a un acceso directo de teclado en Opciones.

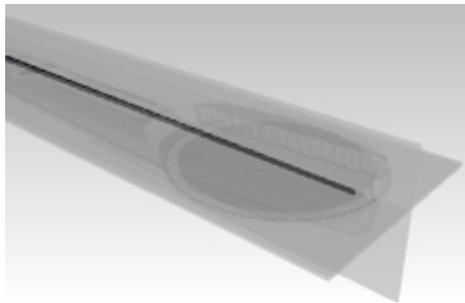
'\_Snaptolocked\_toggle

## Transparencia

Si los colores están demasiado saturados o si desea atenuar las imágenes de referencia o hacerlas transparentes hasta cierto punto para ver otra geometría, puede hacerlas semitransparentes.

Para hacerlo, seleccione la imagen.

En el panel **Propiedades**, en la página Materiales, en Transparencia, arrastre el control deslizante a un 60-70 por ciento o un valor que se vea bien en su sistema. Establezca la transparencia de modo que la imagen sea lo suficientemente clara para calcarla, pero sin ocluir completamente el resto de la escena.



## Dibujar las curvas con el comando CrvInterp

Tenga en cuenta lo indicado anteriormente sobre la visibilidad de la capa, el bloqueo y otras herramientas de gestión para realizar los cambios según sea necesario a medida que avanzamos. A continuación, empezaremos dibujando las curvas.

Crearemos curvas para definir la forma básica de la carcasa, pero sin los detalles ni otras características. Para practicar un poco más, puede ir más allá de los detalles descritos en este texto para terminar el modelo.

Hay dos comandos de curva que obvios para crear las curvas.

El primero es el comando **InterpCrv** y el segundo es el comando **Curva**.

La opción más obvia para calcar suele ser el comando **InterpCrv**, ya que permite designar con precisión en los píxeles de las imágenes y colocar la curva con exactitud. No siempre es la mejor herramienta.

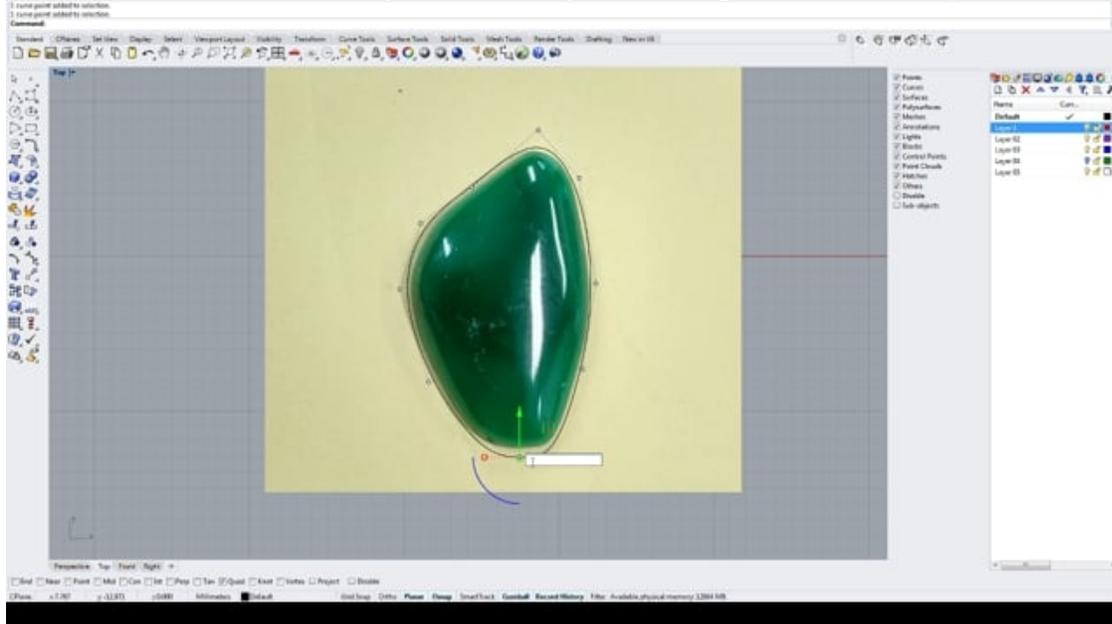
## Dibujar las curvas con el comando Curva

Otra forma de dibujar estas curvas es utilizar el comando **Curva**, también denominada curva de puntos de control.

1. Coloque los puntos de control de la curva aproximadamente donde deberían colocarse para definir la forma y utilice aproximadamente la cantidad necesaria de puntos de control.
2. A continuación, edite la curva para refinar un poco más la forma.
3. Para refinar la forma, añada o quite puntos de control según sea necesario.

Con este método, la creación de curvas puede igualar con precisión la imagen con menos puntos de control y curvas más limpias.

El formador autorizado de Rhino Gary Dawson, de Gary Dawson Designs, ilustra este concepto en este vídeo:



Ahora dibujaremos cuatro curvas para definir la forma que necesitamos:

- una en la vista **Inferior**, que representa una mitad de la forma en esa vista
- tres en la vista **Frontal**: el borde superior o contorno, el borde inferior y la curva del medio, que es la línea divisoria.

La herramienta más útil para calcar curvas de forma libre es una curva de puntos de control con el comando **Curva**. Aquí tiene algunas recomendaciones para la siguiente parte de este ejercicio.

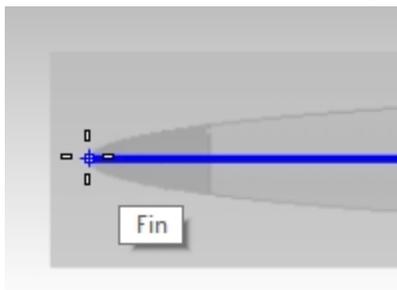
- Coloque el menor número de puntos que describirán la curva con precisión.
- Evite la trampa de intentar conseguir un 100% de precisión en cada colocación de punto.
- Con un poco de experiencia podrá llegar a colocar el número adecuado de puntos en los lugares correctos.
- Utilice la edición de puntos de control para ajustar la curva hasta obtener la forma final.

En este ejemplo, las curvas 2D pueden dibujarse todas con bastante precisión con una curva de grado 3 utilizando 5 o 6 puntos de control.

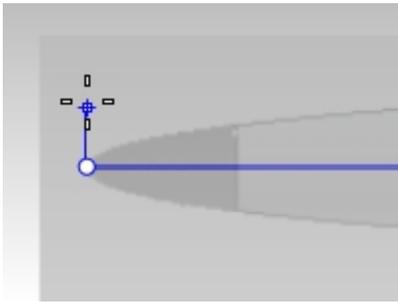
No olvide prestar atención a la colocación de los segundos puntos de las curvas para mantener la tangencia en el final del objeto.

### Dibujar la curva de la vista Inferior

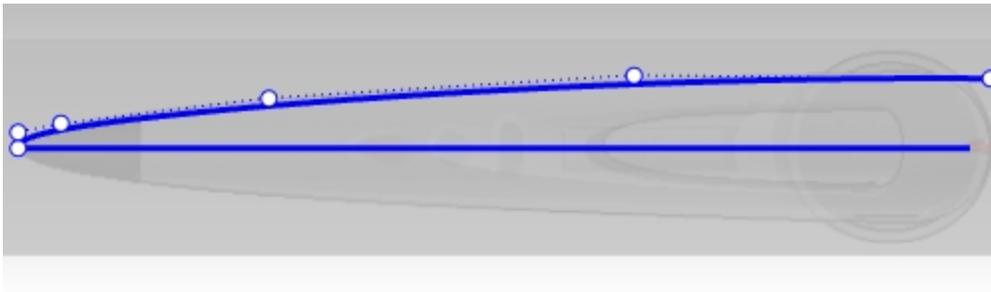
1. En el menú **Curva**, haga clic en Forma libre y luego en **Puntos de control**.
2. En la vista **Inferior**, designe el inicio de la curva restringiendo el cursor al final de la línea de referencia. Todas las curvas empezarán restringiendo el cursor a este mismo punto final de la curva.



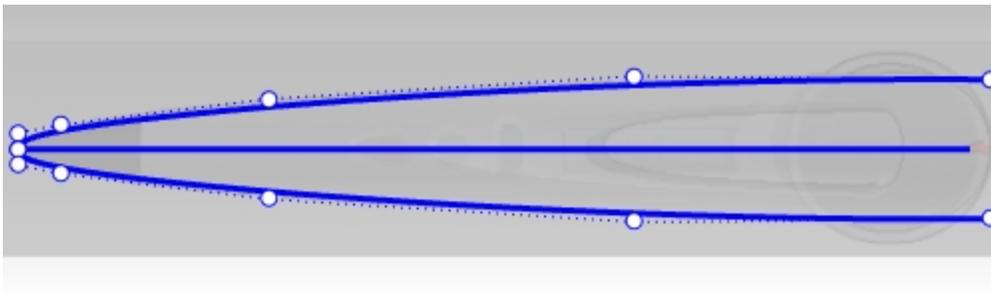
3. Haga clic en el segundo punto justo encima del punto final en la dirección Y del PlanoC utilizando el modo Orto o el SmartTrack. De este modo, se asegurará de que una copia reflejada de esta curva tenga una buena continuidad en el punto final.



4. Coloque cuatro puntos más: seis pueden ser demasiados, cinco pueden ser suficientes. Si sobrepasa el final abierto de la forma no pasa nada porque lo recortaremos en breve.
5. Ajuste los puntos para que la curva coincida con la imagen: observe que con tan pocos puntos, la forma simple es muy fácil de igualar. El Gumball es una buena herramienta para realizar estos ajustes.



6. Utilice el comando **Reflejar** para reflejar la curva en la línea de referencia.

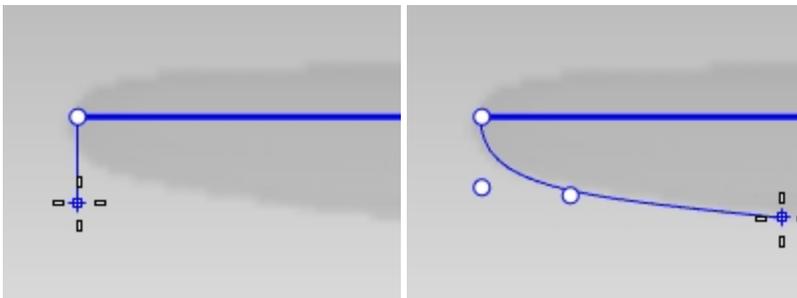


#### Sugerencias para calcar imágenes de referencia:

- Normalmente, las áreas con más cambio de curvatura tendrán los puntos con menos espaciado.
- Asegúrese de que cualquier ajuste al segundo punto desde la punta de la forma esté restringido a la dirección del eje Y.
- Así se asegurará de que la dirección tangente de la curva permanezca alineada con el eje Y.

#### Dibujar las curvas de la vista Frontal

1. Diseñe el segundo punto justo debajo del final utilizando otra vez el modo Orto para que la dirección tangente sea paralela al eje Y del plano CP.

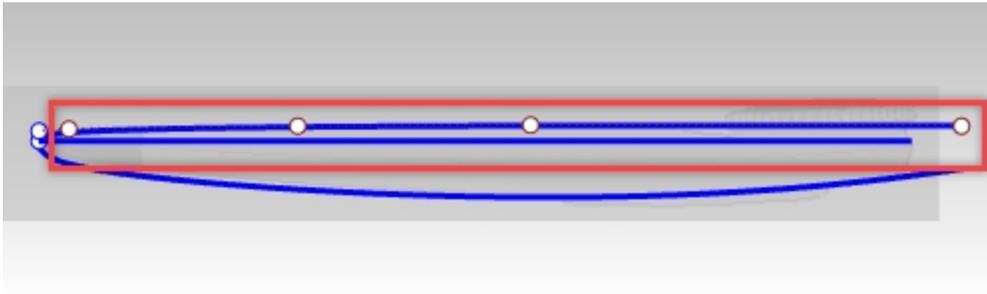


2. Coloque el resto de puntos. No se preocupe demasiado por dónde queda el punto, ya que lo ajustaremos más

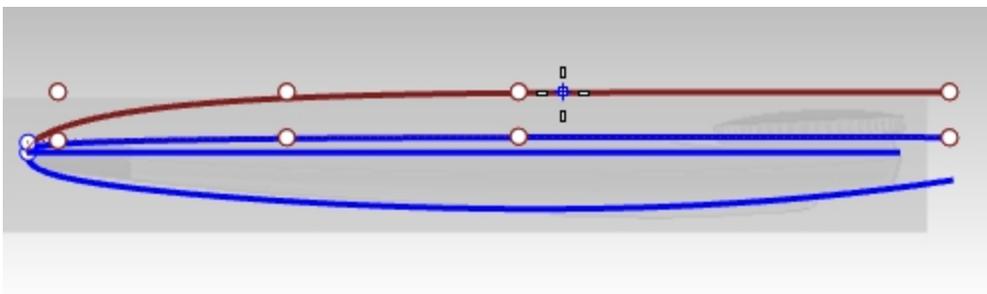
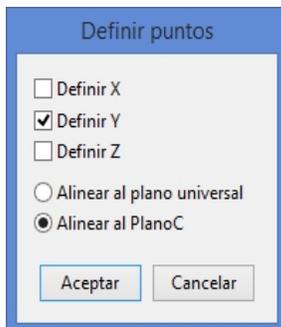
adelante.



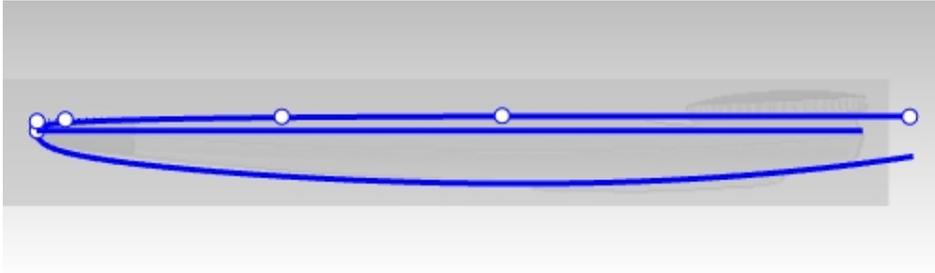
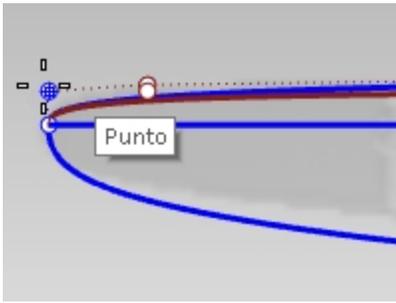
3. Para el borde superior, realizaremos casi el mismo proceso que con la curva anterior.
4. Para asegurarse de que los puntos de la parte recta del contorno estén alineados horizontalmente, utilice el comando **DefinirPuntos** después de crear la curva. Seleccione por ventana los puntos de la parte superior de la curva, pero evite los primeros dos puntos de la curva.



5. En el menú **Transformar**, haga clic en **Definir coordenadas XYZ**.
6. Haga clic en **Definir Y** para las coordenadas Y del PlanoC utilizando solo la opción **Alinear a PlanoC**. Haga clic en Aceptar.



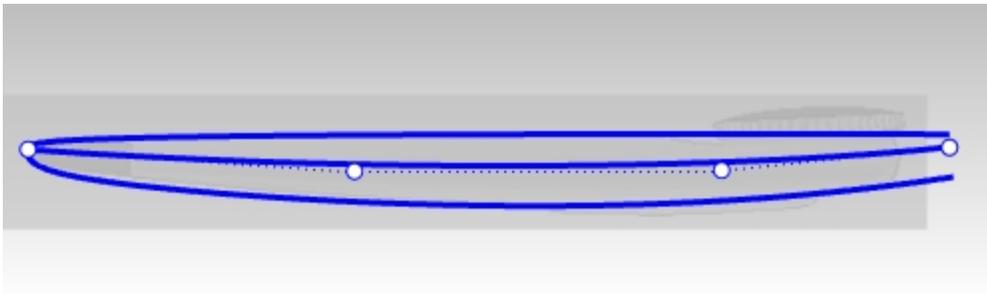
7. Cuando le solicite Posición para los puntos, seleccione el segundo punto en la curva.



Los puntos a lo largo de la parte recta del contorno están bien alineados horizontalmente

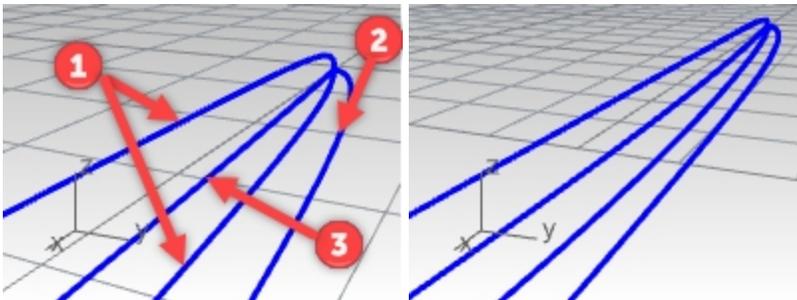
### La línea divisoria

1. Dibuje una o más curvas de puntos de control a lo largo de línea divisoria de la imagen, entre las curvas superior e inferior. Esta solo necesita cuatro puntos.



**Opción:** dibuje una línea designando dos puntos. Utilice el comando **Reconstruir** para reconstruir la curva como curva de *grado 3* con *cuatro puntos de control*. Edite los puntos de control según sea necesario para igualar la línea divisoria.

2. Ahora deberías tener cuatro curvas. Desactive las capas de referencia para ocultar las imágenes y poder ver las curvas claramente. (1) Curvas en la vista **Frontal**, (2) Curva en la vista **Inferior**, Línea divisoria en la vista **Frontal**

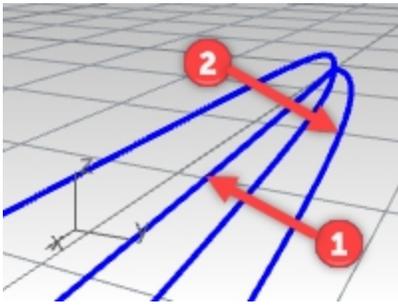


- 3.

### Crear una curva 3D a partir de curvas 2D

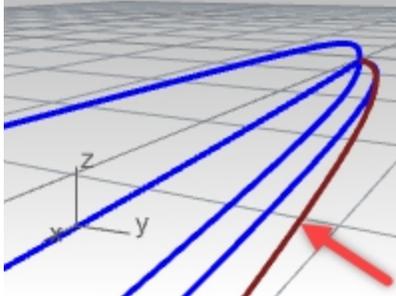
Todas estas curvas son planas y dos de ellas representan vistas 2D de la misma curva 3D. La curva que dibujó en la vista **Inferior** es un calco de la misma parte del objeto que la línea divisoria que dibujó en la vista de alzado. Tiene que crear las curvas que representan dónde se colocan las curvas en el espacio 3D.

1. En la vista **Perspectiva**, seleccione la línea divisoria (1) y la curva de contorno que creó en la vista **Inferior** (2).

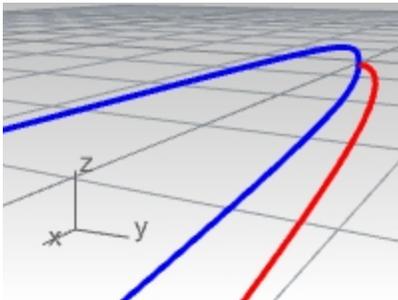


- Utilice el comando **Crv2Vistas** (Menú: *Curva desde 2 vistas*) para crear una curva basada en las curvas seleccionadas.

Se creará una curva 3D.

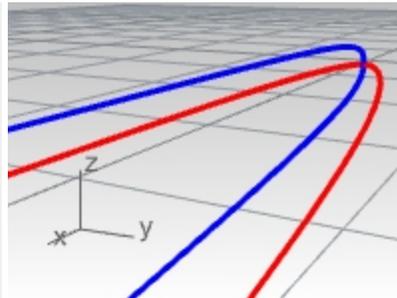
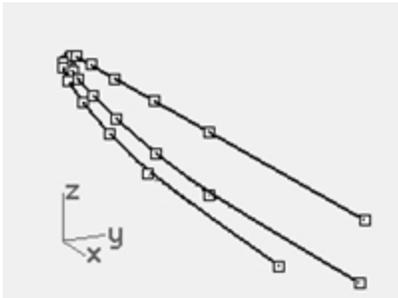


- Oculte** o **bloquee** las dos curvas originales. Ahora hay tres curvas.



- Refleje** la curva 3D al otro lado.

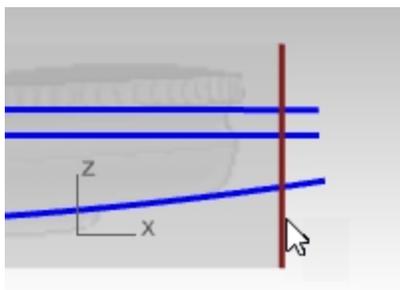
Las macros **!\_Mirror 0 1,0,0** y **!\_Mirror 0 0,1,0** son muy útiles para ejecutar este comando de manera rápida si se asignan a un alias de comando y si la geometría es simétrica en los ejes X o Y.



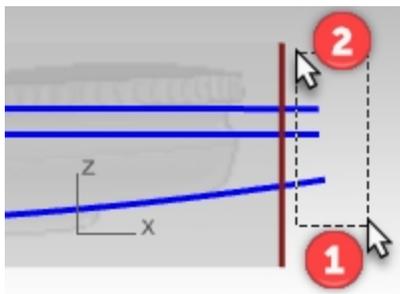
### Recortar las curvas

Antes de crear la superficie a partir de las curvas, recorte estas curvas en la vista **Frontal**. Se dibujaron con longitudes arbitrarias. De este modo, se asegurará que tengan la longitud y la forma adecuadas. Será mucho más fácil crear una superficie limpia si todas están cortadas en la misma línea.

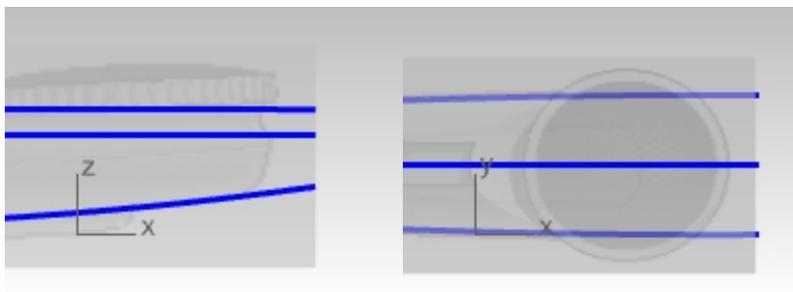
- Active** la capa **Bitmap**. Las imágenes tienen que estar visibles, pero las capas deben estar bloqueadas.
- En la vista **Frontal**, ejecute el comando **Recortar** y seleccione la opción **Línea**. Defina la línea verticalmente entre los finales de la curva más corta y el final del objeto en la imagen. A continuación, pulse **Intro**.



3. En la vista **Frontal**, realice una selección por captura de derecha a izquierda en los finales de las curvas.



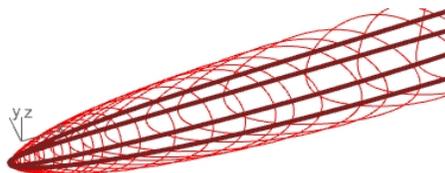
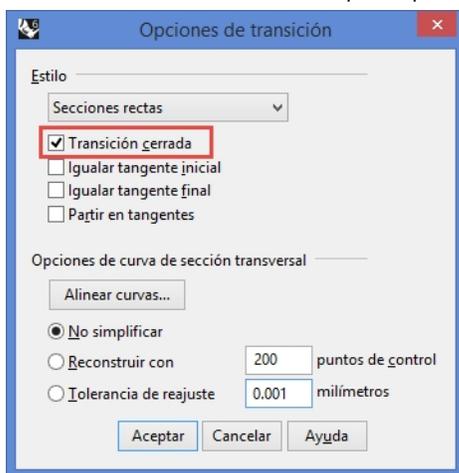
Si los finales de las curvas del medio no están recortados, asegúrese de que la opción **Recortar** de la línea de comandos para **InterseccionesAparentes** está definida en **Sí** y luego seleccione los mismos finales de curva otra vez.



### Crear la superficie

A menudo puede utilizar más de una herramienta de creación de superficies; verá un par de opciones y decidirá cuál le va mejor.

1. Ejecute el comando **Transición** y luego seleccione las curvas en orden. Asegúrese de que en el cuadro de diálogo Transición está seleccionada la opción para crear una curva cerrada.

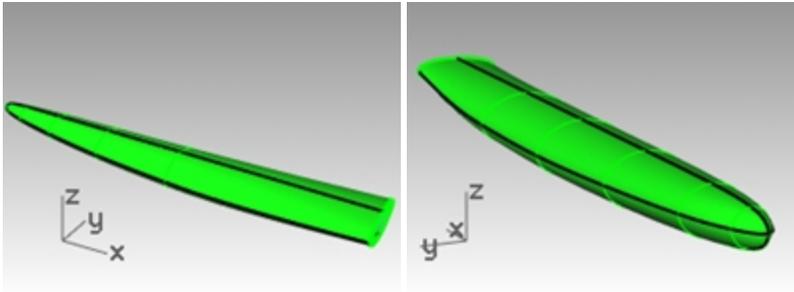


Si también está seleccionada la opción **No simplificar**, la vista previa de la superficie de transición mostrará

curvas isoparamétricas desviadas. El motivo es que las curvas tienen una estructura muy diferente.

En particular, las curvas 3D generadas por **Crv2Vistas** son mucho más complejas que las curvas que dibujamos inicialmente, y no se están combinando bien con las otras curvas de la transición.

- Ejecute el comando **Transición** en las curvas alisadas con la opción **Superficie de transición cerrada** activada. Observe la calidad de la superficie y las pocas curvas isoparamétricas que hay. Una superficie de transición cerrada tiene una costura.



### Transición con la opción Reconstruir

Una forma de resolver este problema es reconstruir y ajustar las curvas 3D creando una estructura simple que coincida con las otras curvas, que son más simples. Esta solución puede funcionar, pero consume bastante tiempo.

Hay otra forma más rápida que crea una buena superficie y es bastante eficaz.

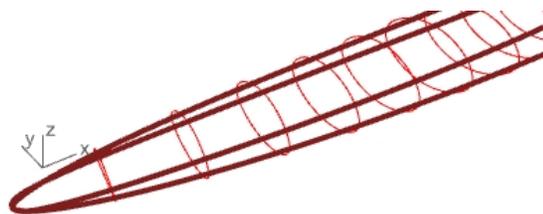
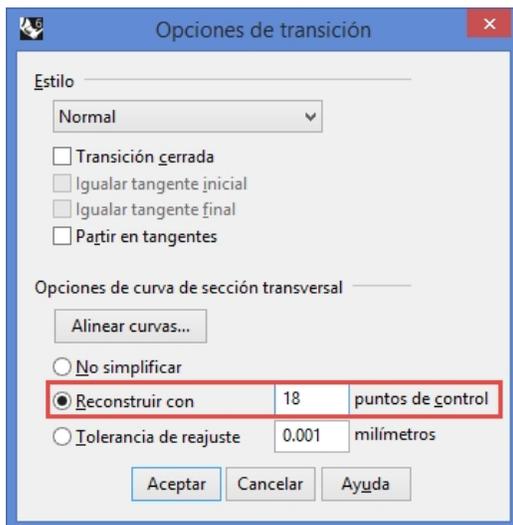
Puede crear una superficie lisa uniformemente distribuida y ajustar fácilmente los puntos que no estén bien colocados, si en el comando Transición reconstruye las curvas de entrada antes de crear la transición.

Cambie la opción de Transición de **No simplificar** a **Reconstruir con** y defina el número de puntos a **18**.

En la vista previa, verá que las curvas isoparamétricas quedan bien niveladas. Con esta opción, las curvas de entrada se reconstruyen en segundo plano. Rhino se asegura de que todas tengan exactamente la misma estructura uniforme (grado, número de puntos y distribución de puntos de control).

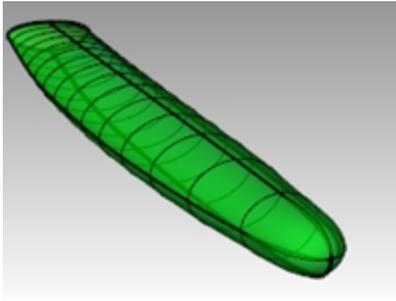
El resultado es bastante bueno, pero no es correcto en el final, donde la curvatura cambia rápidamente.

- Deshaga** hasta la Transición anterior.
- Refleje** la curva 3D al otro lado.
- Ejecute el comando **Transición** en las curvas, con la opción **Reconstruir** en **18 puntos**.



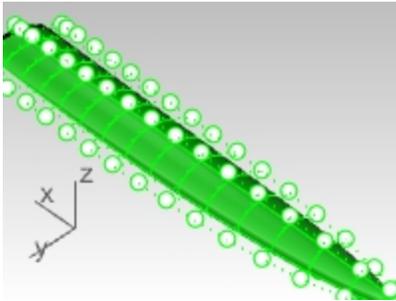
Las isocurvas se ajustan y todo se ve bien, pero si nos fijamos en la punta, se aleja de las curvas de entrada.

- La opción **Reconstruir** no muestrea más en las zonas de elevada curvatura, sino que solo divide las curvas uniformemente.
- El resultado es bastante bueno, pero no es correcto en el final, donde la curvatura cambia rápidamente.

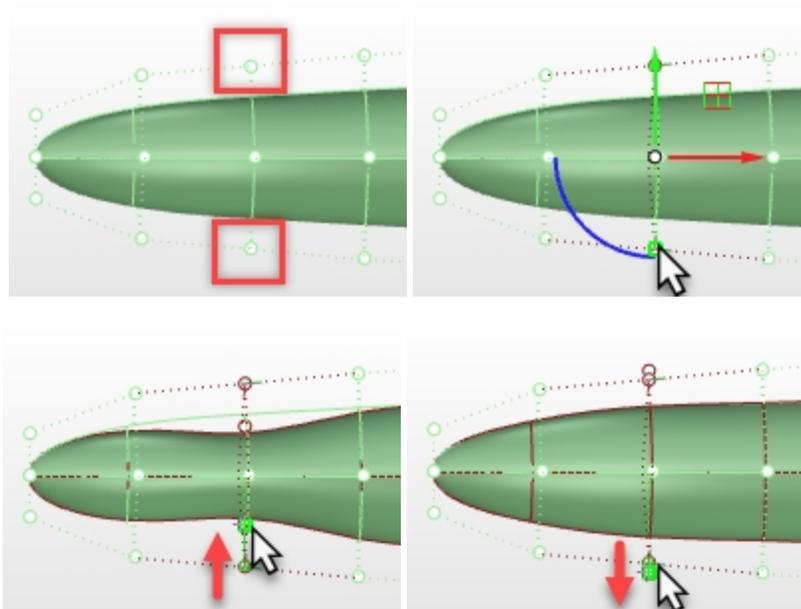


### Crear la superficie de transición

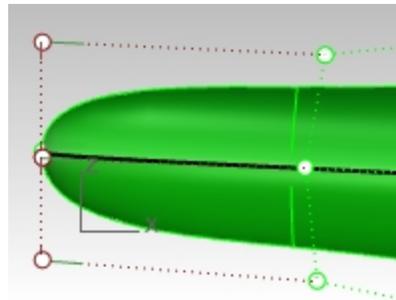
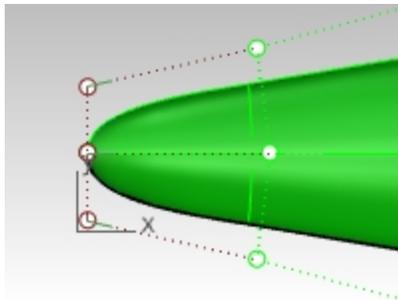
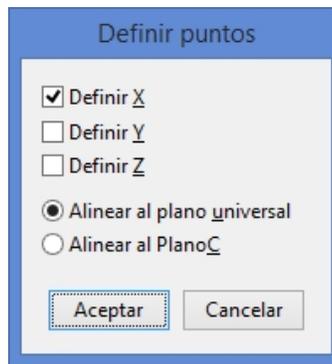
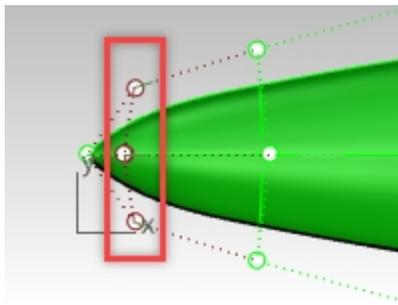
1. **Oculte** los bitmaps de fondo y configure la vista en modo alámbrico.
2. Active los puntos de la superficie.



3. En la vista **Superior** o **Inferior**, mueva los puntos de un lado de la superficie en la dirección Y para que la superficie se iguale.  
Con mover algunos puntos ya debería bastar.  
Ahora, ¿cómo hacemos el mismo lado exactamente igual?
4. **Des haga** todos los cambios anteriores. A continuación, en lugar de mover los puntos, seleccione pares opuestos de puntos y escale en la dirección Y utilizando solo el Gumball.  
El **Gumball** utiliza automáticamente el punto medio entre el par de puntos seleccionados como origen de la escala. Active el modo **Orto** para mantener el eje de escala en el eje **Y**.



5. Utilice **DefinirPuntos** en la vista **Inferior** para ajustar la segunda fila de puntos de control. De este modo, mejorará la posición donde la curvatura cambia rápidamente.

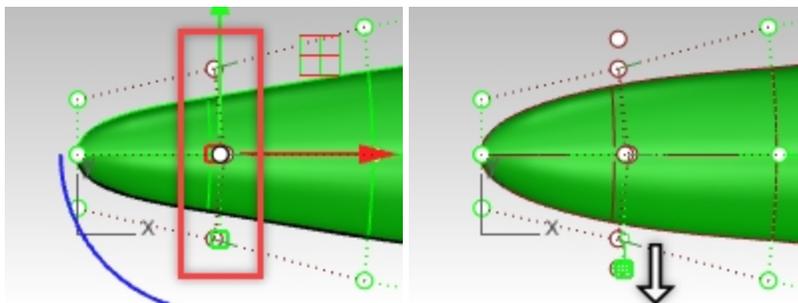


Vista **Inferior**

Vista **Frontal**

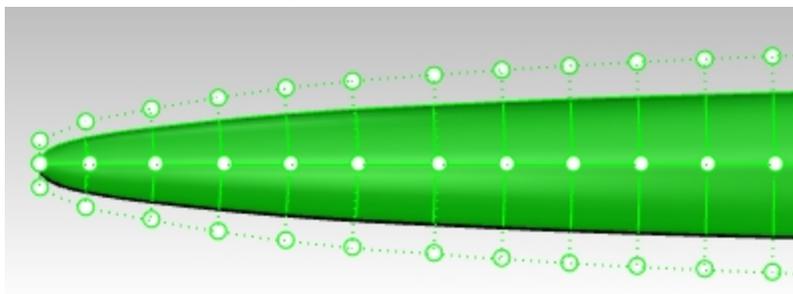
6. En la vista **Inferior**, ajuste los dos o tres últimos anillos de puntos para que la superficie se iguale con las curvas existentes.

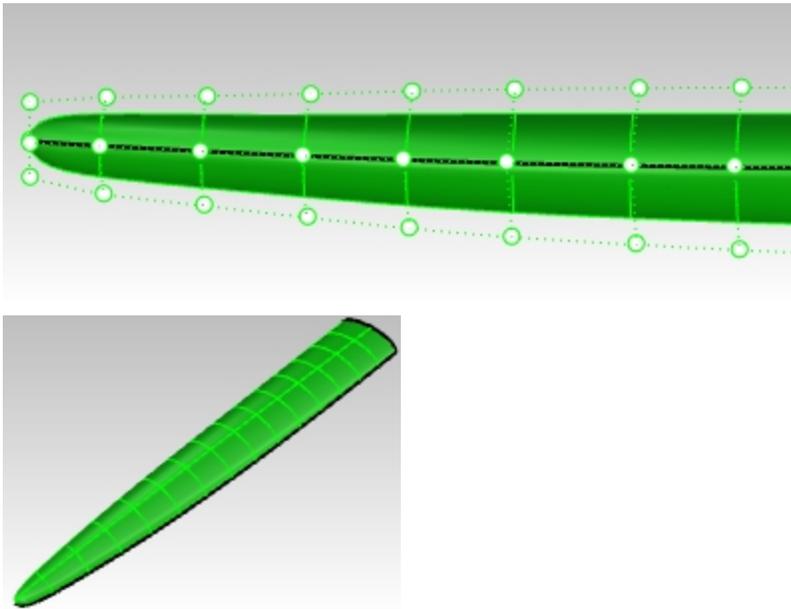
Puesto que el objeto es simétrico en esta vista, es conveniente seleccionar pares de puntos opuestos. Luego utilice los manejadores de escala del **Gumball** para escalar los puntos y separarlos entre sí **hacia el otro lado** del centro del Gumball.



Utilice el comando **IntensidadDeArrastre** para modular la cantidad de escala. Este comando permite movimientos relativamente amplios del ratón para escalar pequeñas cantidades y obtener más precisión.

7. En la vista de alzado, los objetos no son simétricos y es necesario mover los puntos individualmente.

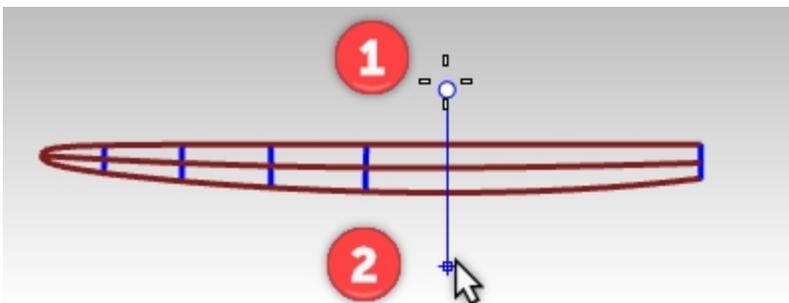
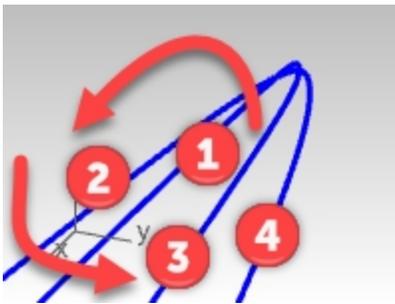




### Opción de superficie de red

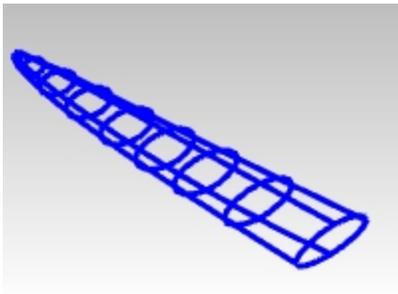
Otra posibilidad es crear curvas adicionales y utilizar el comando **SupDesdeRed** para crear la superficie; este comando requiere al menos una curva 'alrededor' de este conjunto de curvas. El comando **SecTrans** crea curvas de perfil transversal a partir de curvas de perfil.

1. Oculte o elimine la superficie de transición.
2. Ejecute el comando **SecTrans** (*Menú: Curva > Perfiles de sección transversal*).
3. Seleccione las curvas en orden como para realizar una transición, defina la opción **Cerrada** en **Sí** y pulse **Intro** cuando termine.
4. Cuando le solicite **Inicio de la línea de sección transversal**, en la vista **Frontal**, designe un punto en cada lado de las cuatro curvas.

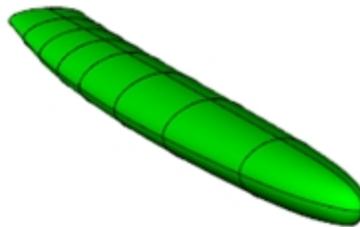
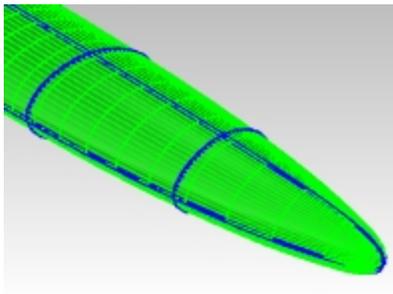
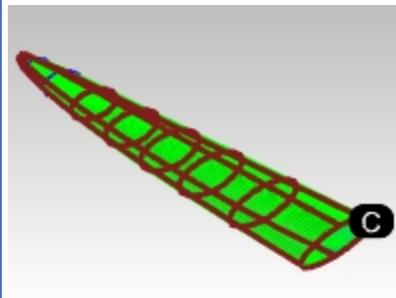


5. Cuando le solicite **Final de la línea de sección transversal**, utilice el modo **Orto** y designe un punto en el otro lado de las cuatro curvas.
6. Continúe este proceso hasta que tenga de 6 a 10 curvas de sección transversal espaciadas uniformemente a lo largo de las cuatro curvas.  
Asegúrese de agregar una sección restringiendo el cursor a los puntos finales en el final abierto del conjunto de curvas.  
Observe que en la vista Perspectiva el resultado es una curva suave que se interpola entre los finales de las

curvas. El comando seguirá en ejecución, de modo que puede definir varias líneas en la vista **Frontal** para crear las curvas de sección transversal suaves. El comando calcula los puntos de intersección de los planos representados por las líneas que especifique en la vista y luego interpola una curva a través de esos puntos.



7. Seleccione por ventana las curvas de sección y las curvas largas originales.
8. Ejecute el comando **SupDesdeRed** (Menú: *Superficie > Red de curvas*) para crear la superficie.



### Por su cuenta

Utilizando las imágenes de referencia, añada detalles adicionales al diseño del microteléfono.

# Capítulo 9 - Metodología de modelado

La pregunta más frecuente que hacen los usuarios de Rhino cuando se les presenta una tarea de modelado compleja es "¿Por dónde empiezo?". Si bien existen varias maneras de enfocar los problemas de modelado, es importante empezar primero desarrollando unas directrices generales o un enfoque metódico. De este modo, el modelado sea eficiente y evitará tareas de remodelado que consumen mucho tiempo.

En otras palabras, tenga en mente las formas que debe crear y dedique un tiempo a elaborar una estrategia para diseñar las superficies que necesitará. Es útil tratar de separar las formas principales o 'primarias' de las formas de transición o 'secundarias' como los empalmes y las mezclas. Como regla general, una superficie no debería ser a la vez una superficie principal y secundaria.

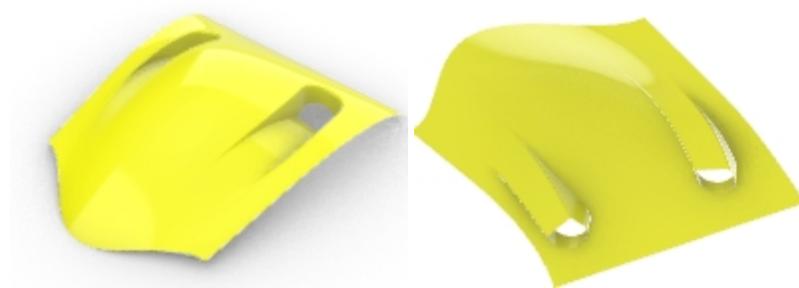
Si mantiene las superficies principales lo más simples y limpias que pueda, será más mucho fácil mantenerlas lisas y agregar superficies de transición.

## El corte

Este tipo de modelos de superficie avanzados no se limita a ninguna industria. Las técnicas de corte se pueden aplicar al capó de un automóvil, al casco de una bicicleta, a la ventilación de un barco, a un techo o a cualquier modelo que necesite una superficie de corte con una transición suave a la superficie principal.

### Ejercicio 9-1 Configurar y crear desde la superficie base

El objetivo de modelado de este ejercicio es crear un filtro de aire en una superficie que se integre perfectamente y de forma natural con la superficie. Empezaremos con la superficie existente y algunas curvas 2D que definen la forma que queremos lograr. Además, crearemos algunas curvas de referencia y algunas superficies principales simples que tengan una buena continuidad donde se necesite. En los pasos finales, trabajaremos para obtener las superficies de transición con la continuidad requerida.



### Abrir y preparar el modelo

1. **Abra** el modelo **Filtro de aire.3dm**.  
Verá una versión del resultado deseado cuando se abra el archivo; es el resultado que queremos obtener.
2. Seleccione la capa **Curvas de corte** en panel de capas, haga clic con el botón derecho y seleccione **Activar una capa**.  
Se activará la capa **Curvas de corte** y se desactivarán las demás.
3. En el panel de Capas, realice los siguientes cambios en las capas:

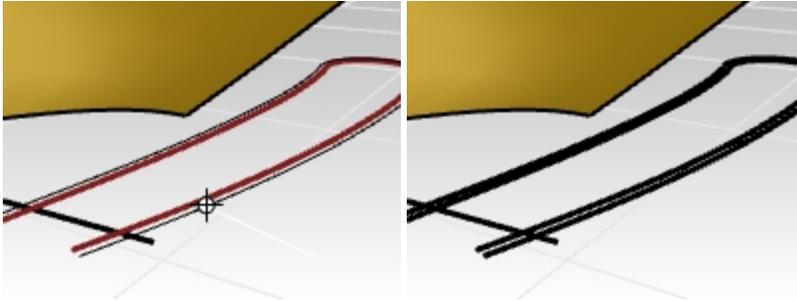
Capa	Estado
Curvas de corte	activada y actual
Todas las demás capas	activadas
Filtro de aire terminado	desactivada

### Proyectar y extender las curvas

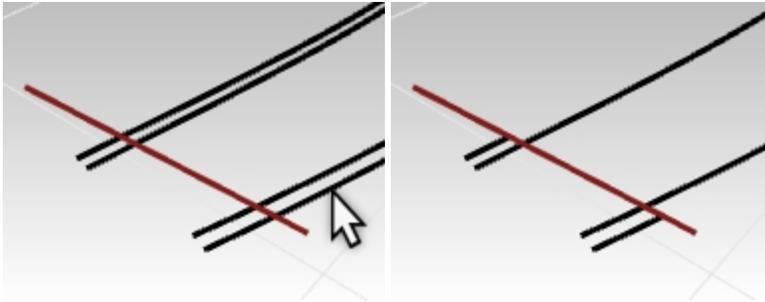
A continuación, configuraremos algunas curvas de referencia en la superficie. La parte inferior del filtro de aire la haremos un poco más grande y, posteriormente, la recortaremos para lograr el tamaño y la forma adecuados. Esto nos permite hacer las superficies muy simples y rectangulares sin tener que preocuparnos demasiado por la forma exacta de los bordes.

1. En la vista **Superior**, seleccione la curva exterior. La capa Curvas de corte debería estar activada y definida como actual.
2. Haga clic en el menú **Curva**, en Desfasar y luego en Desfasar curva.

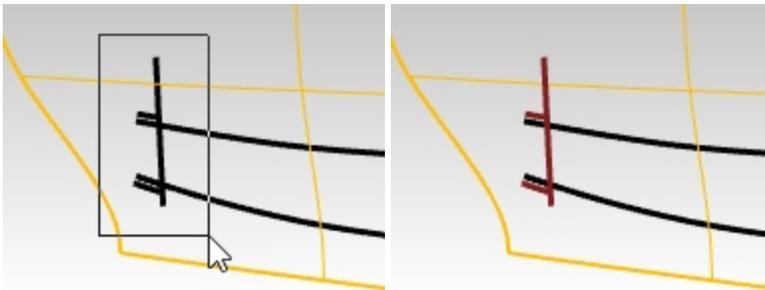
3. Cambie la Distancia a 5 y desfase la curva hacia el exterior.



4. Utilice la línea para recortar la parte de bucle del desfase y deje solo dos curvas cortas junto a la línea.



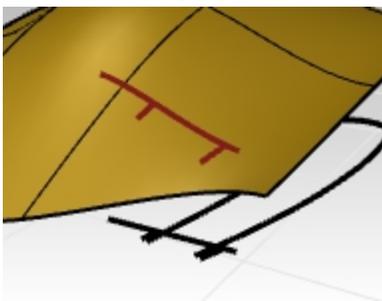
5. Seleccione solamente la línea y las curvas recortadas.



6. Ejecute el comando **Proyectar** (Menú: Curva > Curva desde objetos > Proyectar).

7. **Seleccione** la superficie y pulse **Intro**.

Las curvas se proyectarán en la superficie.



Las curvas proyectadas nos ayudarán a configurar las curvas que definen la parte inferior del filtro de aire.

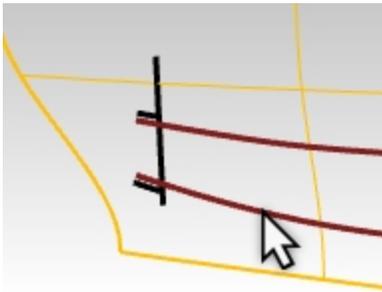
### Crear las paredes laterales

Para crear las paredes laterales del filtro de aire, puede extruir la forma hacia abajo a partir de la superficie, pero primero tendremos que tener la curva de forma encima de la superficie. Utilizaremos el comando **Proyectar** como hicimos con las curvas en el paso anterior.

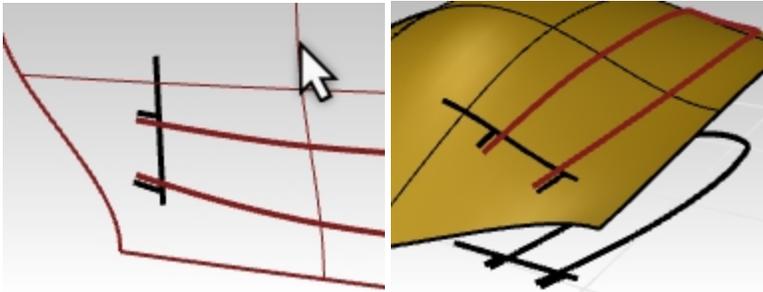
Tenga en cuenta que el comando **Proyectar** utiliza la configuración de tolerancia. (Para obtener más información sobre las tolerancias, consulte esta [página](#).)

Las curvas proyectadas son generalmente más complejas que las originales. Es mejor mantener la curva lo más simple posible. Para lograrlo, utilizaremos la opción **Suelta** del comando **Proyectar**.

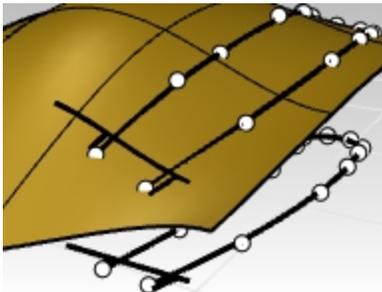
1. En la vista **Superior**, seleccione curva de forma 2D del filtro de aire.



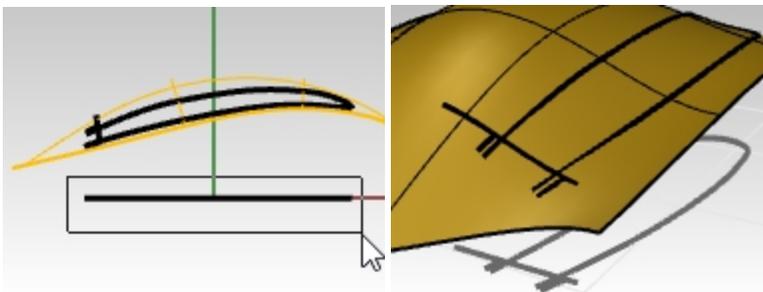
2. Ejecute el comando **Proyectar** (*Menú: Curva > Curva desde objetos > Proyectar*).
3. Antes de hacer clic en la superficie como destino, defina la opción de la línea de comandos a **Suelta=Sí**.
4. A continuación, seleccione la superficie de destino y haga clic en **Intro** para finalizar el comando.



Si activa los puntos de control de esta curva proyectada, verá que tiene la misma estructura de puntos de control que la curva 2D original. Observe que al utilizar la opción **Suelta** se genera una curva que no está necesariamente dentro de la tolerancia de la superficie de destino. En muchos casos, como en este, estará bastante cerca y será más simple y limpia, lo cual es positivo cuando se utiliza la curva como entrada en una superficie.



5. Bloquee las curvas originales en el plano de construcción Superior para que estén disponibles para referencia visual y no se seleccionen por error. Esto se realizará más fácilmente en la vista **Frontal** con una selección por ventana.



### Hacer las curvas de la parte inferior del filtro de aire

A continuación, crearemos una superficie para la parte inferior del filtro de aire.

El filtro de aire tiene un extremo redondeado, pero crearemos una superficie rectangular y la recortaremos para que el extremo también sea redondo.

Este método permite crear una superficie más ligera y mejor controlada que si se intenta lograr unos bordes exactos al construir la superficie.

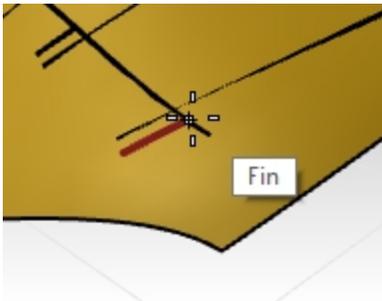
En primer lugar, haremos una curva con el menor número posible de puntos que mejor represente la forma de la pieza que será la parte inferior del filtro de aire.

Al hacer la curva, intente observarla desde varias vistas mientras trabaja.

Utilice el comando **Curva** y defina la opción de la línea de comandos **Grado=5**. Utilice un máximo de seis puntos para obtener una curva muy suave.

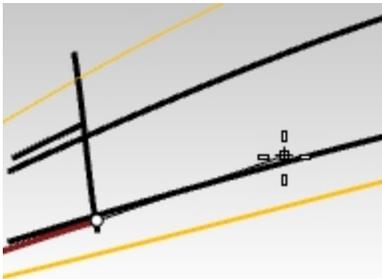
Compruebe también la curva con el gráfico de curvatura para obtener una curva muy lisa.

1. Abra **Filtro de aire 001.3dm** si es necesario. De lo contrario, siga trabajando con el modelo del filtro de aire de la sección anterior.
2. En la **Barras de estado**, active el modo **Planar**.  
Así la curva se mantendrá en un solo plano por ahora.
3. Con la vista **Frontal** activa, en el menú **Curva**, haga clic en **Forma libre** y **Puntos de control**.
4. En la línea de comandos, defina las opciones del comando **Curva** en **Grado=5**.
5. Restrinja el cursor al final de una de las cortas curvas proyectadas en cualquier vista conveniente.

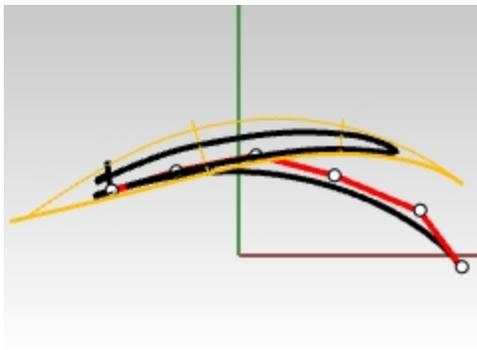


6. Defina el segundo punto aproximadamente en la dirección tangente a la curva proyectada corta con la que comenzó.

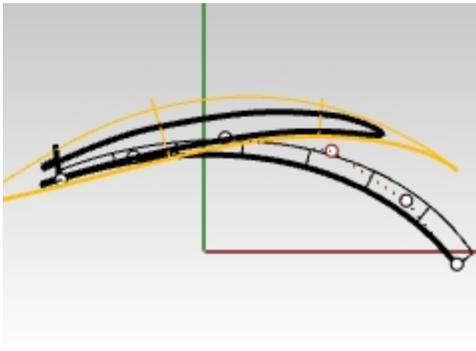
**Nota:** no es necesario obtener posiciones de punto perfectas la primera vez. Pronto controlará la edición de puntos de las curvas para obtener la forma exacta.



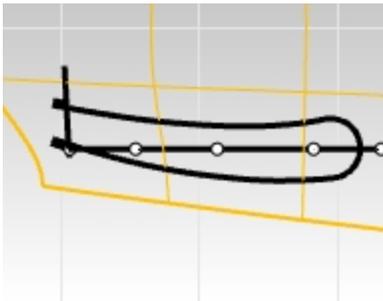
7. Cambie a la vista **Frontal** para continuar dibujando. Luego coloque los siguientes cuatro puntos en una disposición uniformemente espaciada.



8. Ajuste los puntos de control según sea necesario utilizando el comando **GráficoDeCurvatura** para hacer una curva progresiva y suave. Queremos que la curvatura aumente suavemente a medida que la curva vaya hacia abajo.

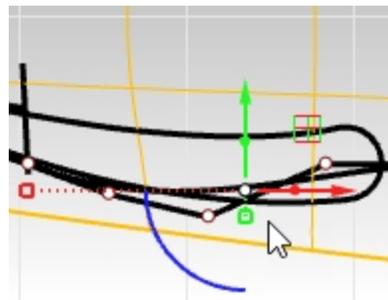


9. Ajuste la curva con la edición de puntos para obtener la forma correcta en la vista **Superior**. Asegúrese de mover los puntos solo en la dirección Y (el modo Orto le servirá de ayuda), de manera que la forma de la vista **Frontal** no se altere.

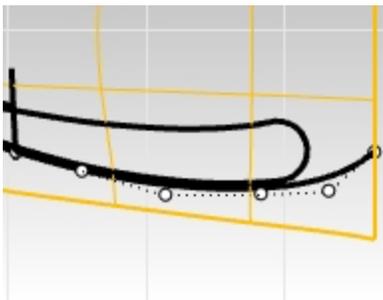


Nota: es recomendable utilizar el **Gumball** en lugar de arrastrar para mover el punto. Asegúrese de que el Gumball está alineado al PlanoC o al plano universal (menú contextual del **Gumball**).

10. En la vista **Superior**, seleccione los tres últimos puntos de la curva. Deslícelos con la flecha verde del **Gumball**, en la dirección Y. Así nos aseguramos de que la forma como se ve en la vista Frontal no cambia.



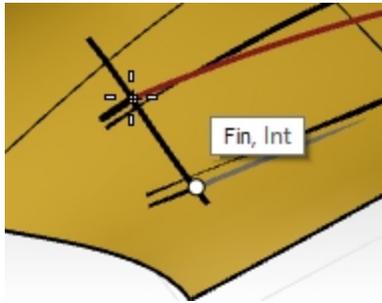
11. Haga la curva más o menos paralela a la curva de forma del filtro de aire en la vista **Superior**. Edite los puntos de control hasta que la curva se aproxime al máximo a las curvas originales y se extienda poco después del extremo redondeado.



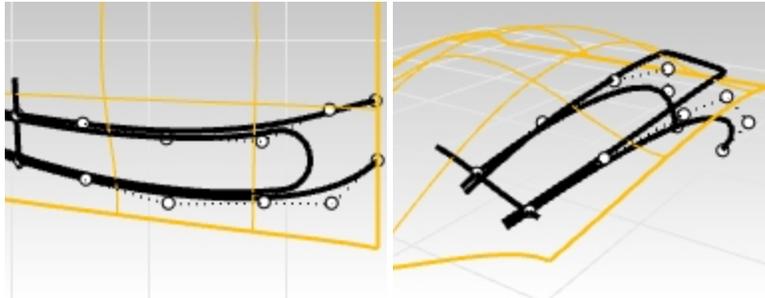
12. Cuando la curva se vea bien, cópiela sobre el extremo de la otra curva corta proyectada. Necesitará un poco de edición pero será un buen punto de inicio para la segunda curva.

## Copiar la curva

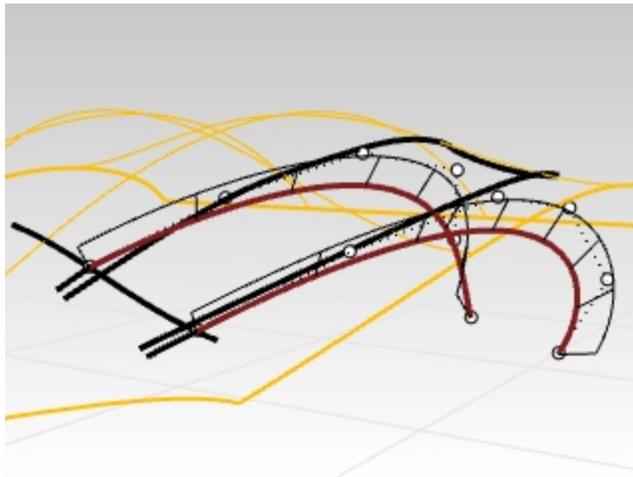
1. **Copie** la curva en el otro borde.



2. Ajuste la curva con la edición de puntos para obtener la forma correcta en la vista **Superior**.



3. Utilice la edición de puntos y los comandos **Igualar**, **GráficoDeCurvatura** y **TangenciaFinal** para trabajar esta curva igual que antes para obtener una curva proyectada limpia y continua, que tenga la misma curvatura que la

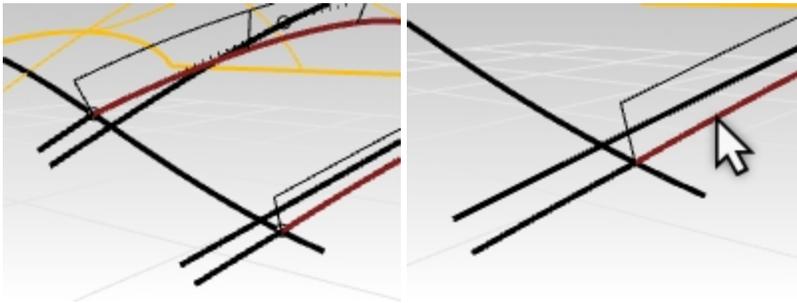


primera curva.

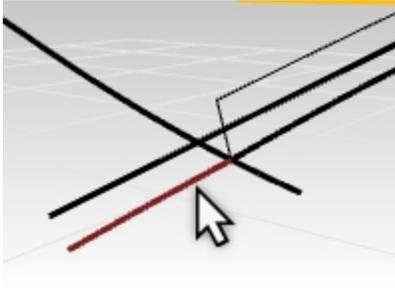
## Reparar la continuidad

Para reparar la continuidad, primero nos aseguraremos de que la curvatura de la nueva curva coincida con la de la pequeña curva proyectada que utilizó como punto de partida. Este es el motivo por el que proyectamos esa curva sobre la superficie. Igualaremos la curvatura de la nueva curva con la de la curva proyectada que se encuentra en la superficie. Así nos aseguraremos de que la nueva curva esté bien alineada y coincida con la superficie. De este modo, se configurará la superficie de la parte inferior para poder editarla e igualarla con la superficie principal.

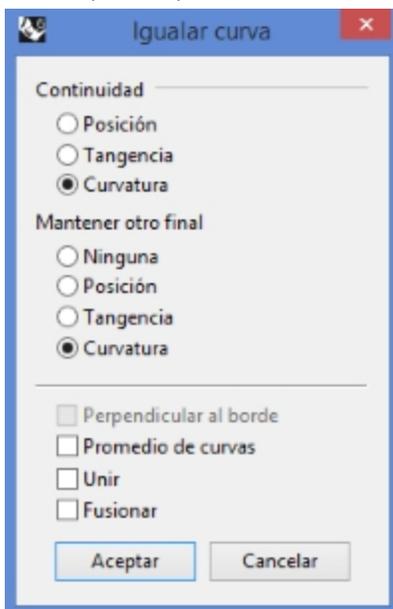
1. Ejecute el comando **Igualar** (*Menú: Curva > Herramientas de edición de curvas > Igualar*). Seleccione la curva que acaba de editar.



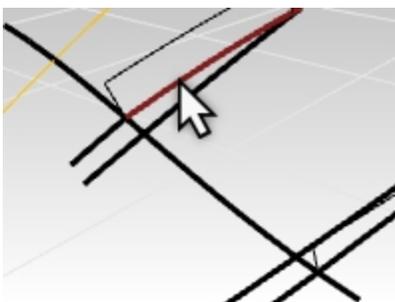
2. A continuación, designe la curva recortada para igualar la continuidad de **Curvatura**.



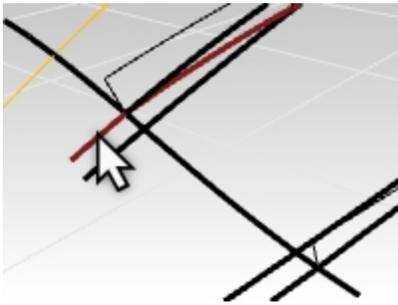
3. En cuadro de diálogo **Igualar**:  
 Defina **Continuidad** en **Curvatura**  
**Mantener otro final** no tiene relevancia en este caso, pero se puede definir en **Curvatura**.  
 No marque las opciones **Promedio**, **Unir** ni **Fusionar**.



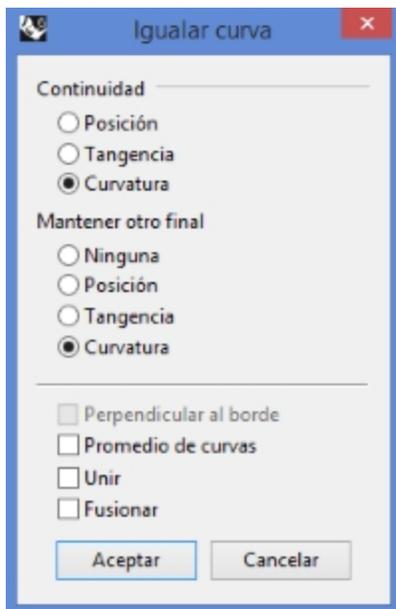
4. A continuación, utilice de nuevo el comando **Igualar** para ajustar la continuidad de la curva copiada. Seleccione la curva que acaba de copiar y editar.



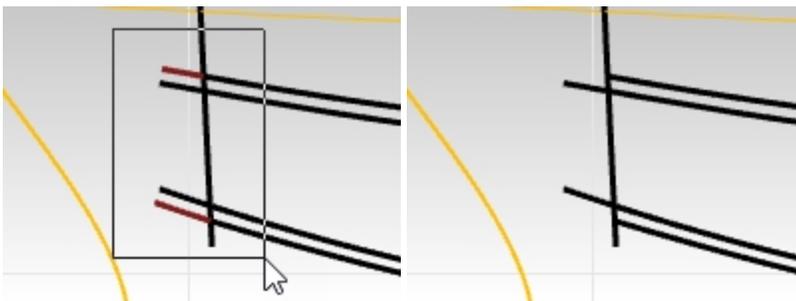
5. Ahora designe la curva recortada que copió anteriormente.



6. En cuadro de diálogo **Igualar**:
- Defina **Continuidad** en **Curvatura**
- Mantener otro final** no tiene relevancia en este caso, pero se puede definir en **Curvatura**.
- No marque las opciones **Promedio**, **Unir** ni **Fusionar**.



7. Puede que necesite usar el comando **TangenciaFinal** y editar más puntos.
- Realice los retoques finales que necesite en la curva. Puede que la operación anterior de Igualar haya alterado la aceleración de la curvatura.
- Tenga en cuenta que editar los últimos tres puntos de la curva está bien, pero el final que igualamos anteriormente no servirá si el objetivo es mantener la igualdad de curvatura. Para editar estos puntos, utilice el comando **TangenciaFinal**, que restringe el movimiento de los puntos para que la curvatura del final no cambie. Intente obtener puntos de control uniformemente espaciados en conjunto.
8. Las curvas cortas proyectadas ahora se pueden ocultar o eliminar.
- Si al igualar se deforma demasiado la curva, añada un nodo y vuelva a intentarlo.

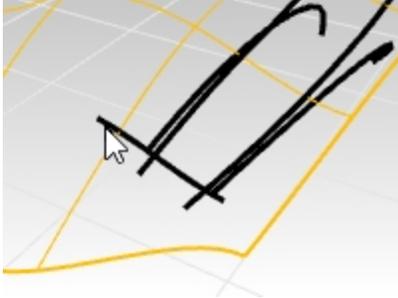


### Realizar un barrido de la superficie inferior del filtro de aire

Ahora que tiene dos curvas bien igualadas que definen la superficie de la parte inferior del filtro de aire, veamos cómo crear la superficie. Podemos utilizar un par de herramientas para superficies: Barrido2 y Transición. Las dos funcionan muy bien, así que les echaremos un vistazo a ambas. En esta sección, utilizaremos el comando Barrido2.

Para utilizar Barrido2 aquí, necesita dos carriles y al menos un perfil transversal o una curva de forma. Por ahora solo tiene dos curvas de carril. Tendremos que obtener una curva de perfil transversal que nos vaya bien. La línea proyectada es un buen comienzo, pero actualmente se extiende más allá de las curvas del carril. Lo arreglaremos con el comando **SubCrv**.

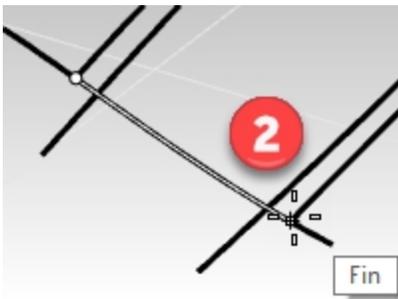
1. En el menú **Curva**, seleccione Herramientas de edición de curvas > Subcurva.
2. Con las opciones del comando definidas en **Copiar=No** y **Modo=Acortar**, seleccionar esta curva.



3. Para Inicio de curva, designe donde la curva exterior se interseca con la curva previamente seleccionada. Designe el punto con la referencia a objetos Int o Fin donde las curvas de carril tocan la línea proyectada para acortar la curva.

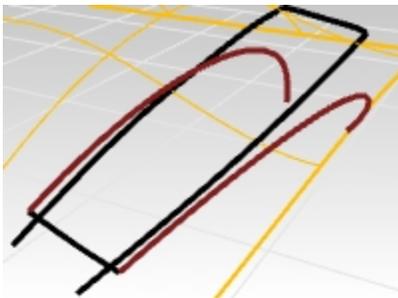


4. Para el punto Final, designe donde la curva exterior del otro lado se interseca con la curva previamente seleccionada. Designe el punto con la referencia a objetos Int o Fin donde las curvas de carril tocan la línea proyectada para acortar la curva.



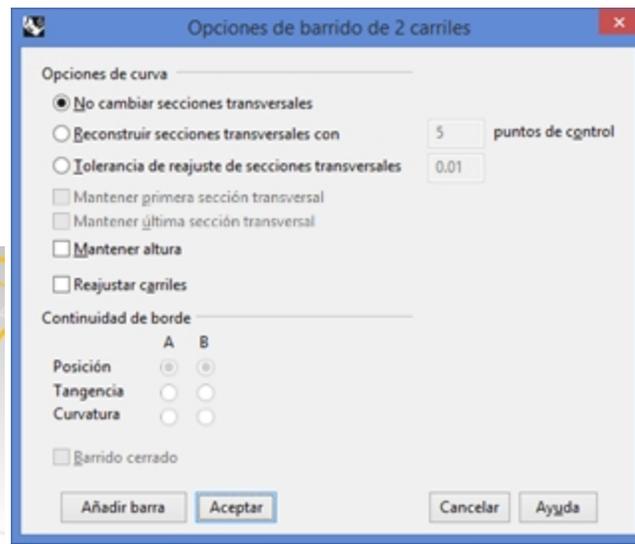
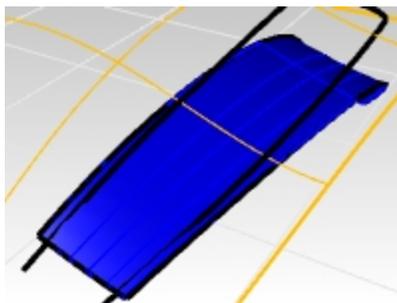
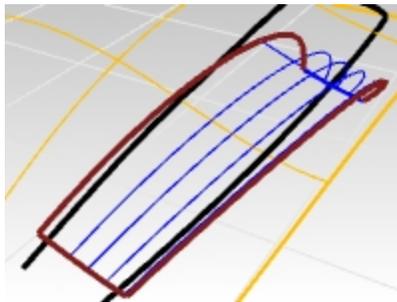
La curva se acorta para incluir solo la parte de la curva entre los dos puntos seleccionados en la curva. Restrinja el cursor a los puntos Int o Fin donde las curvas de carril tocan la línea proyectada para acortar la curva.

5. Seleccione las dos curvas de carril.



6. Ejecute el comando Barrido2. Barrido2 utilizará las dos curvas seleccionadas como carriles.
7. Para el perfil transversal, seleccione la curva que acaba de acortar.

**Nota:** puede agregar una línea entre los extremos inferiores de las curvas del carril e incluirla como curva de sección transversal, forzando a la superficie de barrido a desaparecer en una línea recta en el extremo inferior. Cualquiera de las dos opciones funcionará bien.

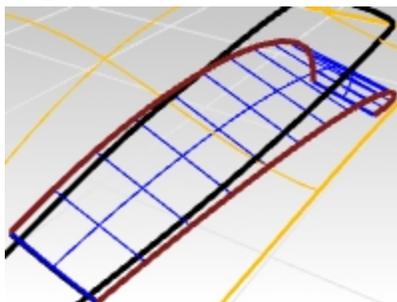


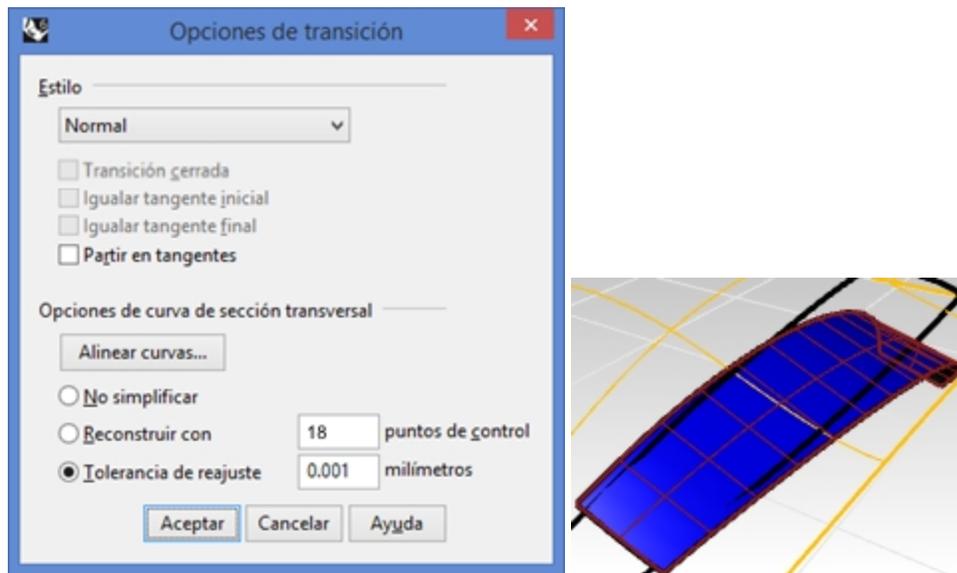
### Crear una superficie de transición

Otra opción es hacer una transición de las dos curvas para crear la superficie. La superficie necesitará ajustes para que coincida con la superficie original. De este modo, podremos explorar algunas opciones del comando **IgualarSup**.

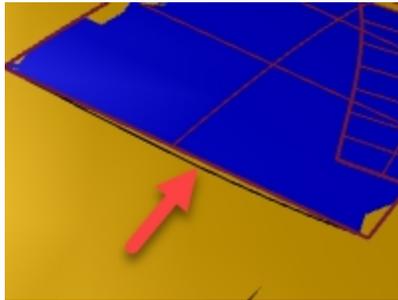
Si bien esta superficie tiene la ventaja de que es muy simple y limpia, ya que no tiene forma de unirse a la superficie más grande por el borde frontal, se trata de una superficie recta, mientras que la superficie más grande es curvada, por lo que no coinciden. Tendremos que solucionarlo.

1. Seleccione las dos curvas y ejecute el comando Transición.
2. Ejecute el comando **Transición** (*Menú: Superficie > Transición*) para crear la superficie entre las dos curvas. Puesto que la superficie de transición es plana, habrá un pequeño agujero en el borde de la superficie original. Asegúrese de que el Estilo de transición está definido como Normal y No simplificar.





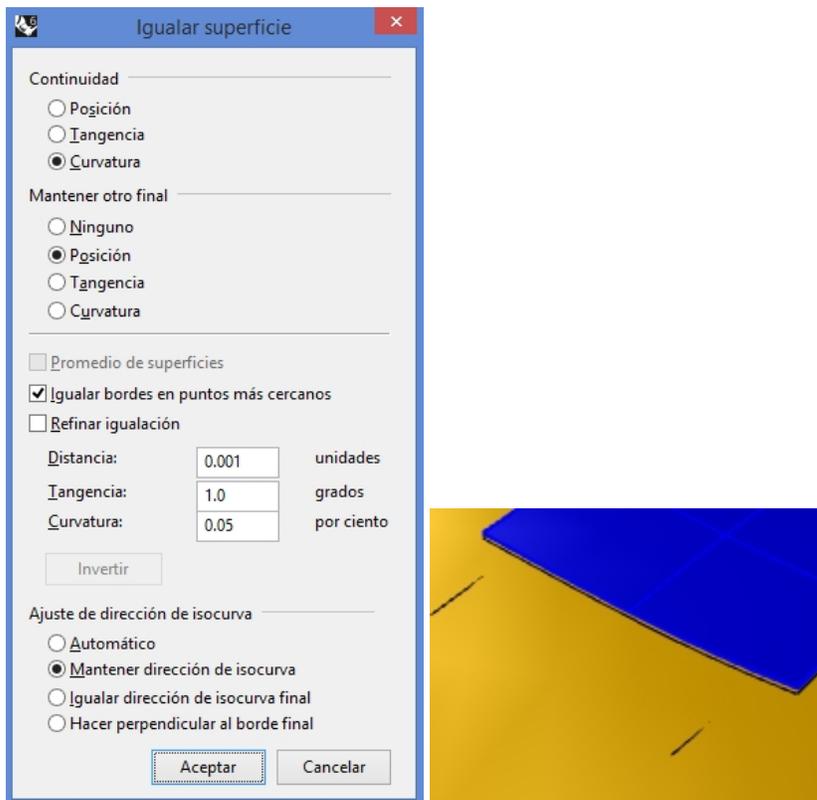
Si bien esta superficie tiene la ventaja de que es muy simple y limpia, ya que no tiene forma de unirse a la superficie más grande por el borde frontal, se trata de una superficie recta, mientras que la superficie más grande es curvada, por lo que no coinciden. Lo arreglaremos a continuación.



### IgualarSup

Independientemente de la herramienta de creación de superficies que utilice, debe asegurarse de que la nueva superficie se mezcle perfectamente con la superficie más grande.

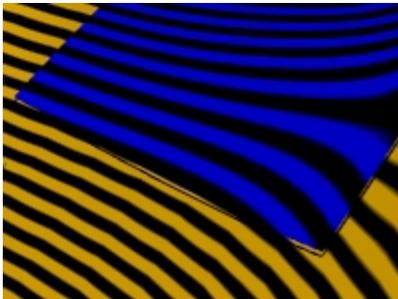
1. Ejecute el comando **IgualarSup** (*Menú: Superficie > Igualar*) para igualar en curvatura la superficie de transición con el borde de la superficie original.
2. Cuando le solicite seleccionar la curva o el borde a igualar, seleccione el línea acortada que define el borde frontal del filtro de aire como borde a modificar.
3. Cuando le solicite seleccionar la curva o el borde a igualar, haga clic en la opción de la línea de comandos **CurvaCercaDeSuperficie** y seleccione **Activar**. Esta opción permite igualar cualquier curva o posición de la superficie de destino, no solo un borde de esa superficie.
4. Pulse **Intro** y se le solicitará seleccionar la superficie de destino. Seleccione la superficie original más grande. El borde del filtro de aire se tirará hacia abajo hasta la superficie de destino a lo largo de la curva seleccionada. Vista previa de la superficie de igualación.  
Observará que la superficie igualada se mueve bastante hacia atrás para quedar perpendicular al borde de destino. Lo solucionaremos en el siguiente paso.
5. Queremos igualar la curvatura con los puntos más cercanos y mantener la dirección de isocurva de la superficie. En el cuadro de diálogo IgualarSup, cambie el **Ajuste de dirección de isocurva** de **Automático** a **Mantener dirección de isocurva**.  
La superficie ahora debería coincidir con mucha menos distorsión.



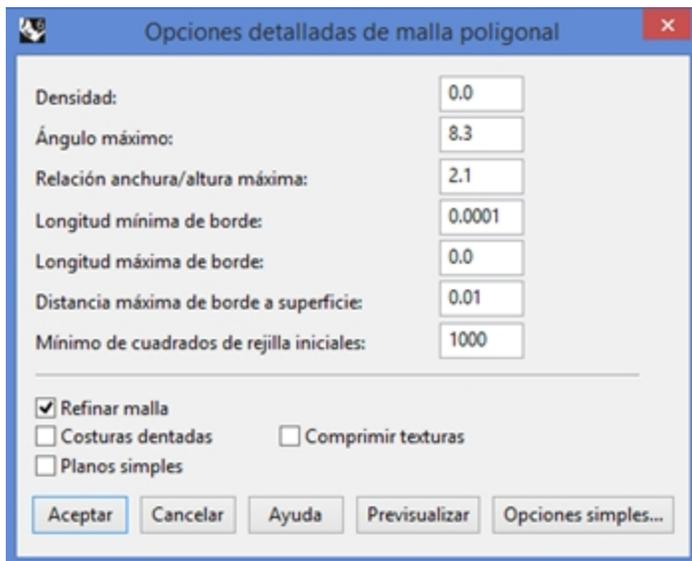
### Compruebe la continuidad

Para ver si el comando **IgualarSup** funcionó, utilice el comando análisis de **Cebra** para comprobar visualmente la continuidad de las dos superficies. Debido a que las superficies se superponen en el medio de la superficie objetivo, deberá configurar la malla de análisis de la visualización de Cebra con mucha precisión para minimizar la interferencia entre la visualización de las dos superficies donde se unen.

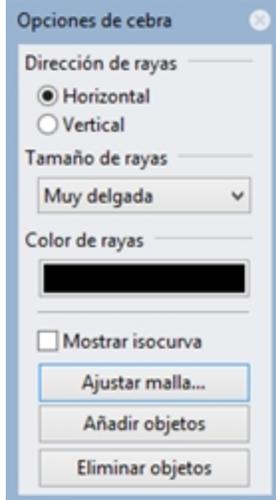
1. Seleccione la superficie grande y la superficie de la parte inferior del filtro de aire.
2. Ejecute el comando **Cebra** (*Menú: Análisis > Superficie > Cebra*) para comprobar la continuidad de las dos superficies.



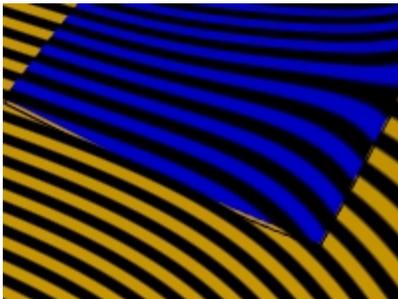
3. Cuando la visualización cambie y muestre las rayas de cebra, haga clic en el botón **Ajustar malla** del cuadro de diálogo **Cebra**. Se aumentará la densidad de la malla de análisis.
4. Defina la **Distancia máxima de borde a superficie** en **.01** y el **Mínimo de cuadrados de rejilla iniciales** en **5.000**. Podría aumentarlos hasta 10.000. Haga clic en el botón Previsualizar para ver la nueva malla.



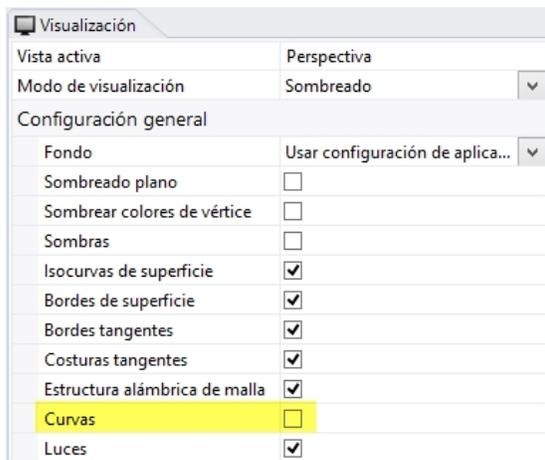
- Defina la Dirección de rayas en **Horizontal** y el **Tamaño de rayas** en **Más delgada** para obtener un buen resultado. Seleccione Aceptar.



- Ahora puede analizar las rayas de cebra con una suavidad adicional en la malla de renderizado.



**Nota:** puede ser útil desactivar temporalmente la **Visualización de curvas** en el panel **Modo de visualización** para ver mejor la visualización de **Cebra** en la posición de la línea proyectada. No se olvide de volver a activar la visualización de las curvas.

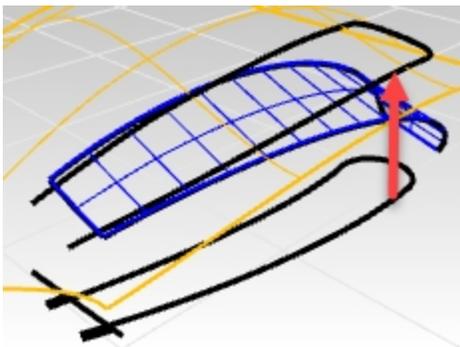


### Crear los lados del filtro de aire

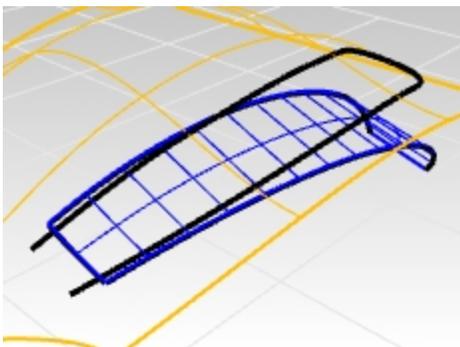
Para crear los lados del filtro de aire, extrairemos hacia abajo la curva que se proyectó en la superficie original al comienzo de este ejercicio. Podemos suponer que el objeto tendrá que extraerse verticalmente de un molde, por lo que es necesario diseñar la superficie con un ángulo de desmoldeo. Utilizaremos 10 grados de desmoldeo y después recortaremos la superficie extruida con la superficie de transición del paso anterior.

#### Extrusión de curva ahusada

1. Abra el archivo **Filtro de aire 003.3dm** si es necesario o siga trabajando con su modelo.
2. Si no encuentra la curva proyectada, utilice el comando **Proyectar** para proyectar la curva exterior del filtro de aire en la superficie original.



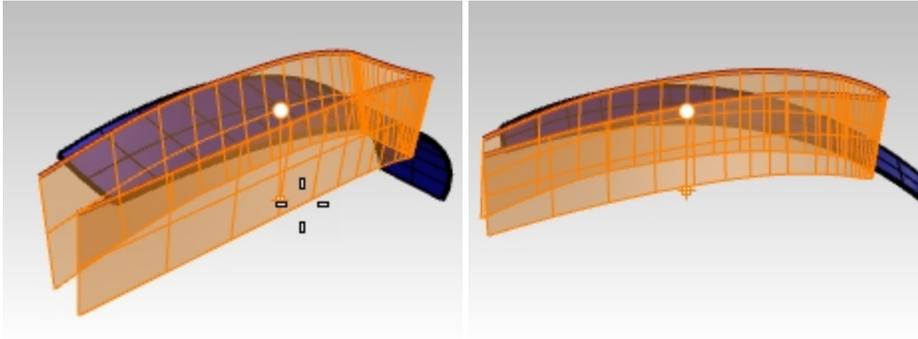
3. Utilice el comando Ocultar para ocultar las curvas en del PlanoC superior.



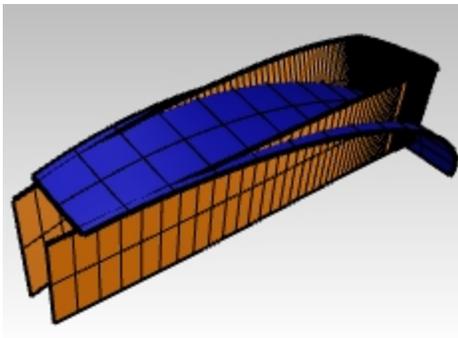
4. En el panel de Capas, active la capa **Superficies laterales**.
5. **Seleccione** la curva proyectada.
6. Utilice el comando **ExtrusiónDeCrvAhusada** (*Menú: Superficie > Extrusión de curva > Ahusada*) para extruir la curva exterior proyectada.
7. Defina la opción **ÁnguloDeDesmoldeo** a **10**.  
Estire la extrusión hacia abajo. Con ángulo de desmoldeo definido en **10**, la extrusión debería ahusar hacia

dentro o estrecharse a medida que se estira hacia abajo. Si se ensancha, utilice la opción **InvertirÁngulo** del comando **ExtrusiónDeCrvAhusada** para cambiar el ahusado de la extrusión.

- Mueva la superficie hasta que se interseque totalmente con la superficie inferior y designe un punto. Si extruye demasiado la superficie, es posible que obtenga una polisuperficie en lugar de una sola superficie. Compruebe que está en el panel de Propiedades. Si es así, intente volver a extruir, pero no demasiado lejos. Si no puede moverla la superficie lo bastante lejos para que penetre en el suelo sin crear una polisuperficie, extrúyala a menos distancia.

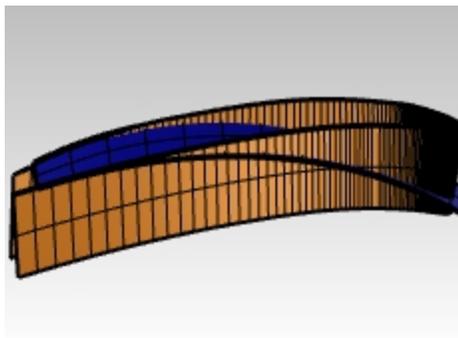


- Si es necesario, utilice el comando **ExtenderSup** (Menú: *Superficie > Extender superficie*) para extenderla a través de la superficie de la parte inferior. La superficie lateral extruida es una superficie muy densa.

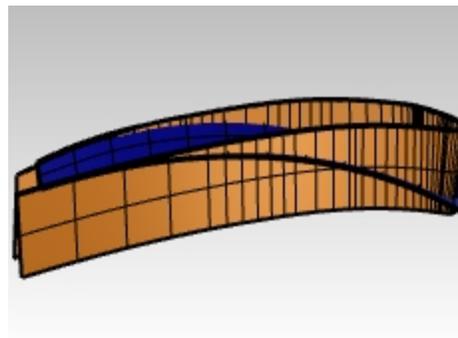


### Reajustar la superficie

- Ejecute el comando **AjustarSup** y seleccione la extrusión ahusada.
- Utilice el comando **AjustarSup** (Menú: *Superficie > Herramientas de edición de superficies > Reajustar a tolerancia*) para simplificar la superficie.
- Defina las opciones de la línea de comandos a una **Tolerancia de ajuste** de **0.001** con **EliminarOriginal=Sí**, **VolverARecortar=Sí**, **GradoU=3** y **GradoV=3**.



Antes



Después

## Superficies de transición

### Crear los empalmes

Primero, crearemos empalmes de radio constante entre los lados del filtro de aire y la superficie inferior que creamos anteriormente y entre los lados y la superficie principal con la que empezamos.

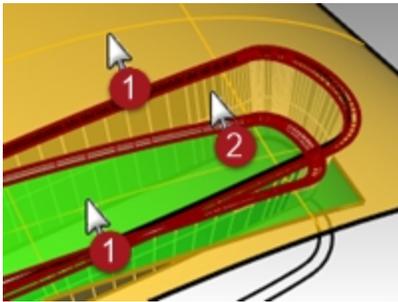
1. **Muestre** la superficie original.
2. En el panel de **Capas**, active la capa **Empalmar**.  
Es útil estar en el modo de visualización Estructura alámbrica mientras se crean y recortan los empalmes.
3. Ejecute el comando **EmpalmarSup** (Menú: *Superficie > Empalmar superficie*) con las opciones **Radio=5**, **Extender=No** y **Recortar=No** para crear los empalmes entre la superficie inferior y los lados.
4. Cuando le solicite **Seleccione la primera superficie a empalmar**, seleccione la superficie inferior.
5. A continuación, **seleccione** la superficie lateral que está encima la superficie inferior.

Repita el proceso para las superficies laterales y la superficie principal inicial. En este caso, la posición de designación en la superficie grande debe estar fuera del filtro de aire en un lado, ya que esto obligará a que el empalme se realice hacia afuera y no hacia adentro. Las superficies de empalme serán muy largas y se entrecruzarán, pero no se preocupe, ya que las recortaremos y arreglaremos para que queden bien.

**Nota: EmpalmarSup** tiene en cuenta dónde se hace clic en las superficies de entrada. Como puede haber hasta cuatro empalmes posibles entre dos superficies, la posición de designación le indica a Rhino dónde deben ir los carriles o los bordes de los empalmes.

Los dos empalmes se cruzarán. Volveremos a recortarlos en sus puntos de intersección.

La posición de designación es importante.



### Recortar las superficies de empalme

Ambas superficies de empalme son tangentes al lado ahusado del filtro de aire. Donde se cruzan los empalmes son tangentes entre sí.

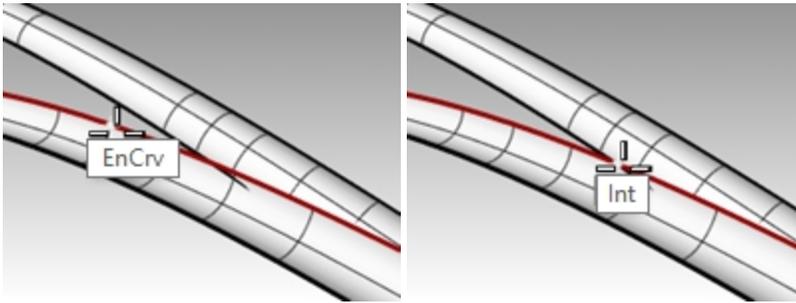
Si recortamos los extremos de los empalmes con un plano, los bordes resultantes recortados serán tangentes. Recortar estas superficies será útil al crear las superficies finales que mezclan los empalmes entre el filtro de aire y las superficies principales.

Para crear el plano, primero cree círculos con la opción **AlrededorDeCurva** alrededor de un borde de las superficies de empalme y cree superficies planas a partir de los círculos.

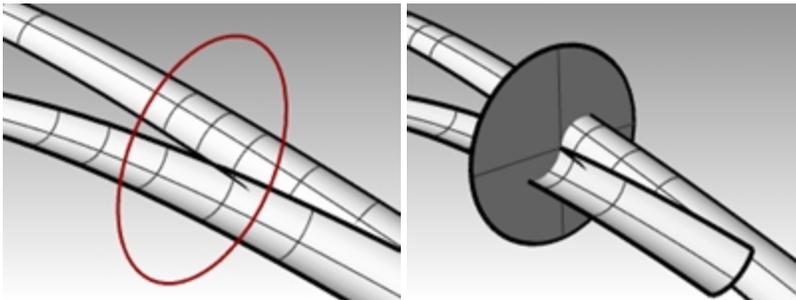
1. Abra el archivo **Filtro de aire 004.3dm** si es necesario.
2. **Seleccione** los empalmes y ejecute el comando **Aislar** de la herramienta de **Visibilidad** para aislarlos.  
Cualquier otro objeto que no esté seleccionado y que no tenga puntos de control y no esté bloqueado, estará oculto.
3. Ejecute el comando **Círculo** y utilice la opción **AlrededorDeCurva**. Active solo la referencia a objetos **Intersección**.

**Nota:** haga clic con el botón derecho en **Intersección** en la barra de RefObj. Todas las demás referencias a objetos se desactivarán y solo se activará la opción en la que hizo clic.

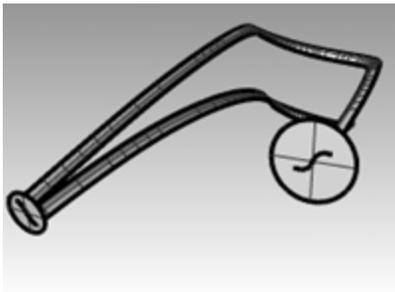
La opción **AlrededorDeCurva** hace que el comando **Círculo** busque curvas, e incluso aristas, alrededor de las que dibujar el círculo.



4. Haga clic en el borde superior de la superficie inferior y restrinja el cursor al punto de intersección.
5. Dibuje el círculo con un diámetro mayor que la anchura de las superficies de empalme.
6. Utilice el comando **SupPlana** (Menú: *Superficie > Curvas planas*) y designe en el círculo para crear una superficie con la curva circular en el punto de intersección.
7. Repita estos pasos para la otra intersección.



8. Utilice el comando **Recortar** para recortar los extremos de ambas superficies de empalme.

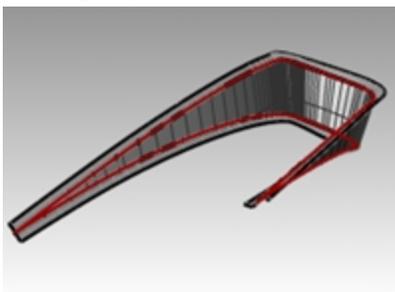


9. Repita este proceso para la "colisión" en el otro lado.
10. Elimine las superficies planas.

### Recortar los lados del filtro de aire

Puede utilizar los empalmes recortados para volver a recortar la superficie lateral del filtro de aire.

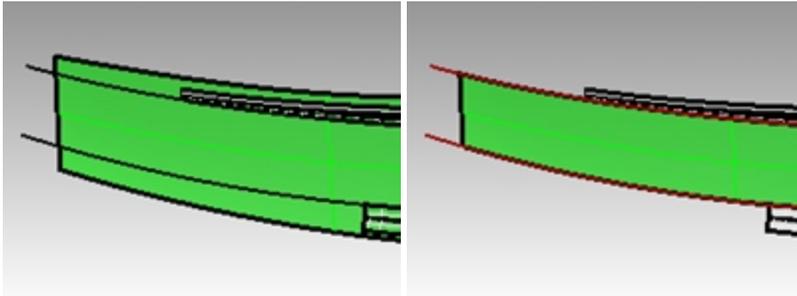
1. Utilice el comando **MostrarSelección** para mostrar la superficie lateral ahusada.
2. Utilice las superficies de empalme como objetos de corte para recortar el exceso de las superficie lateral. A menudo es más rápido recortar con curvas que utilizar superficies, especialmente si las superficies son tangentes al objeto a recortar, como sucede con los empalmes.
3. **Dupliche** los dos bordes que están en contacto con la superficie lateral para utilizar como objetos de corte si tiene algún problema.



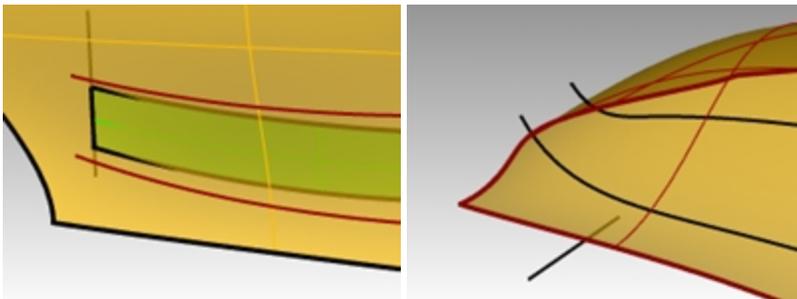
### Recortar la superficie principal y la inferior

La siguiente tarea es extender los bordes de los empalmes para que la superficie principal y la superficie inferior puedan volver a recortarse. El borde interior o inferior del empalme inferior se extenderá más allá del extremo de la superficie inferior y el borde exterior o superior del empalme superior también se extenderá más allá del extremo de la abertura del filtro de aire. Las curvas extendidas se proyectarán sobre las superficies respectivas y se utilizarán para recortarlas.

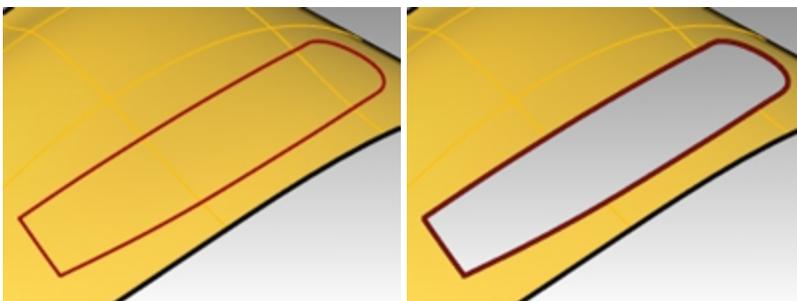
1. Abra el archivo **Filtro de aire 005.3dm** si es necesario.
2. En la vista **Superior**, utilice el comando **Extender** con la opción **Tipo=Suave** para extender ambos extremos inferiores del borde de empalme inferior más allá de la parte frontal de la superficie inferior.
3. Utilice estas curvas, aún en la vista **Superior**, para recortar los bordes exteriores de la superficie inferior.



4. Utilice el comando **Extender** para extender los bordes exteriores del empalme superior más allá del extremo de la superficie del suelo. Observe que en la vista **Perspectiva** estas curvas extendidas están más allá de los extremos exteriores.
5. Aplique el comando **MostrarSelección** en la superficie principal si está oculta.
6. **Proyecte** las curvas en la superficie principal de la vista **Superior**.



7. Ejecute el comando **MostrarSelección** o active la capa de las curvas originales y **Proyecte** el segmento de línea en la superficie principal.
8. **Recorte** las curvas proyectadas una con otra para que formen un bucle cerrado.
9. Utilice las curvas cerradas para **Recortar** un agujero en la superficie principal.



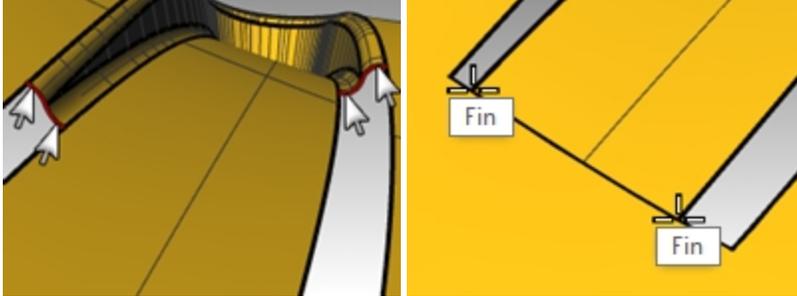
### Defina las curvas para crear las superficies

Ahora ya estamos casi listos para crear las superficies. Como puede ver, la superficie tiene agujeros rectangulares. Sólo tenemos que organizar las curvas y los bordes que rodean los agujeros para utilizarlos al crear un **Barrido por 2 carriles** o una **Superficie desde una red de curvas**.

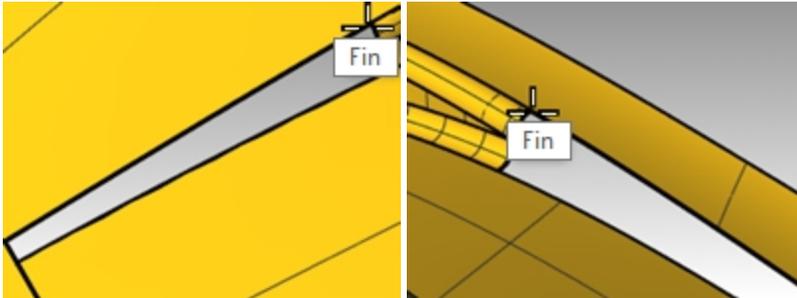
Puesto que un extremo de cada rectángulo abierto está limitado por los dos bordes de empalme tangentes, necesitamos crear una curva para utilizar como entrada. Duplicaremos los cuatro bordes y los uniremos formando dos curvas en forma de s. El otro final de cada rectángulo está delimitado por una parte del final del agujero en la superficie principal.

Parta ese borde largo en segmentos que se correspondan exactamente con los finales de las aberturas rectangulares.

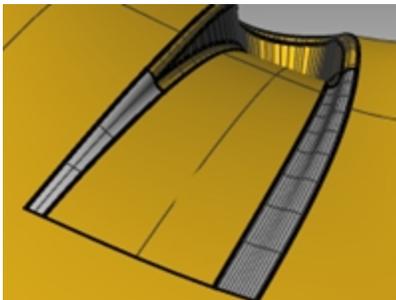
1. Abra el archivo **Filtro de aire 006.3dm** si es necesario.
2. Utilice **DupArista** para crear curvas en los bordes recortados de los empalmes.
3. **Una** estos cuatro bordes formando dos curvas.
4. Utilice el comando **PartirBorde** (Menú: *Análisis > Herramientas para bordes > Partir borde*) y la referencia a objetos **Fin** para partir el borde recto del agujero recortado de la superficie principal en los puntos finales del borde de la superficie inferior.



5. Utilice el comando **PartirBorde** para partir los bordes largos en los puntos finales de los bordes de empalme. De este modo, el comando **SupDesdeRed** encontrará una solución más rápidamente.

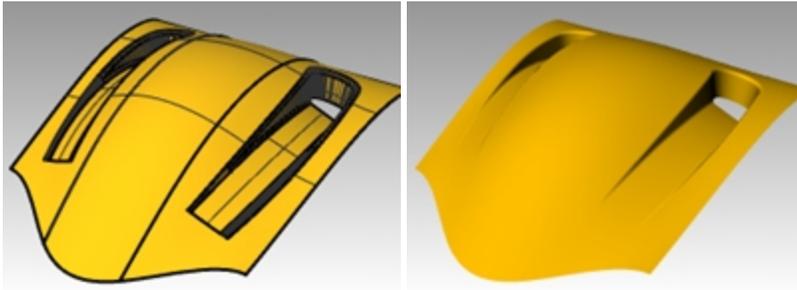


6. Utilice el comando **Barrido2** con la opción **Continuidad de carril=Tangencia** o el comando **SupDesdeRed** para crear las dos últimas superficies. Las superficies empiezan con las curvas en forma de S que duplicó y terminan con una línea plana en los bordes de partición.



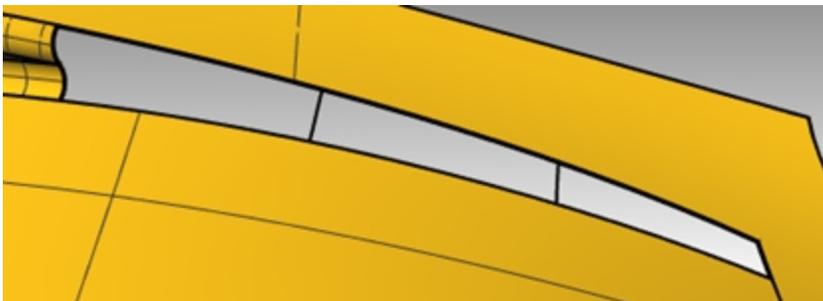
## Terminar las superficies

1. Abra el archivo **Filtro de aire 006.3dm** si es necesario.
2. **Una** las superficies del filtro de aire y luego haga un agujero en la parte inferior.
3. Ejecute los comandos **Simetría** y **Recortar** para obtener el otro filtro de aire.

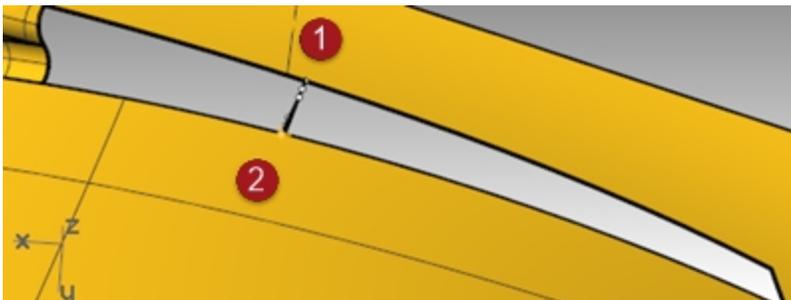


## Curvas de sección transversal adicionales

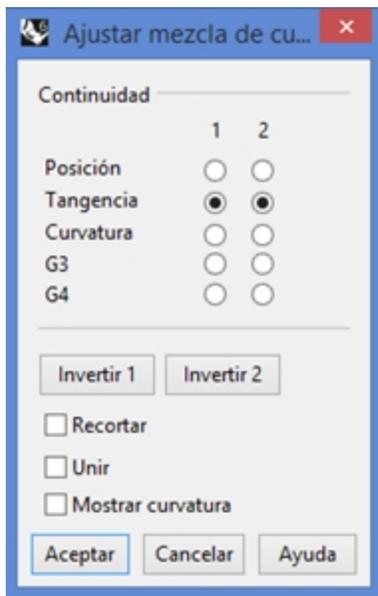
1. Abra el archivo **Filtro de aire 007.3dm** si es necesario.
2. Utilice los comandos **Barrido2** o **SupDesdeRed** para cerrar los agujeros.  
Si se añaden curvas de sección transversal adicionales, será más fácil rellenar el agujero más grande.  
Para añadir secciones transversales, utilice el comando **Mezclar** para crear curvas tangentes aproximadamente un tercio y dos tercios de la distancia a lo largo de los bordes de la abertura. Utilice estas curvas como entrada adicional para una superficie de red.



3. Ejecute el comando **MezclarCrv** (*Menú: Curva > Mezclar curvas > Mezcla de curvas ajustable*).
4. En la línea de comandos, seleccione la opción **Aristas**.  
Seleccione **Continuidad=Tangencia**.
5. Para **Seleccionar el borde de superficie a mezclar**, haga clic en aproximadamente un tercio de la distancia hasta uno de los bordes largos de la abertura rectangular.

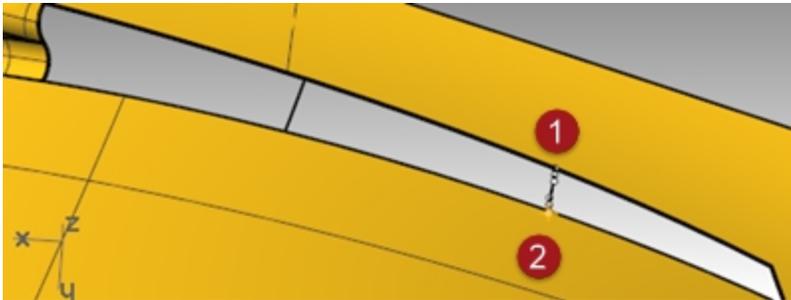


6. Para el otro **Seleccionar el borde de superficie a mezclar**, haga clic en el borde opuesto al primero.  
La curva de mezcla se colocará a través de la abertura y se abrirá un cuadro de diálogo.
7. En el cuadro de diálogo **Ajustar mezcla de curvas**, defina **Continuidad=Tangencia** para ambos extremos.

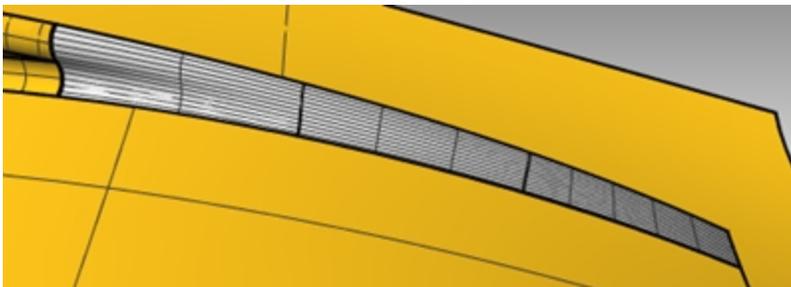


8. Cree una segunda curva del mismo modo más o menos a dos tercios de distancia a lo largo de los mismos bordes.

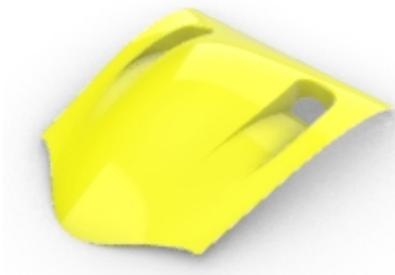
**Nota:** si **MezclarCrv** se utiliza con el **Historial** activado, la curva se puede ajustar más adelante utilizando la opción **Editar** de la línea de comandos en **CrvDeMezcla**.



9. Utilice el comando **SupDesdeRed** para crear la superficie. No olvide incluir las nuevas curvas en la selección.



10. Una todas las superficies para crear una polisuperficie. Asigne un material y renderice.





# Capítulo 10 - Aplicar gráficos 2D

En ocasiones tendrá que utilizar un diseño de un gráfico 2D e incluirlo como parte de un modelo de Rhino.

En los dos siguientes ejercicios, moveremos y posicionaremos el gráfico en el modelo.

En este ejercicio crearemos un plano de construcción personalizado, importaremos un archivo de Illustrator y colocaremos un logotipo en algunas superficies.

## Ejercicio 10-1 Importar un archivo de Adobe Illustrator

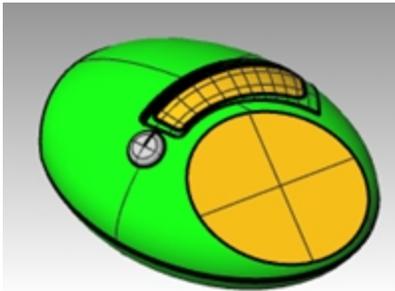
### Abrir y configurar el modelo

1. Abra el modelo **Filtro de aire.3dm**.
2. En **Opciones de Rhino, Ayudas de modelado**, defina los **Planos de construcción** como **Planos de construcción estándar**.

Las siguientes técnicas no funcionarán si los planos de construcción están definidos para usar planos de construcción universales.

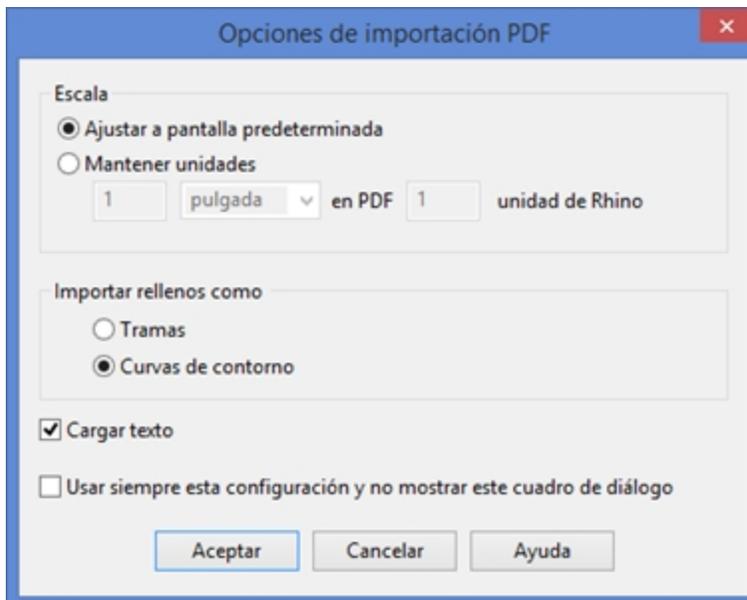
### Importar un archivo

1. Ejecute el comando **Importar** (*Menú: Archivo > Importar*).
2. Cambie el **Tipo de archivos** a **Adobe Illustrator (\*.ai)** y seleccione el archivo **AirOne\_Logo.ai** para importar.



3. En el cuadro de diálogo **Opciones de importación AI**, seleccione la opción "Ajustar a pantalla predeterminada" y haga clic en **Aceptar**.

Las curvas del logotipo aparecen en el origen del plano de construcción **Superior**, están seleccionadas y activadas en la capa **Predeterminada**.



4. Mientras la geometría importada siga seleccionada, utilice el comando **Agrupar** para agrupar las diferentes curvas.

De este modo será más fácil seleccionar todas las curvas sin dejar ninguna en los siguientes pasos de transformación.

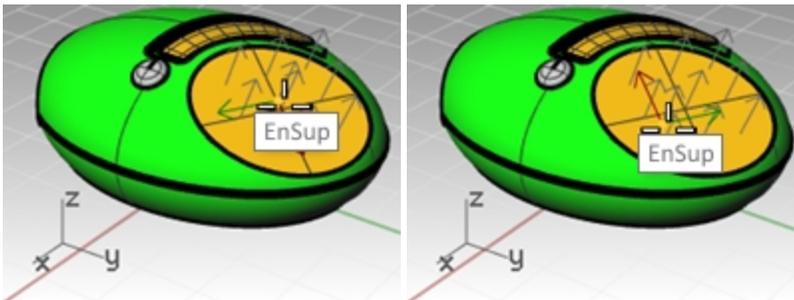
5. Ejecute el comando **Capa**.
6. Desactive la capa **Logo** en el panel de **Capas**.
7. **Haga clic con el botón derecho** en la capa **Logo** y luego haga clic en **Copiar objetos en capa** para crear una copia del logotipo en la capa **Logo**.  
Utilizaremos esta copia más adelante para otra parte del ejercicio.
8. Desactive todas las capas excepto las capas **Predeterminada, Cuerpo** y **Superficie superior**.



### Crear un plano de construcción personalizado

Necesitamos definir un plano de construcción en la superficie plana. El comando **PlanoC** nos permitirá hacerlo, pero las direcciones X e Y del nuevo plano de construcción personalizado se mapearán en las direcciones U y V de la superficie de destino respectivamente. El comando **Dir** indicará la orientación de las direcciones U y V en la superficie, y le permitirá cambiar las direcciones.

1. Defina el modo de visualización de la vista **Perspectiva** al modo Alámbrico.
2. **Selecione** la superficie con forma de disco plano y, en el menú **Análisis**, seleccione **Dirección**.  
Se mostrará la dirección normal de la superficie y las direcciones U/V. Es importante conocer las direcciones U y V de la superficie.



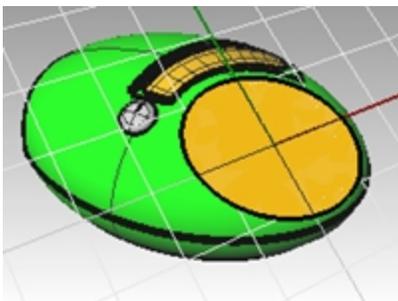
Las flechas blancas indican las normales de la superficie. Aparecerá un cursor con una flecha roja y verde cuando se mueva sobre la superficie seleccionada.

La flecha roja indica la dirección U y la verde indica la dirección V.

3. En la línea de comandos, observe las opciones para cambiar las direcciones de la superficie. Haga clic en dichas opciones para cambiar las direcciones de la superficie. El cursor y las normales de la superficie se actualizarán adecuadamente.

Cuando todos los cambios estén realizados, pulse **Intro** para aceptar.

El objetivo es tener las direcciones U y V como en esta imagen.



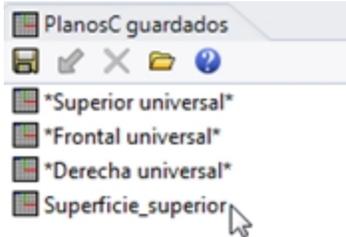
De este modo, el nuevo plano de construcción se mapeará en la superficie tal y como se indicó y la geometría se mapeará en el plano de construcción de forma previsible.

4. En la vista **Perspectiva**, utilice el comando **PlanoC** con la opción **Objeto** (Menú: **Vista > Definir PlanoC > En**

objeto) (o clic con el botón derecho en el título de la vista: **Definir PlanoC > En objeto**) para establecer el PlanoC en la superficie.

Los ejes X e Y son paralelos a las direcciones U y V de la superficie como lo estableció en el paso anterior.

5. En el panel **PlanosC guardados**, guarde el nuevo plano de construcción como **Superficie\_superior**, así le resultará más fácil recuperarlo posteriormente.



### Mapear las curvas del logotipo en el nuevo plano de construcción

El comando que emplearemos para desplazar el logotipo a la superficie en forma de disco plano utiliza la posición del objeto respecto a un plano de construcción.

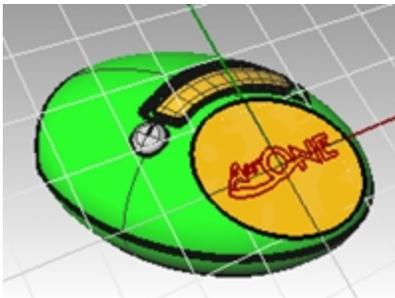
1. Active la vista **Superior**. Defina el modo de visualización de la vista **Superior** al modo **Alámbrico**.
2. Seleccione las curvas en la vista **Superior**.
3. En la **barra de estado**, haga clic en **Grabar historial**.
4. Seleccione las curvas del logotipo
5. En el menú **Transformar**, haga clic en **Orientar** y luego en **Remapear en PlanoC**.

Se ejecutará el comando **RemapearPlanoC**.

El comando **RemapearPlanoC** depende de los planos de construcción activos en cada fase, así que es importante designar en las vistas correctas.

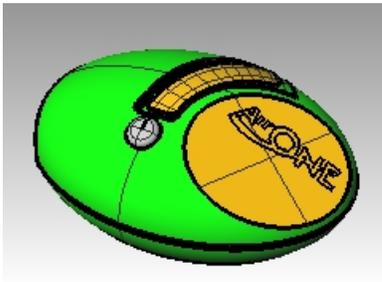


6. Haga clic en la vista **Perspectiva** con el **PlanoC** personalizado. Podría utilizar la opción **Copiar=Sí** en este comando para volver a mapear una copia en lugar del original. El logotipo está situado en la misma posición relativa en el plano de construcción personalizado al igual que estaba en la ventana activa.



7. Con el Gumball, **rote**, **mueva** o **escale** el logotipo original y colóquelo a una nueva posición. Al utilizar el **Historial**, los cambios en las curvas originales (o ascendientes) actualizarán las curvas copiadas (o descendientes) que se remapearon en el PlanoC personalizado en la vista **Perspectiva**.

Para obtener una vista más precisa de la superficie y las curvas en relación con un PlanoC personalizado, utilice el comando **Planta** en la vista **Perspectiva**. La vista se establecerá en una proyección paralela en dirección recta al PlanoC.



### Extruir el logotipo

Ahora extruiremos el logotipo para crear una polisuperficie.

1. Active la vista **Perspectiva**.
2. Seleccione las curvas del logotipo remapeadas.
3. En el menú **Sólido**, haga clic en **Extrusión de curva plana** y en **Recta**.
4. En el comando **ExtrusiónDeCrv**, haga clic para definir la opción **AmbosLados=sí**.
5. Escriba **1 mm** y pulse **Intro** para definir la altura de extrusión. **Pulse Intro** para aceptar y realizar la extrusión.



El texto es ahora una polisuperficie cerrada. Sin embargo, en esta extrusión no hay un ángulo de desmoldeo que ayude en la extracción del molde. A continuación, ejecute el comando **Deshacer** y vuelva a extruir con la opción de ángulo de desmoldeo.

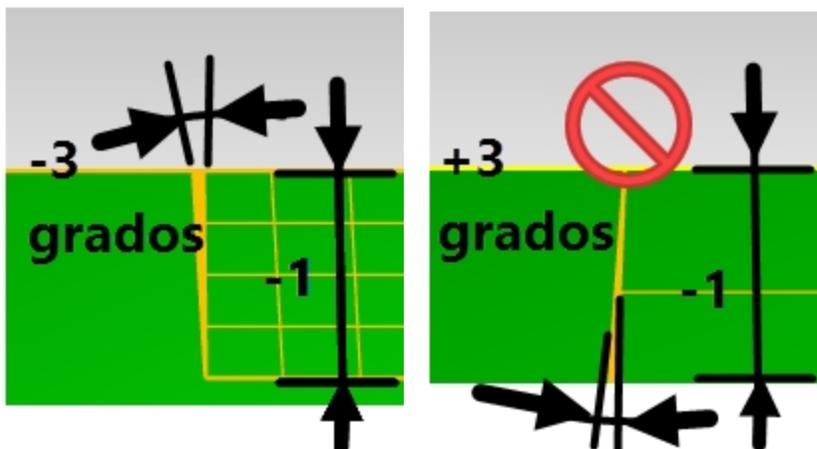
6. En el menú **Edición**, haga clic en **Deshacer**.

### Extruir el logotipo con la opción Ahusada

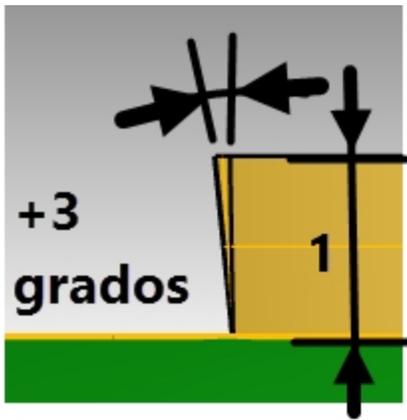
En esta extrusión, extruiremos el logotipo con la opción Ahusada y luego aplicaremos una diferencia en la superficie superior.

1. Active la vista **Perspectiva**.
2. En el menú **Sólido**, haga clic en **Extrusión de curva plana** y **Ahusada**.
3. En el comando **ExtrusiónDeCrvAhusada**, haga clic para definir la opción **ÁnguloDeDesmoldeo** a **-3** grados.
4. **Pulse Intro** para completar el comando.

Si define el valor de **ÁnguloDeDesmoldeo** a **3** grados positivos, obtendrá un resultado incorrecto.



5. Escriba **-1 mm** y pulse **Intro** para completar la extrusión.



**Nota:** si se utiliza una distancia positiva y un ángulo positivo cambiará la altura y el ángulo de extrusión y se obtendrá un resultado incorrecto.

### Aplicar una diferencia del logotipo en la superficie

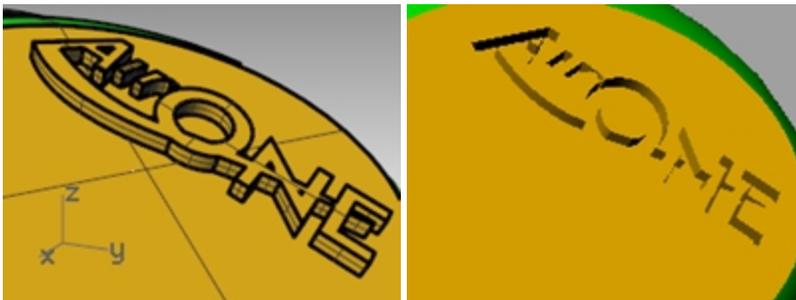
Grabaremos el texto en la superficie plana con el comando **DiferenciaBooleana**. La **DiferenciaBooleana** quitará el texto sólido de la superficie y creará el grabado. Cuando termine la operación booleana, verifique que no haya aberturas o bordes desnudos que se hayan introducido como resultado de la operación.

1. Seleccione la superficie superior.
2. En el menú **Sólido**, seleccione **Diferencia**.

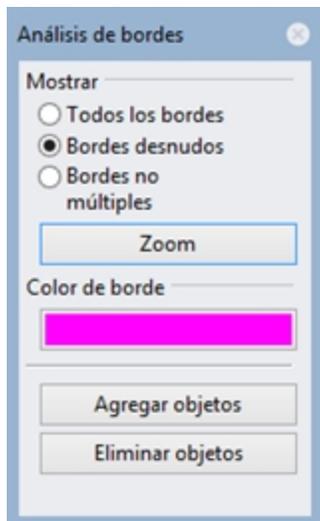
Seleccione todo el logotipo extruido y defina la opción **EliminarOriginal** a **Sí**.

3. **Pulse Intro** para terminar el comando **Diferencia**.

Nota: si la diferencia falla, mueva el texto extruido ligeramente por encima de la superficie y vuelva a ejecutar el comando **DiferenciaBooleana**.



4. Seleccione la superficie superior.
5. En el menú **Análisis**, seleccione **Herramientas para bordes** y luego **Mostrar bordes**.
6. Para **Mostrar bordes desnudos**.



Una diferencia booleana correcta debe dar como resultado 1 borde desnudo alrededor del perímetro de la

superficie y ningún borde desnudo en el interior.

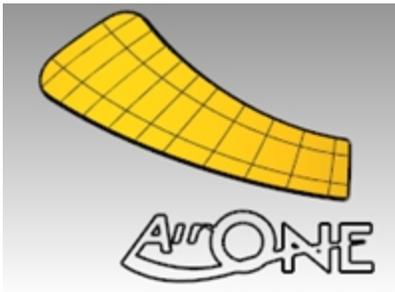
## Hacer fluir el logotipo en una superficie de forma libre con el historial

En esta parte del ejercicio, posicionaremos la geometría del logo fluyéndola a lo largo de la superficie recortada. Esta superficie no es plana, así que utilizaremos una herramienta de transformación diferente, *Fluir por superficie*, para mover el logo y doblarlo a lo largo de la superficie. *Fluir por superficie* transforma objetos desde una superficie de origen a una superficie de destino. Utiliza la dirección UV de las superficies para determinar cómo fluye. Es importante que las superficies de origen y de destino tengan la misma dirección UV relativa para obtener un buen resultado.

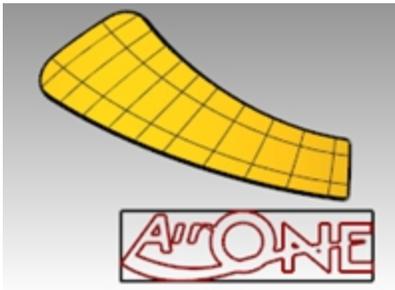
Al activar la grabación de historial antes de ejecutar el comando *Fluir por superficie*, podrá cambiar la entrada para que se vea reflejado al momento en el resultado. El logo se encuentra en la capa *Logo*. En esta parte del ejercicio trabajaremos solamente con el logo y la superficie, y desactivaremos todas las demás capas.

### Hacer la superficie base

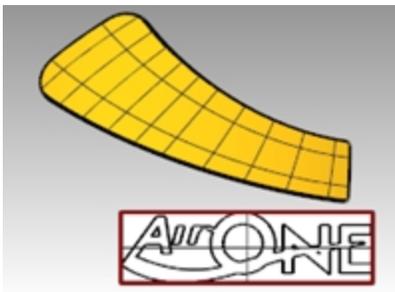
1. Ejecute el comando **Capa** y seleccione **Filtro de aire** como capa actual.
2. Desactive todas las capas excepto **Filtro de aire** y **Logo**.



3. Utilice el comando **CajaDelimitadora** (*Menú: Análisis > Caja delimitadora*) para crear un rectángulo alrededor del logotipo.

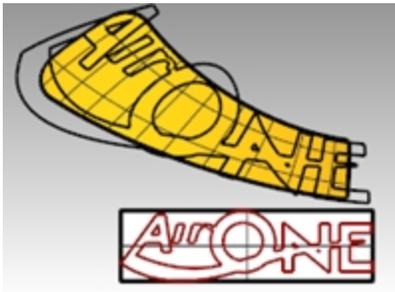


4. Utilice el comando **SupPlana** (*Menú: Superficie > Curvas planas*) para hacer una superficie desde el cuadro delimitador.



### Hacer fluir las curvas del logotipo sobre la superficie recortada

1. En la **barra de estado**, active **Grabar historial**. Se pondrá en negrita.
2. Utilice el comando **FluirPorSup** (*Menú: Transformar > Fluir por superficie*) para mover el logotipo en la superficie recortada. Designe la superficie blanca como superficie base. Observe que la curva no se ajusta a la superficie.



3. **Active los puntos de control** en la superficie base y muévalos para hacer la superficie un poco más grande en todas las dimensiones.

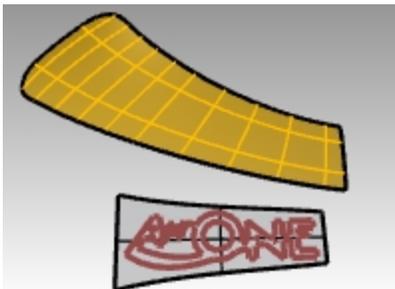
Puesto que el historial estaba activado al fluir la curva, cualquier ajuste realizado en la superficie base cambiará el modo en que la curva se ajuste a la superficie recortada.



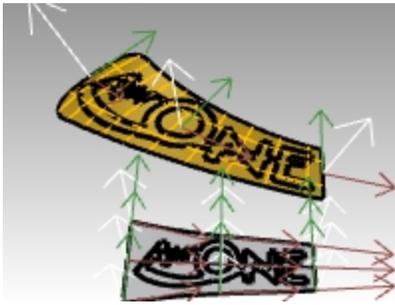
4. Ejecute el comando **CambiarGrado** (*Menú: Edición > Cambiar grado*) para cambiar la superficie base al **grado 3** en ambas direcciones **U** y **V**.
5. Ajuste un poco más los puntos de control para mejorar el ajuste de la curva a la superficie recortada.



6. Deshaga las operaciones booleanas y el comando FluirPorSup anterior.



7. Utilice el comando **Dir** para comprobar las direcciones UV de la superficie recortada.
8. Utilice el comando **Dir** para ajustar las direcciones UV de la superficie base y que coincida con la dirección de la superficie recortada.

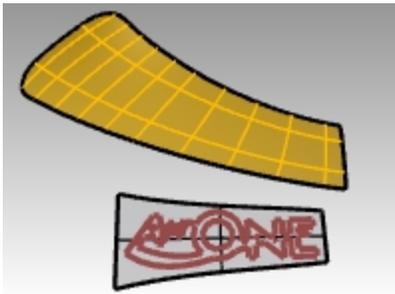


### Levantarse las letras del logotipo y hacerlas fluir sobre la superficie recortada

A continuación, fluir el logotipo sólido en la superficie recortada.

1. Utilice el comando **ExtrusiónDeCrv** con la opción **AmbosLados** para hacer el texto 3D a partir de las curvas originales.

La distancia de extrusión debería ser de 1 mm.



2. En el menú Transformar, haga clic en **Fluir por superficie**.

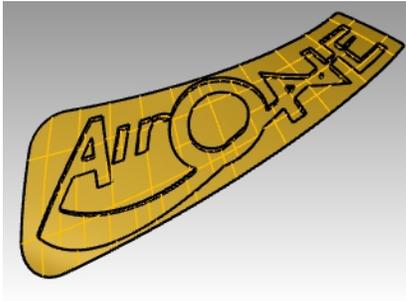
El historial no es necesario esta vez, puesto que ya se realizaron todos los ajustes necesarios en la superficie base.



3. Utilice el comando **UniónBooleana** para unir el logotipo con la superficies recortada.



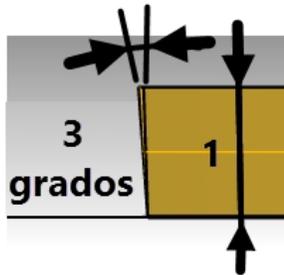
4. En el menú **Edición**, haga clic en **Deshacer**.
5. A continuación, utilice el comando **DiferenciaBooleana** para aplicar una diferencia o grabar el logotipo en la superficie recortada.



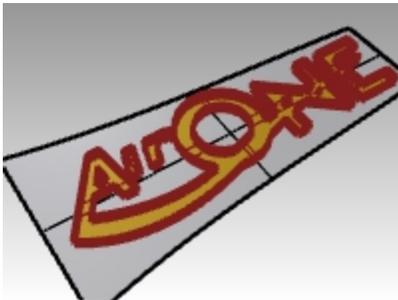
### Fluir el logotipo ahusado

Ahora ejecutaremos el comando FluirPorSup en las curvas. Tendrá que desactivar la capa que contiene el último FluirPorSup.

1. Active la capa **Recorte\_2** y establézcala como capa actual.
2. Desactive la capa **Recorte**.
3. En el menú **Sólido**, haga clic en **Extrusión de curva plana** y luego en **Ahusada**.
4. Defina la distancia a **1 mm** y el Ángulo de desmoldeo a **3 grados**. **Pulse Intro** para realizar la extrusión.



5. Agrupe todas las letras del logotipo sólido para seleccionarlos mejor.



6. Utilice el comando **FluirPorSup** para traducir el logotipo sólido en la superficie recortada. Utilice la nueva superficie base y haga clic en **RestringirNormal=No**.

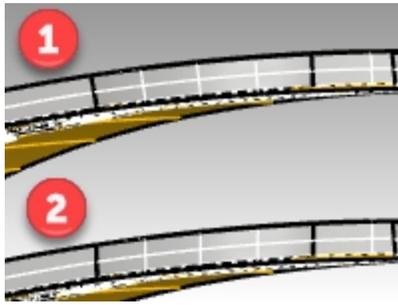


El texto fluido resultante debe alinearse exactamente con las curvas fluidas previamente.

Observe también que las letras en relieve pueden estar ahusadas hacia afuera en algunas partes. Esto impediría sacar la superficie de un molde, aunque se ahusaran las letras extruidas originalmente.

Para solucionarlo, ejecute el comando **Deshacer**, vuelva a ejecutar el comando FluirPorSup y defina la opción **RestringirNormal=Sí**.

7. En el menú **Edición**, haga clic en **Deshacer**.
8. Vuelva a ejecutar el comando **FluirPorSup** para mover el logotipo sólido en la superficie recortada. Utilice la nueva superficie base y defina la opción **RestringirNormal=Sí**.



### 1) RestringirNormal=No

Las líneas del texto fluido resultante se alinean exactamente con las curvas fluidas previamente. Las letras en relieve pueden estar ahusadas hacia afuera en algunas partes

### 2) RestringirNormal=Si.

Aquí, la operación de fluir mapea desde la versión plana hasta la superficie de destino sin mapear en las direcciones de la normal de la superficie de destino.

La dirección base vertical se mantiene.

9. Utilice el comando **UniónBooleana** para unir el logotipo ahusado con la superficie recortada.



## Crear un modelo a partir de un dibujo 2D

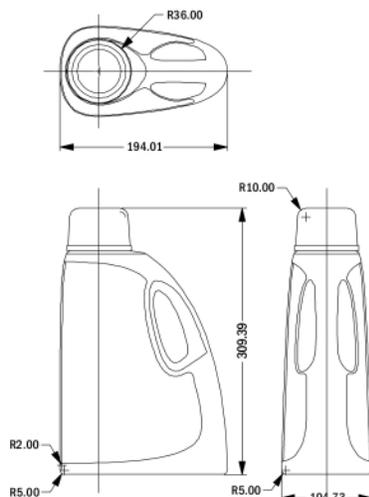
Una de las tareas de modelado más difíciles es interpretar vistas 2D en un modelo 3D. Muy a menudo los dibujos son precisos en algunas partes e inexactos en otras, donde las transiciones de superficies complejas tienen que producirse en tres dimensiones.

Es mejor consultar directamente con el diseñador para clarificar las áreas difíciles, pero esto no siempre es posible. Normalmente hay diferencias entre las vistas.

Si no se dispone de ningún modelo físico como referencia, hay que ir tomando decisiones sobre la mejor manera de interpretar el dibujo. Por ejemplo, tendrá que considerar cuál es la vista más precisa para una determinada característica.

En el siguiente ejercicio, comentaremos algunos métodos para crear una botella de plástico a partir de dibujos 2D. En este ejercicio, hay un dibujo que muestra tres vistas de la botella. Apenas está dimensionado, pero tenemos que mantener las curvas del diseñador donde sea posible.

En clase solo tendremos tiempo de terminar la primera fase de este modelo. Completaremos las superficies de la botella, pero faltarán por terminar los detalles. En la carpeta de modelos se incluye una botella terminada para que pueda comparar los resultados.



*Dibujo de control*

## Ejercicio 10-2 Crear la botella de detergente

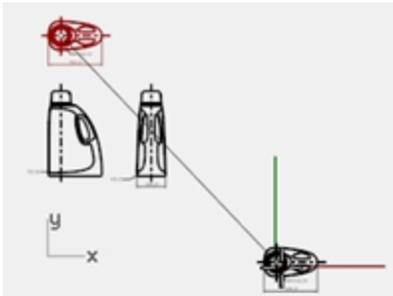
### Agrupar las piezas

1. **Abra** el modelo **Botella de detergente.3dm**.
2. En la vista **Superior**, seleccione por ventana los objetos que configuran la vista **Superior** (parte inferior izquierda), incluyendo las cotas del dibujo 2D.
3. Utilice el comando **Agrupar** para agrupar los objetos seleccionados (*Menú: Edición > Grupos > Agrupar*).
4. Repita los pasos anteriores para agrupar los objetos de la vista **Frontal** (parte superior izquierda) y la vista **Derecha** (parte superior derecha).  
Cada vista es un grupo separado de objetos.



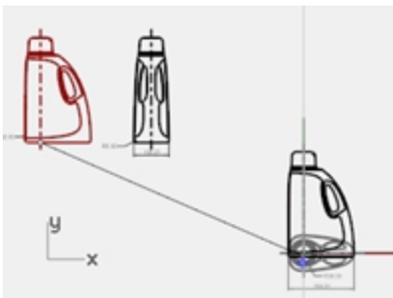
### Orientar la vista Superior

1. **Seleccione** el grupo de la vista **Superior**.
2. Utilice el comando **CambiarCapa** (*Menú: Edición > Capas > Cambiar capa de objeto*) para cambiar a la capa **Plantilla 2D Superior**.
3. En la vista **Superior**, utilice el comando **Mover** para mover el centro de los círculos a **0,0**.

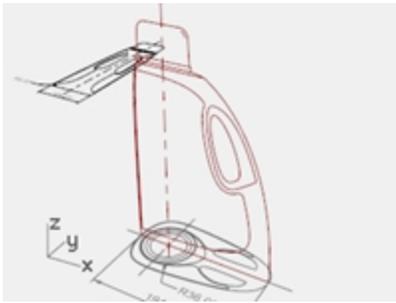


### Orientar la vista Frontal

1. **Seleccione** el grupo de la vista **Frontal**.
2. Utilice el comando **CambiarCapa** para cambiar a la capa **Plantilla 2D Frontal**.
3. En la vista **Superior**, utilice el comando **Mover** para mover la intersección de la línea central y horizontal de la parte inferior a **0,0**.

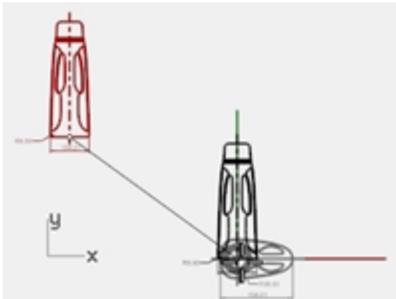


4. Mientras que el grupo de la vista **Frontal** siga seleccionado, ejecute el comando **RemapearPlanoC** (*Menú: Transformar > Orientar > Remapear en PlanoC*) en la vista **Superior**.
5. Haga clic en la vista **Frontal**.  
La vista está orientada en el espacio 3D.



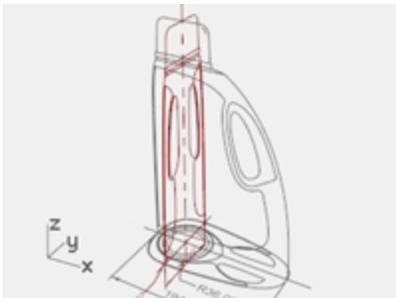
### Orientar la vista Derecha

1. En las vistas **Superior** o **Perspectiva**, seleccione el grupo de la vista **Derecha**.
2. Utilice el comando **CambiarCapa** para cambiar a la capa **Plantilla 3D Derecha**.
3. En la vista **Superior**, utilice el comando **Mover** para mover la intersección de la línea central y horizontal de la parte inferior a **0,0**.



4. Utilice el comando **RemapearPlanoC** para mapear las curvas de la vista **Derecha** en el plano de construcción **derecho**.

La vista está orientada en el espacio 3D.



Muchas veces las curvas 2D para dibujos de control de diseño no estarán tan cuidadosamente creadas como si fueran para geometría precisa. Antes de crear geometría 3D a partir de curvas 2D, examine las curvas y repare los errores que encuentre.

### Crear las curvas 3D

La parte insertada de la botella se cortará para formar una superficie más adelante. De momento solo necesitamos construir las superficies exteriores. Los empalmes de la parte superior e inferior indicados en las curvas pueden dejarse fuera de la superficie inicial y añadidos en una operación aparte. Tendremos que extender o redibujar las aristas para evitar los empalmes y coincidir en las esquinas antes de crear las superficies.

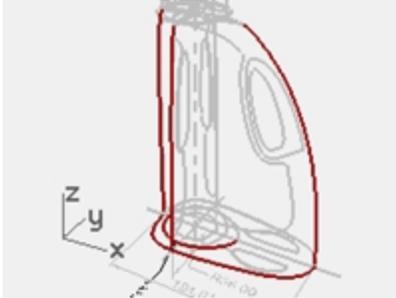
Hay varias herramientas de superficies que podrían usarse para construir las superficies iniciales: **Barrido por 2 carriles** o **Superficie desde red de curvas** son las opciones más obvias.

Las superficies de red no tienen en cuenta la estructura de la curva, solo la forma. Todas las curvas se vuelven a ajustar y la superficie resultante tiene su propia estructura de puntos.

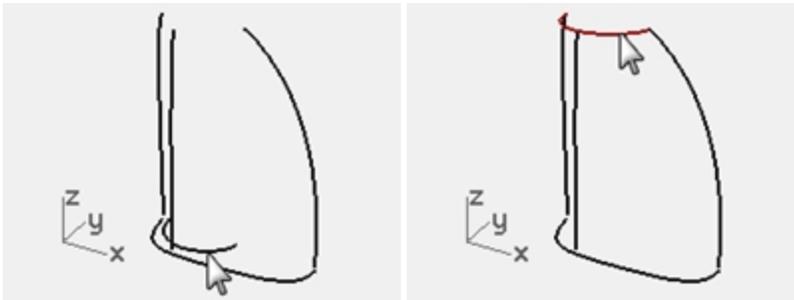
Otros comandos como las herramientas de barrido, superficies de transición y superficies de bordes tienen en cuenta la estructura de la curva en al menos una dirección. En estos casos, se ocupan de utilizar curvas igualadas como secciones transversales. La elección de las herramientas para superficies determinará el modo en que se crearán las curvas de entrada actuales.

1. **Seleccione** los grupos creados en el paso anterior y utilice el comando **Desagrupar** (*Menú: Edición > Grupos > Desagrupar*) para desagruparlos.

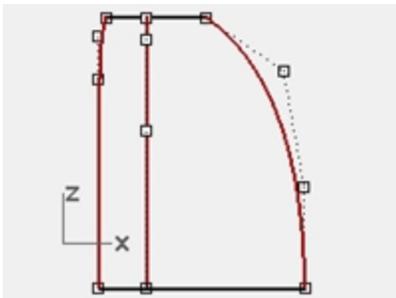
2. **Seleccione** las curvas de cada vista 2D que definan la superficie exterior y **cópielas** a la capa **Curvas 3D**.  
Puesto que la botella es simétrica en ambos lados del eje X, solo necesitará copiar las curvas en un lado. Más adelante se realizará una copia simétrica.
3. Utilice el comando **ActivarUnaCapa** (*Menú: Edición > Capas > Activar una capa*) para definir la capa **Curvas 3D**.



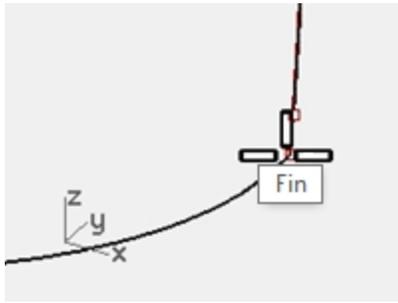
4. **Mueva** la curva para establecer la superficie superior de la botella a la misma altura que la parte superior de las curvas verticales.  
Utilice los comandos **DefinirPuntos** o **Mover** con la opción **Vertical** en la vista **Perspectiva**.



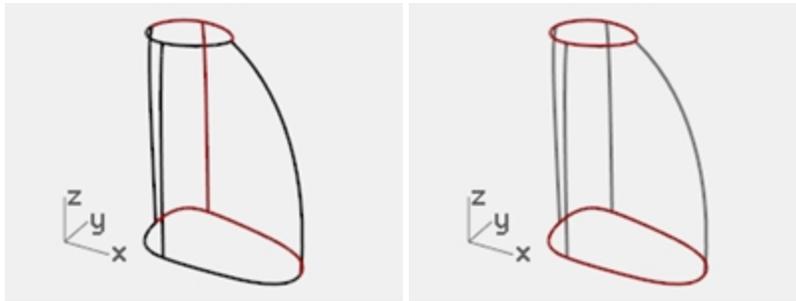
5. Ahora estas curvas verticales pueden extenderse más allá de las curvas de empalme para que coincidan exactamente en los puntos finales de las curvas superiores e inferiores.  
Se puede hacer extendiendo las curvas verticales con el comando **Extender** y la opción **Tipo = Suave**.  
Restrinja el cursor a los puntos **Fin** o **Cuad** de la curva superior y de la curva base en la parte inferior.  
Extender las curvas de esta manera añadirá complejidad a las curvas. Si es importante mantener las curvas simples y bien igualadas, será mejor ajustar los puntos de las curvas existentes para extenderlas.



6. **Deshaga** la operación de **Extender** y en su lugar edite los puntos de las curvas directamente.  
Puede duplicar un grupo de curvas y editar uno dejando el original en su lugar como plantilla.
7. **Refleje** la curva base, superior y lateral visible desde la vista **Derecha** al otro lado.  
El resultado debería ser un grupo de ocho curvas que definen la superficie.  
La mayoría de esas curvas son las curvas originales de los dibujos 2D pero dispuestas en 3D.



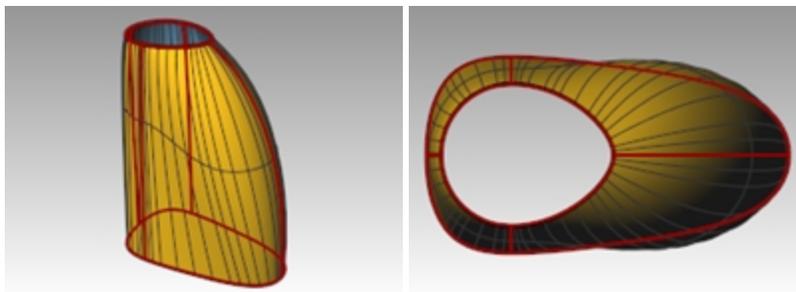
8. **Una** las curvas base y las curvas superiores formando un bucle cerrado. Las curvas están definidas para una superficie desde una red de curvas o un barrido de dos carriles.



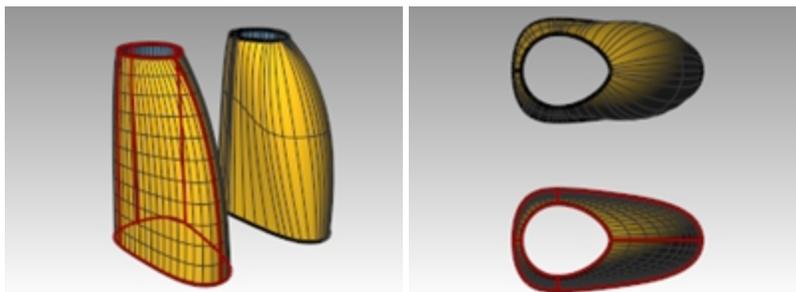
### Crear una superficie en la botella con un barrido

Las curvas del dibujo son las únicas que tenemos para definir la forma, de manera que usaremos esas curvas directamente para crear la superficie.

1. Establezca la capa **Superficies** como capa actual.
2. **Selecione** las curvas por ventana, pruebe el comando **Barrido2** para crear una superficie y **Sombree** la vista. Observe que la forma queda fuera de control en el lado redondeado de la botella.



3. **Mueva** esta superficie a un lado de momento. Aunque es posible reorganizar o añadir curvas para que el comando **Barrido2** funcione mejor, es conveniente comprobar cómo funciona una superficie desde una curva **Red de curvas** con el mismo grupo de curvas.
4. Vuelva a **seleccionar** todas las curvas y utilice el comando **SupDesdeRed** para crear la superficie.



*El comando SupDesdeRed maneja este grupo de curvas más fácilmente.*

### Por su cuenta

- Cree la superficie para insertar y el asa.

- Redondee los bordes como se indica en el dibujo 2D.
- Modelar las roscas y el tapón

Puede consultar el modelo de botella terminada, **Botella de detergente terminada.3dm**, que se incluye en la carpeta de modelos.





# Capítulo 11 - Análisis de superficies

Rhino dispone de varias herramientas que ayudan a evaluar visualmente la calidad de las superficies. En este ejercicio, utilizaremos herramientas de análisis de curvas y superficies para crear superficies simples con buena continuidad.

Algunos modelos requieren más atención en la continuidad, sobre todo porque se aprecia en la fabricación. Por ejemplo, en una botella moldeada por soplado no se verán las pequeñas irregularidades que pueda tener la superficie, pero en las partes de la carrocería de un coche sí se verán.

El archivo **Análisis de superficies.3dm** tiene un grupo de curvas que reconocerá del ejercicio anterior. El objetivo de este ejercicio es crear curvas que puedan construir superficies simples con buena continuidad. Utilizaremos los comandos **GráficoDeCurvatura**, **Cebra** y **AnálisisDeCurvatura** para asegurarnos de realizar una configuración que nos permita obtener los mejores resultados. Finalmente, compararemos los resultados del análisis de superficies de este archivo con los resultados del análisis de superficie del ejercicio anterior.

## Ejercicio 11-1 Análisis de superficies

### Evaluar las curvas

En primer lugar, veamos los gráficos de curvatura de las curvas superior e inferior. Estas curvas tienen una forma bastante buena, pero pueden mejorarse desde una perspectiva de continuidad de superficie.

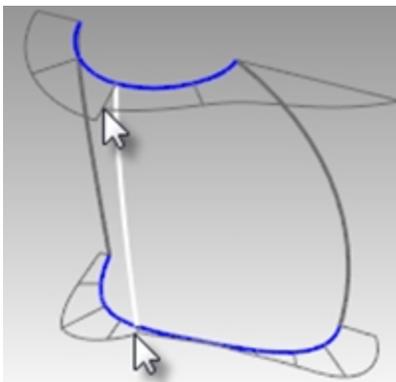
### Abrir el modelo

1. Abra el archivo **Análisis de superficies.3dm**.
2. **Seleccione** las curvas de superior e inferior.
3. Utilice el comando **GráficoDeCurvatura** (*Menú: Análisis > Curva > Activar gráfico de curvatura*) y defina la **Escala de visualización** a un valor de **120**.

El gráfico nos indica que ambas curvas tienen continuidad de tangencia, pero tienen discontinuidades de curvatura en un par de lugares.

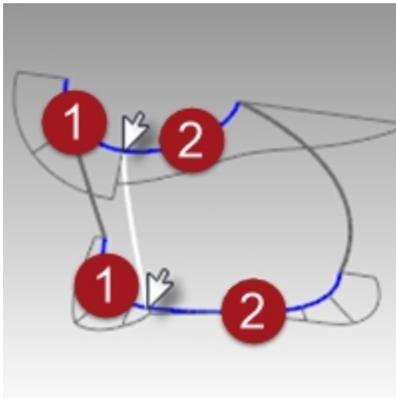
Teniendo en cuenta que queremos que las superficies que creemos a partir de estas curvas tengan continuidad de curvatura, será mejor modificarlas antes de crear las superficies.

Si decidimos de antemano cuál será la disposición de la superficie, sabremos mejor cómo dibujar nuevas curvas limpias.



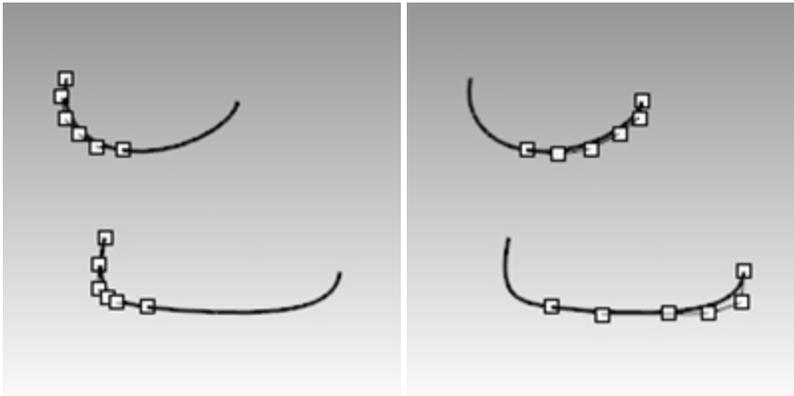
Construir una superficie que tiene una curvatura constante como única superficie es una buena práctica de modelado. Si observamos la curva inferior, vemos dos zonas que pueden ser válidas para crear las superficies, así que empezaremos por ahí. Hay una zona de elevada curvatura en la parte frontal (1) y un tramo relativamente plano en el medio con una curvatura cada vez mayor en el lado del asa (2). La curva superior es más suave en general, pero tiene regiones correspondientes similares de curvatura.

Si examinamos las curvas actuales, podemos identificar dos curvas para crear en la parte superior e inferior. La curva vertical blanca se interseca con las curvas superior e inferior en la discontinuidad de curvatura de la curva superior, que es un círculo modificado, y en un cambio brusco de curvatura en la curva inferior. En esta intersección es donde empezaremos y terminaremos nuestras curvas modificadas.

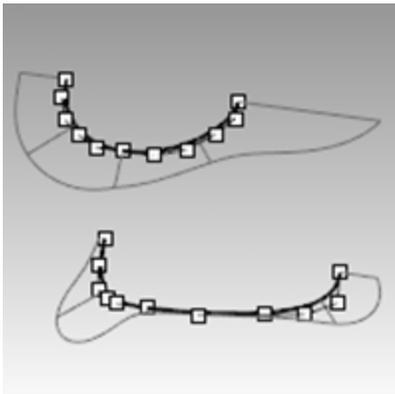


### Crear las curvas modificadas

- Tomando las curvas actuales como referencia, dibuje cuatro curvas nuevas de grado cinco con seis puntos. El objetivo es redibujar las curvas superior e inferior en dos partes cada una. Tenga en cuenta sus conocimientos sobre continuidad, GráficoDeCurvatura, direcciones de tangencia y TangenciaFinal. Trate de mantener las posiciones de los puntos de control uniformes y progresivas.



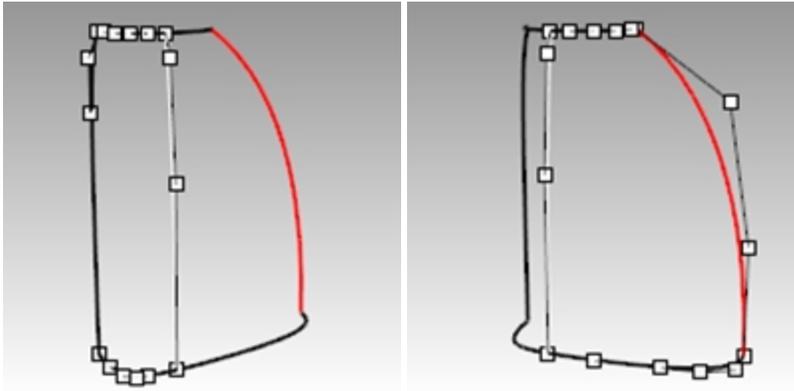
- Analice las curvas con el comando **GráficoDeCurvatura**. Trate de obtener un gráfico limpio, sin cambios bruscos, a la vez que iguala al máximo las formas de la curva original. No pueden ser iguales que las originales si quiere que tengan una mejor continuidad, pero es posible acercarse.



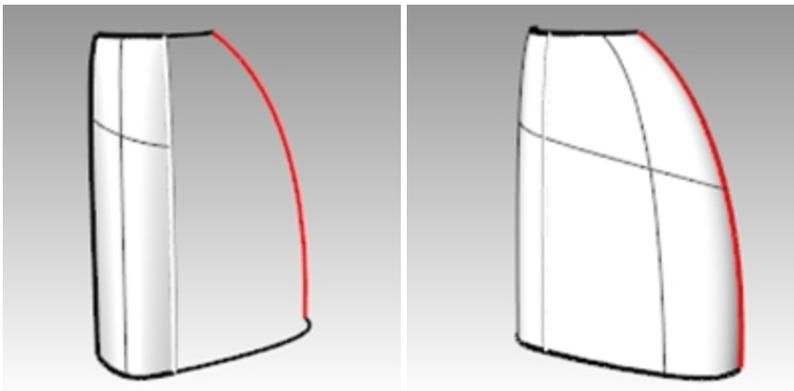
### Crear las superficies de la botella a partir de las aristas

Hay cuatro curvas de un solo segmento que definen cada área de las superficies. En esta parte del ejercicio, utilizaremos el comando **SupDesdeAristas** (*Menú: Superficie > Aristas*) para crear las superficies. Este comando es uno de los que utiliza la estructura de las curvas de entrada para crear la superficie. Funciona mejor si las curvas de los lados opuestos del rectángulo están igualadas. La superficie resultante será más simple.

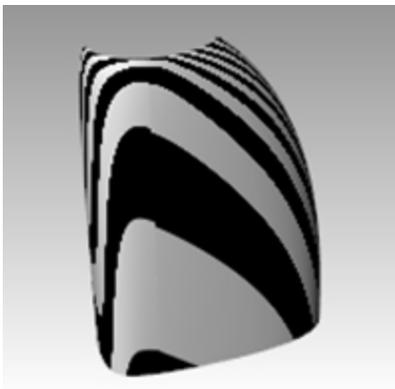
Puesto que hemos tenido en cuenta este criterio, que todas las curvas verticales son de grado 3 con cuatro puntos, y las curvas que acabamos de crear son de grado 5 con seis puntos, las superficies resultantes compartirán esta estructura.



1. **Seleccione** cuatro curvas que definan una de las superficies.
2. Utilice el comando **SupDesdeAristas** (*Menú: Superficie > Aristas*).
3. Repita los pasos 1 y 2 en la otra superficie.



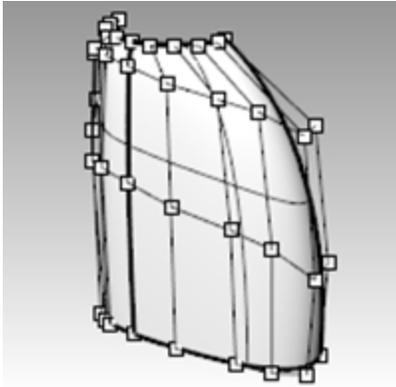
4. Compruebe las superficies con el comando **Cebra**.  
Las rayas de cebra tienen un flujo uniforme, pero las superficies no son tangentes en el borde vertical.



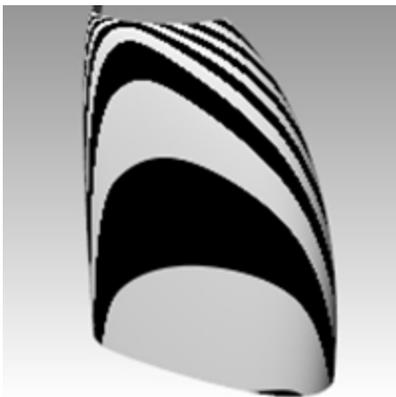
### Igualar las superficies de la botella con IgualarSup

1. Utilice el comando **IgualarSup** (*Menú: Superficie > Herramientas de edición de superficies > Igualar*) para igualar la **Curvatura** en las superficies.  
Intente igualar en ambas direcciones, con la opción **Promedio de superficies** activada o desactivada.  
En este caso, los resultados son buenos independientemente de cómo se realice la igualación, pero es conveniente echar un vistazo a los puntos de control de las superficies en cada caso.  
Si se iguala la superficie más grande con la más pequeña, sin la opción **Promedio**, el resultado es una disposición de puntos de control más errática en la superficie más grande que cualquier otra combinación, en particular la segunda fila de la parte superior. Teniendo en cuenta que los demás factores son iguales, la mejor opción es la

superficie con la disposición de puntos de control más uniforme.



2. Compruebe las superficies con el comando **Cebra**.  
Las rayas de cebra tienen un flujo uniforme sin discontinuidad en el borde común.



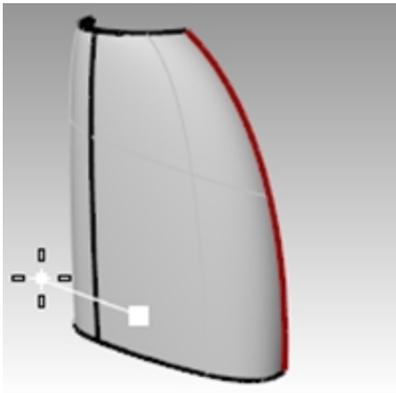
### Igualar las superficies de la botella con simetría

En esta sección, haremos la otra mitad de la botella utilizando el comando **Simetría** con la opción **Grabar historial** activada. Simetría realiza copias simétricas de curvas y superficies, hace la mitad copiada tangente al original y, con la opción Grabar historial activada cuando el objeto original se edita, la mitad copiada se actualiza para que coincida con el original.

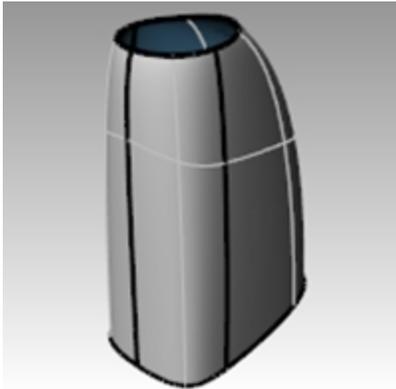
1. **Seleccione** la superficie más grande.
2. Utilice el comando **Simetría** (*Menú: Transformar > Simetría*) para realizar una copia simétrica en el eje X.
3. Active la opción **Grabar historial**.
4. Cuando le solicite **Seleccione una curva final o un borde de superficie**, seleccione el borde de la superficie (1).



5. Cuando le solicite **Inicio de plano de simetría**, escriba **0** y pulse **Intro**.
6. Cuando le solicite **Final de plano de simetría**, utilice el modo **Orto** para designar un punto a lo largo del eje X.



7. Repita este proceso con la otra superficie.  
Si edita la superficie original, la parte de la copia simétrica se actualizará y se igualará.



8. Compruebe las superficies con el comando **Cebra**.  
Las rayas de cebra tienen un flujo uniforme sin discontinuidad en el borde común.



### Analizar las superficies igualadas

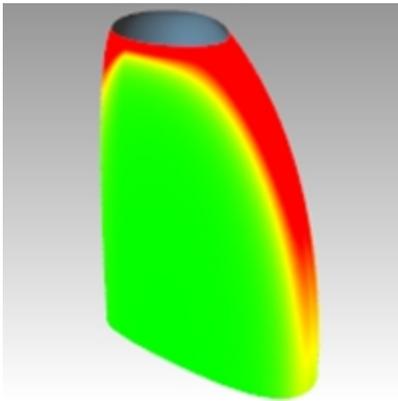
En este punto, utilizaremos la herramienta de **Análisis de curvatura** para calcular las superficies igualadas. Esto puede servir para localizar áreas de curvatura extrema, pero puede hacer que en la visualización se ignoren cambios más sutiles. En cualquier caso, la visualización de cada una de estas superficies simples debería ser muy suave y limpia.

1. **Oculte** todas las curvas para obtener una buena vista de las transiciones entre las superficies.
2. **Selecione** todas las superficies y active el **Análisis de curvatura** (*Menú: Análisis > Superficies > Análisis de curvatura*).

Cambie a la opción **Gaussiana** y haga clic en **Intervalo automático**. Asegúrese de que tiene una buena malla de análisis para una buena evaluación visual.

3. Haga clic hacia delante y hacia atrás entre **Intervalo automático** y **Intervalo máx.**  
**Intervalo automático** intenta hallar un intervalo de color que ignorará los extremos de curvatura, mientras que **Intervalo máximo** mapeará la curvatura máxima de color rojo y la mínima de color azul.

Los números hacen referencia a la **Curvatura**, que es  $1/\text{radio}$ .



En la igualación, el objetivo es mantener la visualización de una curvatura lo más uniforme y gradual posible, cumpliendo al mismo tiempo con los requisitos de continuidad.

Observe que los bordes que han sido igualados parece que tengan una transición de color suave.

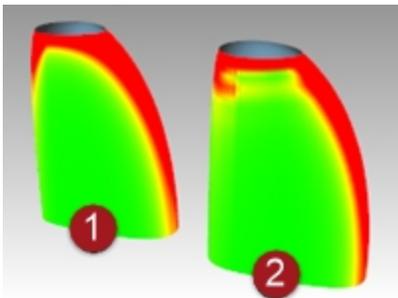
### Analizar y comparar diferentes técnicas de creación de superficies

A continuación, crearemos otra superficie para comparar.

1. **Copie** las curvas en un lado.
2. Ejecute los comandos **Reflejar** y **Unir** en las superficies superior y base en el eje X.
3. **Refleje** la curva lateral vertical en el eje X para crear un conjunto de curvas para una superficie a partir de una red de curvas.
4. Utilice **SupDesdeRed** para crear una superficie a partir de esas curvas.
5. Seleccione la nueva superficie y **añádala** a la visualización del **Análisis de curvatura**.

La superficie de red más densa (2) tiene una apariencia menos limpia en esta visualización. Las superficies simples (1) todavía se ven limpias en este punto.

Puesto que el cambio de color está mapeado en todo el intervalo mostrado, es importante recordar que la opción Intervalo automático indica un intervalo muy reducido de curvatura y que las diferencias reales pueden ser muy pequeñas aunque el cambio de color sea considerable.



# Capítulo 12 - Esculpir

Los diseñadores pueden crear una superficie relativamente indefinida y utilizar herramientas de transformación y análisis para esculpir una superficie en espacio 3D de un modo intuitivo y directo.

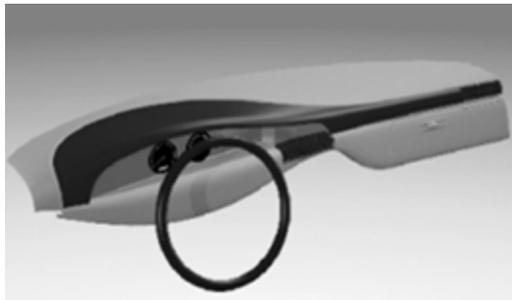
Coloque las curvas de un modo aproximado. Si es posible, las curvas deberían ser copias editadas de un solo original.

Así se asegura de que serán compatibles cuando se creen superficies de transición y se creará la superficie más simple editada con mayor facilidad.

Empiece con los cambios mayores y continúe con los detalles.

Utilice el comando GuardarIncremental para hacer copias del modelo en curso.

En el siguiente ejercicio, hemos creado cuatro curvas que podrá utilizar. Describen un tablero de instrumentos muy simple desde el que puede comenzar su diseño. En una capa bloqueada hay un volante que le ayudará a tener mejor sentido de orientación y escala de cualquier elemento que quiera añadir.



## Herramientas de ayuda para la edición de puntos de control

Mueva los puntos de control arrastrándolos, utilizando los comandos **Mover**, **Rotar** o **Escalar**, u otros comandos de transformación.

Arrastrar es el modo más fluido e interactivo de editar la forma. Sin embargo, puede haber situaciones en las que la restricción del plano de construcción en cuanto al movimiento de los puntos no es óptima. Estas son algunas herramientas que pueden ayudarle con la edición de puntos de control:

### Gumball

El Gumball funciona muy bien con los puntos de control. Es conveniente poder cambiar fácilmente entre los distintos modos de orientación del Gumball. Tener abierta la barra de herramientas Gumball sirve de ayuda.



Cuando la **Orientación de Gumball** está definida como **Alinear a objeto**, el eje azul se orienta hacia la normal de la superficie de un punto de control seleccionado. Al arrastrar la flecha azul, el punto de control se mueve en la dirección de la normal de la superficie local. El eje rojo se alinea con la dirección U de la superficie. Para realizar ajustes precisos, configure la intensidad de arrastre del Gumball a un valor ligeramente inferior al 100%.

### ModoArrastre

El ModoArrastre reemplaza las restricciones del plano de construcción actual de distintos modos.



### Opciones de la línea de comandos de ModoArrastre

#### Universal

Restringe el arrastre como si el plano de construcción siempre fuera Superior Universal. Esta opción se utiliza muy poco.

## PlanoC

Restricción predeterminada en Rhino. El arrastre tiene lugar paralelamente al plano de construcción activo.

## Vista

El arrastre se realiza paralelamente al PlanoC activo. Esto puede ser útil en algunas vistas oblicuas.

## UVN

Los puntos de control de superficie arrastrados con el **Modo Orto** activado (tecla **Mayús**) quedan restringidos a las direcciones U y V de la superficie. Con la tecla **Ctrl** quedan restringidos a la dirección de la normal de la superficie. Los puntos de las curvas quedan restringidos a la tangente de la curva y, con la tecla **Ctrl**, a la dirección de la normal de la curva. Para este ejercicio, este modo de arrastre es el más útil.

## PolígonoDeControl

Este modo restringe los puntos de control de las superficies y curvas arrastradas al polígono de control. Si se seleccionan varios puntos, cada uno se mueve a lo largo de su propio polígono de control. Esta herramienta es ideal para mantener los puntos bien organizados en filas y columnas.

En cuanto al Gumball, tener la barra de herramientas **ModoArrastre** abierta facilita cambiar entre los modos durante la edición de puntos. Observe que el cursor cambia para reflejar el modo de arrastre actual. En general, probablemente le resultará más fácil cambiar la opción Desactivar Gumball cuando arrastre puntos utilizando las opciones especiales del modo de arrastre.

## MoverUVN

Esta herramienta abre un cuadro de diálogo que permite mover los puntos de control en incrementos, teniendo en cuenta una escala definida por el usuario. El movimiento de los puntos puede ser a lo largo de las direcciones U, V, y N (Normal). Además, este cuadro de diálogo contiene herramientas de suavizado. Son muy útiles para suavizar puntos de control irregulares y obtener una rejilla más regular.

## ToqueLigero

Utilice las teclas de flecha con **Alt**, **Alt+Mayús** y **Alt+Ctrl** para mover los puntos en pequeños incrementos. Tenga en cuenta que las opciones de *Opciones > Ayudas de modelado > Toque ligero* permiten definir las restricciones de ToqueLigero de un modo similar a las opciones de ModoArrastre descritas anteriormente.

**Sugerencia:** Puede utilizar los conocimientos adquiridos en la parte de la interfaz de usuario de este curso para crear macros que faciliten el cambio entre los modos de toque ligero.

## DefinirPuntos

Permite ajustar puntos o filas de puntos en una, dos o tres dimensiones.

Utilice cualquiera o todas las herramientas anteriores para manipular los puntos de las superficies individualmente y en grupos. Tenga en cuenta las herramientas de selección de puntos: **SelU**, **SelV** y otras en la barra de herramientas **Seleccionar puntos**.

Verá que con pocos puntos de control, como los que tenemos en esta superficie inicial, las modificaciones que se realizan suelen ser grandes modificaciones que afectan a la forma global. Es probable que pierda el control rápidamente.

En este caso, verá que necesita tener un control más localizado para añadir detalles más pequeños. Puede agregar más control aumentando la densidad de los puntos de control. Hay dos herramientas similares para hacerlo:

## InsertarNodo

Inserta uno o más nodos y filas de puntos de control. Los puntos de la superficie se reorganizan para que la forma de la superficie no cambie. En otras palabras, excepto en casos especiales, los nuevos puntos no se añaden en la misma posición que el nuevo nodo.

## Algunas consideraciones al insertar nodos

Inserte el menor número de nodos posible para obtener el control necesario. Agregue más posteriormente si es necesario. Mantenga la superficie lo más simple que pueda mientras obtiene el control que necesita.

Siempre que sea posible, inserte nodos que estén espaciados de manera uniforme. Trate de colocarlos entre los nodos existentes.

## InsertarPuntoDeControl

Permite colocar la fila de puntos donde quiera; sin embargo, el mecanismo para agregar estos puntos no asegura que la forma de la superficie permanezca igual. Normalmente, la forma cambia.

Tanto **InsertarNodo** como **InsertarPuntoDeControl** tienen ventajas, pero cuando se están creando curvas y superficies muy curvadas, InsertarNodo puede ser la opción más segura, ya que no cambia la forma de la superficie.

## Opciones de la línea de comandos de InsertarPuntoDeControl

### Automática

Añade nodos entre los nodos existentes para mantener una estructura lo más uniforme posible. Se aumenta la densidad de los nodos de una curva o superficie y, por tanto, también la densidad de los puntos de control, manteniendo así una distribución nodal uniforme, lo que hace que la edición de puntos sea más predecible que con los nodos espaciados de manera irregular. Tenga cuidado con esta opción, ya que añade un nodo entre cada par de nodos existentes, por lo que una superficie puede llegar a tener una estructura muy densa rápidamente.

### PuntosMedios

Coloca marcadores a media distancia entre los nodos o las líneas de nodos que pueden actuar como guías para insertar nodos a media distancia entre nodos existentes. Utilice la referencia a objetos Punto para colocar nuevos nodos en esos marcadores.

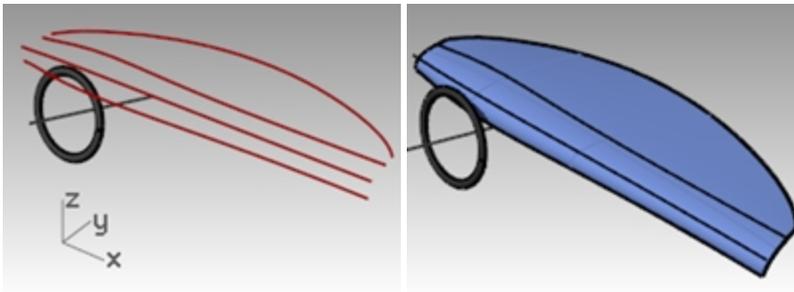
**Nota:** Es fácil que en determinado momento se lleguen a tener demasiados puntos de control y que se pierda el control de la forma. Por tanto, es una buena idea utilizar el comando GuardarIncremental antes de añadir complejidad al objeto. Así podrá volver a tener un modelo más simple sin tener que empezar desde cero si el tema se complica.

## Ejercicio 12-1 Tablero de instrumentos

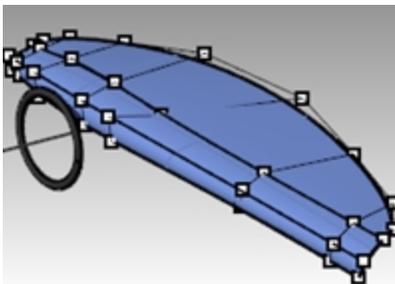
En este ejercicio, crearemos un tablero de instrumentos utilizando la edición de puntos de control.

### Crear una superficie de transición de las curvas de construcción

1. **Abra** el modelo **Tablero.3dm**.
2. **Cree una superficie de transición** de las cuatro curvas con la opción **Suelta** desde la lista desplegable. La opción **Suelta** crea la geometría más simple posible y es esencial para crear una superficie con esta técnica. Con esta opción la superficie no tocará las curvas interiores de la transición, pero debe tener una apariencia suave y limpia.

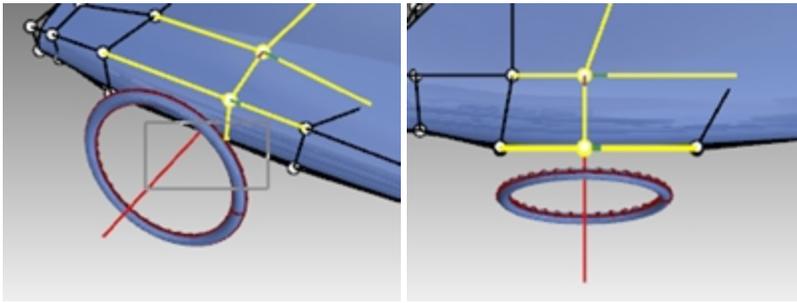


3. Active los puntos de control. Si también activa los puntos de las curvas de entrada, verá que la estructura de puntos de la superficie coincide exactamente con la de las cuatro curvas.
4. Desactive la capa **Curva**. En este punto, puede esculpir la superficie directamente transformando los puntos de control de la superficie. Como se ha mencionado anteriormente, Rhino tiene potentes herramientas para la edición de puntos de control.



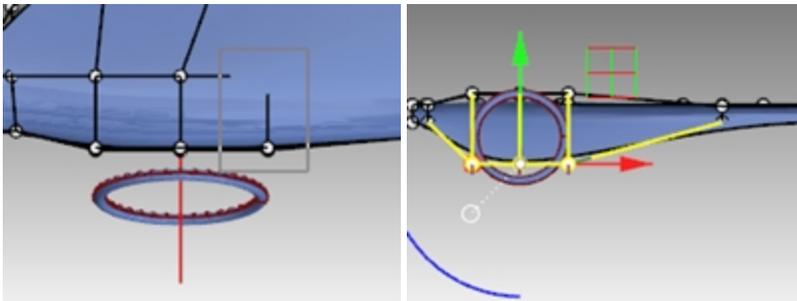
### Editar y esculpir la superficie

1. **Active los puntos** de la superficie con el Gumball desactivado por ahora.
2. **Seleccione por ventana** los tres puntos de control que se encuentran a la derecha de la línea central del volante.
3. Utilice el comando **DefinirPuntos** (Menú: *Transformar > Definir coordenadas XYZ*) para alinear los grupos de puntos en la dirección X en la vista **Superior** o **Frontal** restringiendo a la línea central.

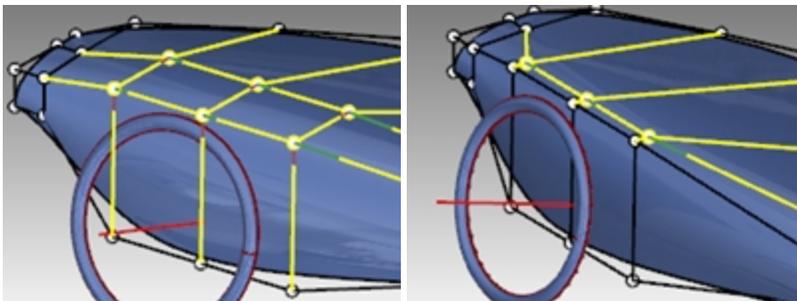


Observe que cuando se seleccionan los puntos, aparece una línea roja y una línea verde que se extienden desde los puntos seleccionados; estas líneas indican las direcciones U y V positivas.

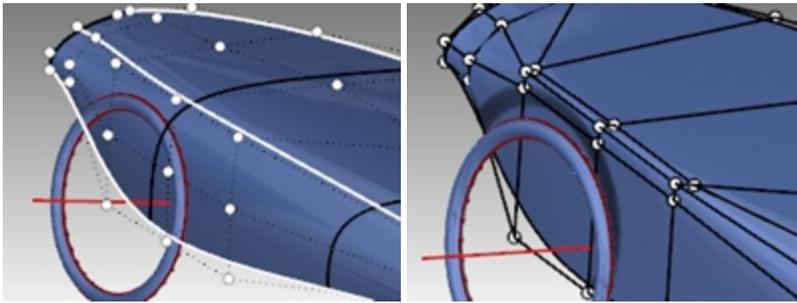
4. Utilice esta información con las herramientas de selección de puntos **USiguiente**, **VSiguiente**, **UAnterior** o **VAnterior** para cambiar la selección a la izquierda o a la derecha en la siguiente fila de puntos. Ejecute el comando **DefinirPuntos** en esos puntos en el borde correspondiente, a la izquierda y a la derecha del volante.
5. Utilice el **Gumball** para arrastrar hacia abajo los tres puntos inferiores cerca del volante para acentuar la forma. Es posible que la forma no sea simétrica en comparación con el volante.



6. Seleccione los puntos más cercanos al borde superior del volante y defínalos todos en el mismo eje **Z** con **DefinirPuntos**.
7. Ahora aumentaremos ligeramente la definición del tablero de instrumentos, en la zona del volante. Configure el **ModoArrastre** en **PolígonoDeControl** y arrastre hacia arriba tres de los puntos, muy cerca de los puntos adyacentes.  
La forma de la superficie solo cambia ligeramente. Todavía es muy suave y no quedan más puntos para continuar editando.



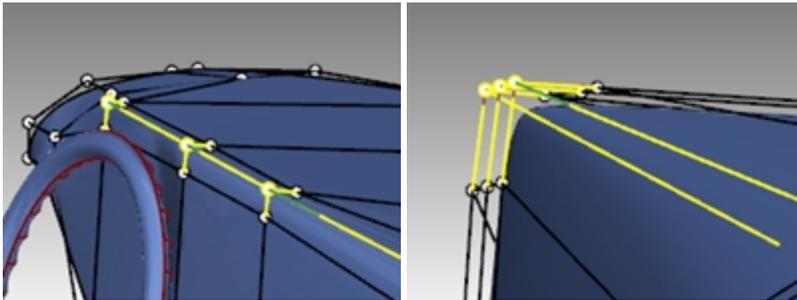
8. Utilice el comando **InsertarNodo** (*Menú: Edición > Puntos de control > Insertar nodo*) para agregar una fila de nodos en la dirección V.  
La superficie no tiene nodos interiores, por lo que es necesario utilizar la opción Automático una vez para añadir un nodo.  
Ahora, con los puntos adicionales, puede seguir moviendo puntos por el polígono de control para mejorar la superficie en esta zona.



9. Ejecute el comando **GuardarIncremental** (*Menú: Archivo > Guardar incrementalmente*) antes de continuar con el siguiente paso.

### Otra manera.de modificar la forma

1. Definir el peso algunos de los puntos de la superficie.
2. Por ejemplo, seleccione los tres puntos medios que se encuentran en el vértice de la zona curvada que hemos estado editando.
3. Ejecute el comando **Peso** (*Menú: Edición > Puntos de control > Editar peso*). Aumente el peso de los puntos a 2. Los puntos de mayor peso, relativos a los puntos adyacentes, suelen atraer la superficie hacia ellos. Los puntos de menor peso hacen que la superficie se aleje de los puntos de control.

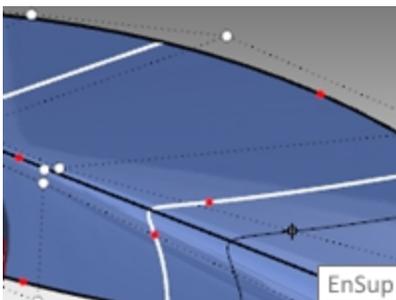


### Agregar nodos

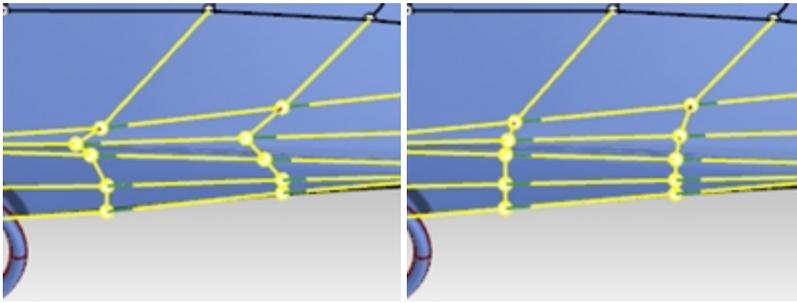
Trate de insertar nodos en cualquiera de las dos direcciones, utilizando el ajuste **PuntosMedios=Sí** para poder restringir el cursor a los puntos medios. Inserte algunos nodos con **PuntoMedio=No** para insertarlos cerca de nodos existentes y permitir un control más local.

### Agregar y manipular nodos

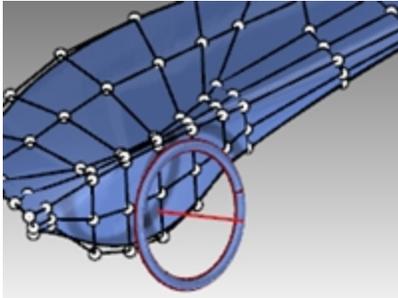
1. Ejecute el comando **GuardarIncremental** (*Menú: Archivo > Guardar incrementalmente*) antes de continuar con el siguiente paso.
2. Para insertar algunos nodos en la dirección U, utilice **InsertarNodo, PuntosMedios=Sí**.
3. Restrinja el cursor a los puntos medios para mantener uniforme el espaciado entre los nodos. Observe cómo cambia la disposición de los puntos de control con cada nodo insertado. Puede ajustar algunas filas de puntos en X utilizando **DefinirPuntos** para mantener organizadas las filas y las columnas.
4. Explore diferentes formas e ideas de diseño utilizando todas las herramientas mencionadas anteriormente.



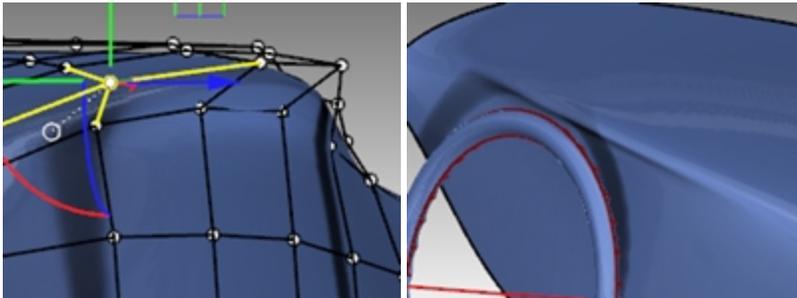
5. Seleccione algunos puntos que estén fuera de la alineación. Ejecute el comando **MoverUVN** (*Menú: Transformar > MoverUVN*).
6. Utilice el control deslizante Suave para **Suavizar** algunos de los puntos que están fuera de la alineación.



- Mueva algunos puntos hacia la derecha del volante acercándolos al mismo para hacer la forma más simétrica. Siempre que sea posible, intente mantener la disposición de los puntos de control uniforme y progresiva. Como es de esperar, suele haber más puntos de control en las zonas que más se han editado.



- Agregue algunos nodos más en la zona de la parte superior del volante. Si se agrupan más nodos en esta zona, puede hacer sobresalir una característica localizada que se funda en la superficie circundante.



## Añadir detalles

Cuando esté satisfecho con la forma completa de la superficie, puede agregar detalles para crear un objeto más acabado.

La superficie se puede desfasar y recortar como en la primera ilustración.

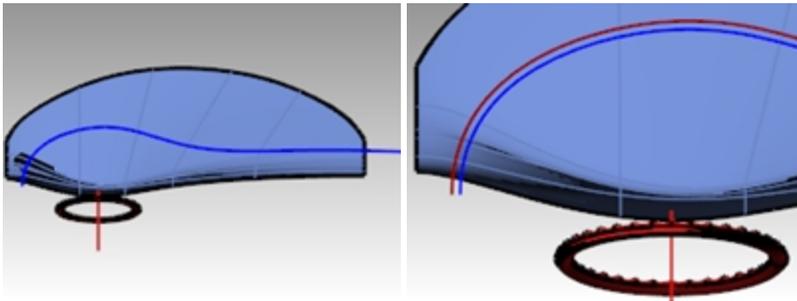
Los mejores resultados se obtienen cuando la superficie es, como mínimo, de grado 3 en ambas direcciones. Compruébelo con las Propiedades de objeto.

**Nota:** Desfasar superficies genera normalmente una superficie con menor continuidad interna. Las superficies que solo son G1 internamente pueden generar superficies que tienen continuidad G0, es decir, pueden tener un punto de torsión. Aunque Rhino permite estas superficies, pueden producirse problemas.

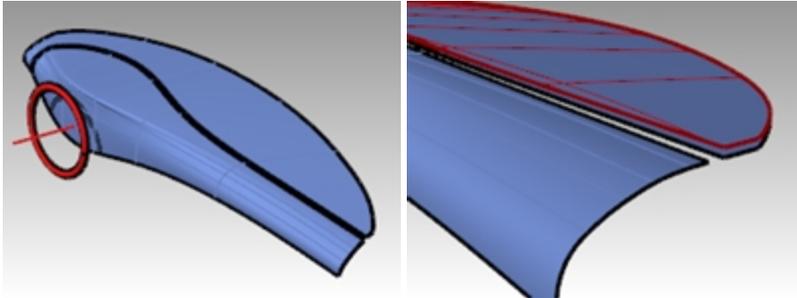
Por este motivo, si intenta desfasar superficies, es mejor crear la superficie inicial de grado 3 o curvas de grado superior. Estas superficies tienen al menos continuidad G2 para que desfasarlas genere superficies con continuidad G1 como mínimo. Cambiar el grado de una superficie que se ha creado a partir de curvas de grado 2 a grado 3 en ambas direcciones no es suficiente para asegurar una superficie G2. Simplemente cambiar el grado a continuación no mejora la continuidad interna.

## Desfasar la superficie

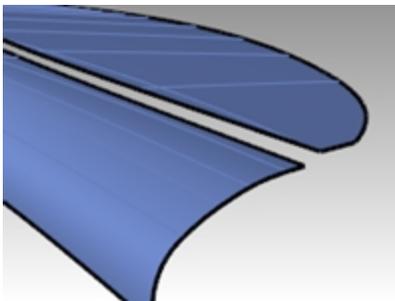
- Cambie a la capa **Curvas de corte**.
- Dibuje una curva que represente el punto de partición de la superficie.
- Utilice el comando **Desfasar** (*Menú: Curva > Desfasar curva*) para duplicar la curva desfasada media (0.50) pulgada.



4. Utilice el comando **Recortar** (Menú: Edición > Recortar) para recortar la superficie entre las curvas.
5. Utilice el comando **DesfasarSup** (Menú: Superficie > Desfasar superficie) para desfasar la superficie un cuarto (0.25) de pulgada.



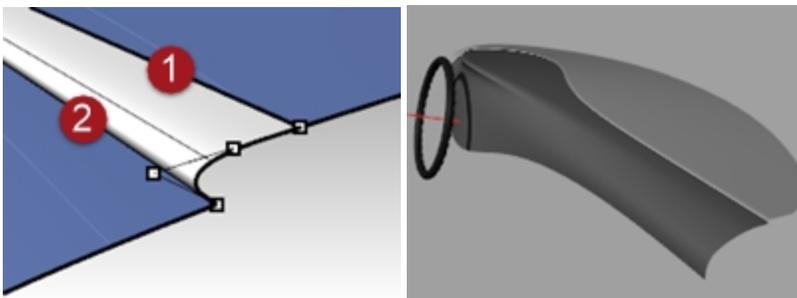
6. **Suprima** la superficie original.



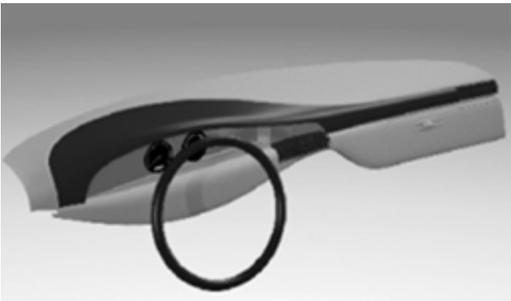
7. Utilice el comando **MezclarSup** (Menú: Superficie > Mezclar superficie) para mezclar las dos superficies. Defina el borde **1** en **Curvatura (G2)** y el borde **2** en **Posición (G0)**.

Una de las cosas que intentamos mostrar aquí es un modo rápido de crear una transición de tapicería con pliegues.

Ajuste los deslizadores de **MezclarSup**, para que la sección transversal quede como en el ejemplo de la izquierda.



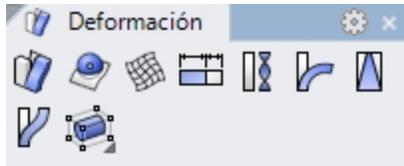
8. Agregue detalles si dispone de tiempo.



# Capítulo 13 - Herramientas de deformación

Las herramientas de deformación permiten deformar mallas, líneas, superficies, polisuperficies y sólidos sin tener que preocuparse por la integridad del objeto.

Ejecute los comandos de deformación desde el menú **Transformar** o desde la barra de herramientas **Deformación**:



## Deformación de objetos

Con EdiciónDeJaula, la deformación de objetos encerrados tendrá lugar en el espacio 3D. Esta opción es importante si algunos de los objetos encerrado están fuera de la jaula.

### EdiciónDeJaula

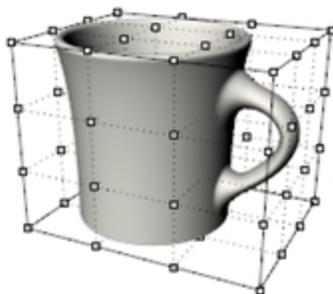
#### Ejercicio 13-1 Uso de la edición de jaula para deformar un objeto

##### Deformar un objeto con EdiciónDeJaula

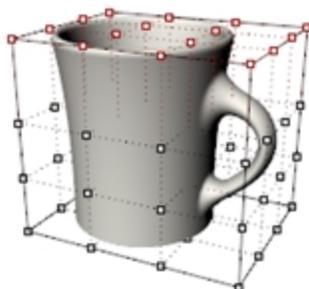
1. Abra el modelo **EdiciónDeJaula\_Taza.3dm**.
2. Abra la barra de herramientas **Jaula**.



3. Ejecute el comando **EdiciónDeJaula** (Menú: *Transformar > Edición de jaula > Edición de jaula*, o la barra de herramientas *Jaula*) y seleccione la taza como objeto encerrado.
4. Como objeto de control, seleccione el **CuadroDelimitador** y **Universal**.
5. Especifique cuatro puntos de jaula y grado 3 en cada dirección.  
El grado puede establecerse en 9. El número de puntos debe ser mayor que el valor del grado en cada dirección.
6. Para la **Región a editar**, seleccione **Global**.



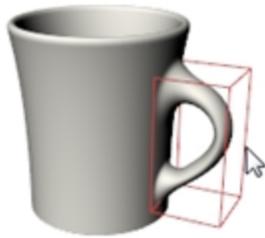
7. Mueva los puntos de control de la parte superior de la jaula verticalmente para deformar la taza.  
Los puntos de la jaula se pueden mover, arrastrar, escalar, sesgar, rotar, doblar, etc.



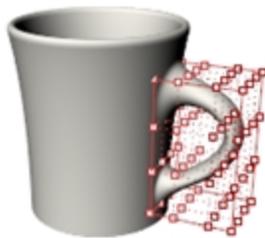
## Limitar la región a editar

Para deformar solo el mango, se necesita una jaula alrededor del mango.

1. Utilice el comando **LiberarDeJaula** (en la barra de herramientas *Jaula*) para seleccionar la jaula en la taza.
2. Pulse **Intro** para **eliminar** la jaula.
3. Ejecute el comando **Jaula** y cree un objeto de jaula independiente.
4. **Mueva** la jaula en el lugar que corresponda y **Escálela** antes de asociarla a la taza.
5. Ejecute el comando **EdiciónDeJaula**.
6. Cuando le solicite **Seleccione el objeto encerrado**, seleccione la taza.
7. Cuando le solicite **Seleccione los objetos de control**, seleccione la jaula previamente posicionada.
8. Como **Región a editar**, seleccione **Local** y defina una **Distancia de radio de influencia de 5**.  
Esto indica a Rhino que la distorsión de la jaula afectará sólo a la región dentro de la jaula, más un suave radio de influencia efectivo unas 5 unidades moviéndolo desde la misma jaula.



9. **Mueva** las dos filas verticales de puntos más a la derecha ligeramente hacia la derecha en la vista **Frontal** para aumentar el tamaño del mango.



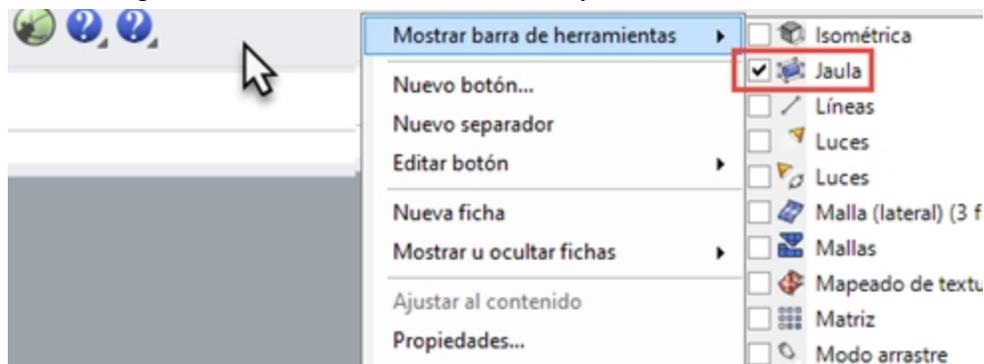
## Ejercicio 13-2 Utilizar EdiciónDeJaula en el tenedor para ensalada

Mientras que es posible usar cualquier curva o superficie como objeto de control en **EdiciónDeJaula**, hay muchos casos donde la solución más intuitiva es usar una curva o superficie que ya forme parte del objeto.

### Utilizar EdiciónDeJaula con una superficie desde el objeto

El comando **EdiciónDeJaula** permite seleccionar una superficie desde el objeto encerrado para usar como objeto de control.

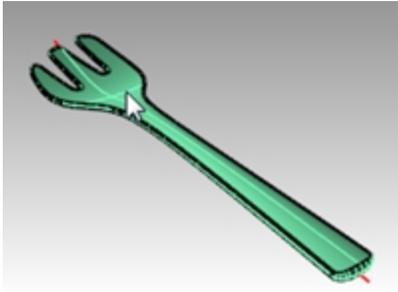
1. Abra el modelo **Ensalada\_Jaula.3dm**.
2. **Haga clic con el botón derecho** al final de la barra de herramientas **Estándar**.  
En menú, haga clic en **Mostrar barra de herramientas** y seleccione **Jaula**.



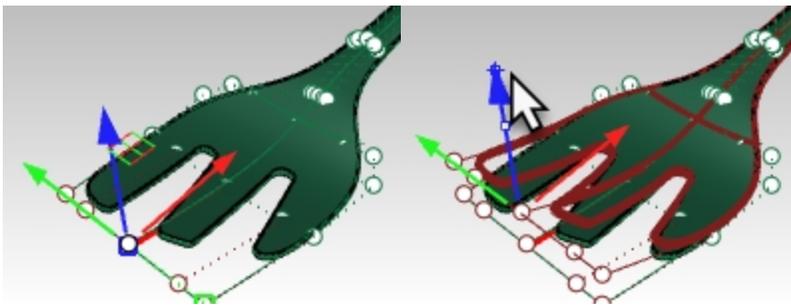
Aparecerá la barra de herramientas Jaula.



3. Seleccione el tenedor para ensalada y ejecute el comando **EdiciónDeJaula**.
4. Para el **objeto de control**, haga clic en la superficie superior del tenedor.

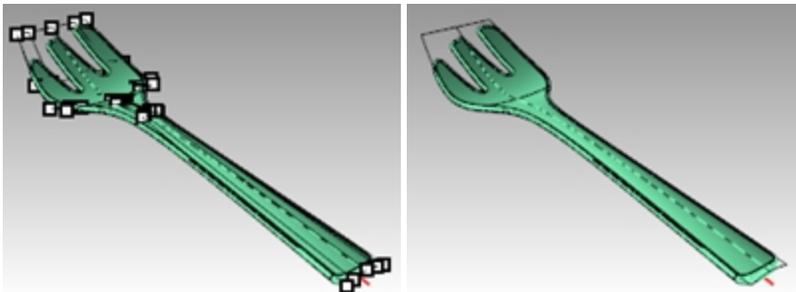


5. Para la **Región a editar**, seleccione **Global**.  
Una copia de la superficie se extrae del objeto y se convierte en un objeto de control.
6. Cuando los puntos de control estén activados, utilice el Gumball para mover verticalmente los cinco puntos más cercanos al final.

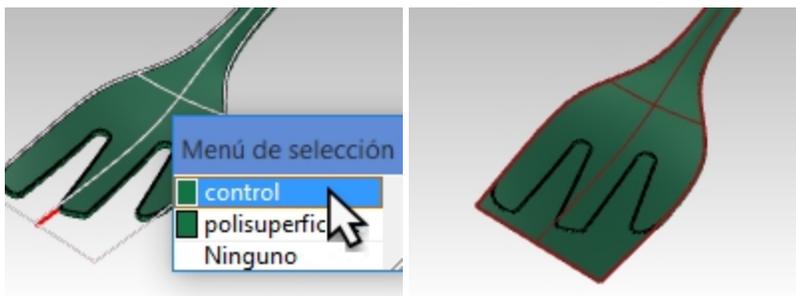


De este modo, el tenedor se dobla un poco más en la parte frontal. Es posible que se produzca una demora considerable y que el resultado sea una versión distorsionada del tenedor que no sirva. El motivo es que la superficie extraída no se extiende en la anchura y longitud total del tenedor. Los bordes mezclados redondeados están situados fuera del objeto de control y el resultado es que se deforman mucho.

7. **Deshaga** la acción.



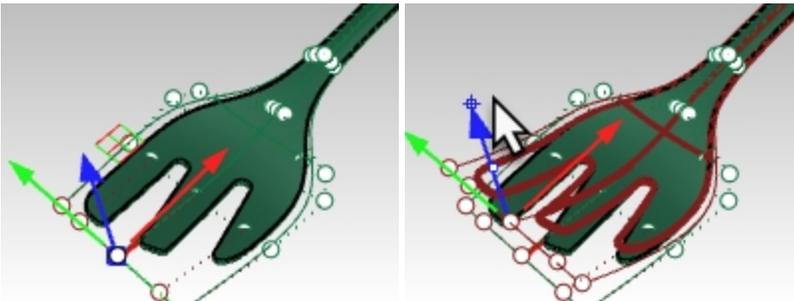
8. Ejecute el comando **LiberarDeJaula** para desasociar el tenedor del objeto de control.
9. Seleccione el objeto de control. En el menú **Edición**, seleccione **Descomponer**.  
El comando **Descomponer** convertirá un objeto de control en geometría normal.



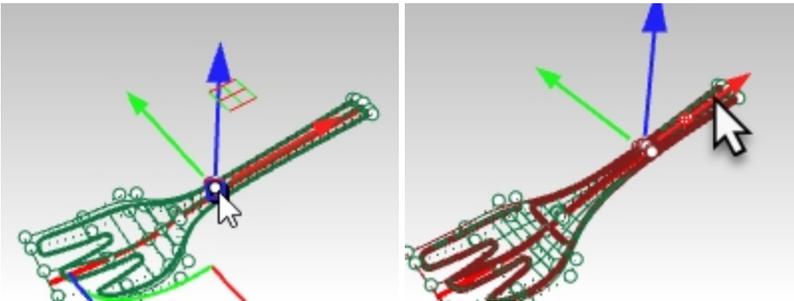
10. En el menú **Superficie**, haga clic en Extender superficie.
11. Designe los bordes largos de la superficie (Tipo=Suave) con un factor de 5. La superficie ahora se extiende más allá del objeto entero del tenedor.



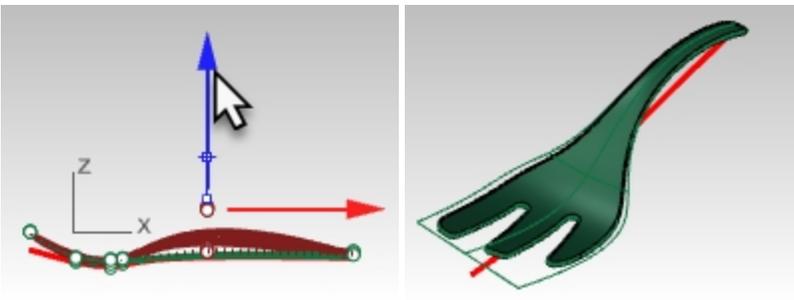
12. Vuelva a ejecutar el comando **EdiciónDeJaula** y seleccione esta superficie extendida como objeto de control. El resultado de la edición de jaula ahora debería ser un objeto limpio.



13. Por ejemplo, seleccione los dos puntos de control situados en medio del tenedor. Con el Gumball, muévalos ligeramente hacia abajo en la vista Frontal para aumentar la capacidad del tenedor.



14. Mueva el grupo de puntos de la parte más estrecha del mango hacia arriba o hacia abajo. De este modo, la curva del manejador aumentará o disminuirá.



### Utilizar EdiciónDeJaula con una curva desde el objeto

Una curva también puede usarse como objeto de control. En muchos casos, es conveniente usar una curva que ya tiene la misma forma básica que el objeto. Puede dibujar esa curva o extraer una isocurva del mismo objeto y usarla como objeto de control.

1. Vuelva a abrir el modelo **Ensalada\_Jaula.3dm** sin guardar.

La curva roja es una isocurva extraída de la superficie inferior que se ha extendido ligeramente en cada extremo con el comando **Extender**.

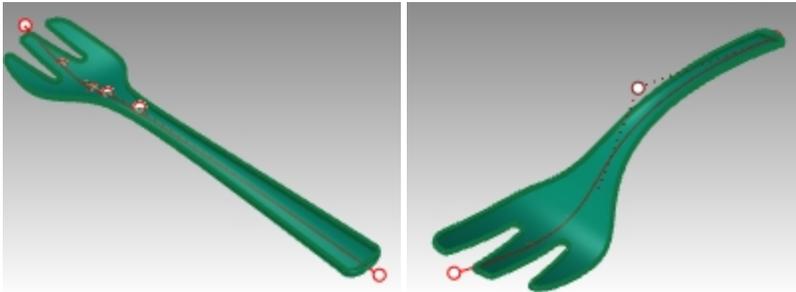
Las razones para extender la curva de control más allá de la geometría son las mismas que se describieron para el objeto de control de la superficie.

Principalmente, se hace para limitar la distorsión en la polisuperficie resultante.

2. Seleccione el tenedor para ensalada y ejecute **EdiciónDeJaula**.
3. Seleccione la curva roja como **objeto de control**.



4. Edite la forma del tenedor mediante la edición de puntos del objeto de control.



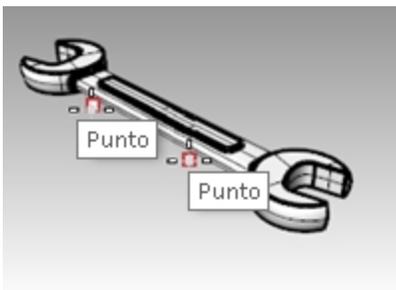
## Uso de otras herramientas de deformación

### Estirar

El comando **Estirar** permite escalar una zona seleccionada de un objeto en una dirección.

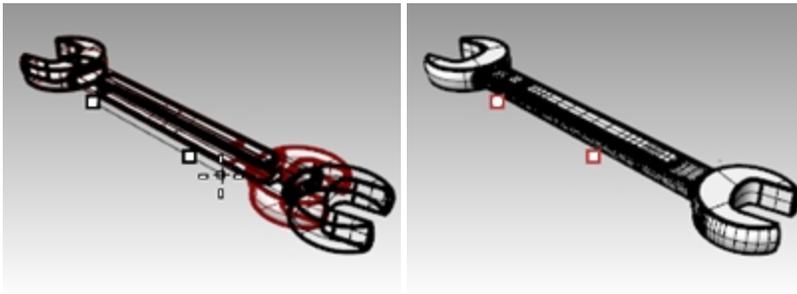
#### Ejercicio 13-3 Estirar un objeto

1. **Abra** el modelo **EstirarLlave.3dm**.
2. **Seleccione** la llave inglesa.
3. Ejecute el comando **Estirar** (*Menú: Transformar > Estirar*).
4. Para el **Inicio** y el **Final** del eje, restrinja el cursor a los dos puntos bloqueados.



5. Cuando le solicite el **Punto al que estirar**, mueva el cursor a un lado u otro para estirar o comprimir la llave inglesa.

La sección de la llave inglesa que se encuentra entre los puntos que definen el eje de estiramiento es la parte que se deformará. El objeto fuera de este eje inicial se moverá pero no se deformará. La forma de los extremos de la llave inglesa no se verá afectada, pero el objeto se hará más largo o más corto.



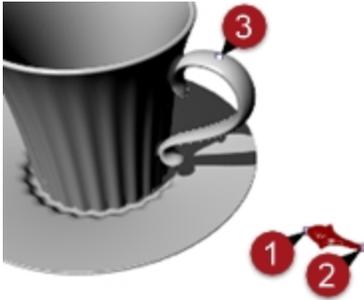
### **Orientar un objeto en una superficie**

El objetivo es colocar en el asa de la taza el pequeño detalle que se encuentra al lado de la taza. El detalle es sencillo de colocar en una orientación ortográfica plana, pero es más complicado colocarla en una superficie curvada.

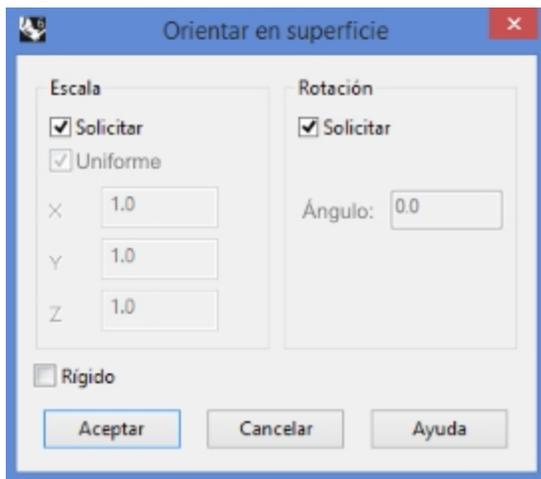
El comando **OrientarEnSup** puede colocar un objeto en una superficie curvada y orientada arbitrariamente con un buen control de la colocación y, opcionalmente, también puede deformar el objeto para que coincida con la curvatura de la superficie de destino.

**Ejercicio 13-4 Colocar un pequeño detalle en un objeto**

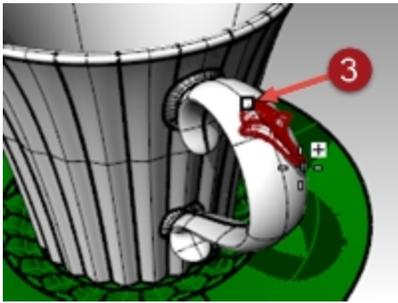
1. Abra el modelo **OrientarEnSup\_Detalle.3dm**.
2. Ejecute el comando **OrientarEnSup** y seleccione el detalle.
3. Para el **Punto base**, restrinja el cursor al punto marcado como 1.  
Este será el punto que se coloque en la superficie de destino.
4. Para el **Punto de referencia**, restrinja el cursor al punto marcado como 2.  
Este punto y la línea entre este y el punto base se utilizarán para definir la escala y la orientación en la superficie de destino. La dirección Z del **plano de construcción** actual se mapeará en la normal de la superficie de destino.



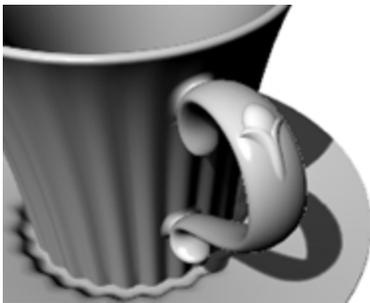
5. La **Superficie sobre la que orientar** es la superficie del asa de la taza.
6. En el cuadro de diálogo, asegúrese de que la opción **Rígido** no está seleccionada.  
Esto permitirá que el objeto se deforme en la superficie de destino.
7. Defina la **Escala** y la **Rotación** en **Solicitar** para que pueda definir las interactivamente según sea necesario.  
La rotación define la línea entre la base y los puntos de referencia definidos anteriormente en la dirección U de la superficie de destino.
8. Haga clic en **Aceptar**.



9. Cuando le solicite **Punto en la superficie hacia el que orientar**, restrinja el cursor al punto del asa marcado como **3**.  
Una de las cosas que intentamos mostrar aquí es un modo rápido de crear una transición de tapicería con pliegues.  
Con la opción de la línea de comandos **Copiar = Sí**, puede colocar el objeto sin alterar el original plano y puede colocar varias copias.
10. Seleccione **Copiar=Sí**.  
Hay otras opciones en la línea de comandos, como **Invertir**, por si el objeto se mapea en el lado erróneo de la superficie, o **IgnorarRecortes**.  
Si **IgnorarRecortes** está definido en **Sí**, el objeto puede colocarse en cualquier parte de la superficie subyacente de una cara recortada; de lo contrario, la posición queda restringida a la cara recortada.



11. Haga clic para definir la posición del punto.  
Puesto que la **Escala** estaba definida en **Solicitar**, puede arrastrar interactivamente para Escalar el objeto o puede introducir un factor de escala en la línea de comandos.  
En este caso, un **Factor de escala** de **.7** va bien.
12. Puede rotar el objeto en su punto base.  
Si activa el **Modo Orto**, se bloquea el ángulo para igualar el plano de construcción, o bien puede introducir un ángulo en la línea de comandos. En este caso, el **Ángulo de rotación** es de **cero**.  
Después de ajustar el ángulo, el objeto se mapea en la superficie de destino.
13. En este momento, puede continuar añadiendo detalles en el asa o pulsar **Intro** para finalizar el comando.

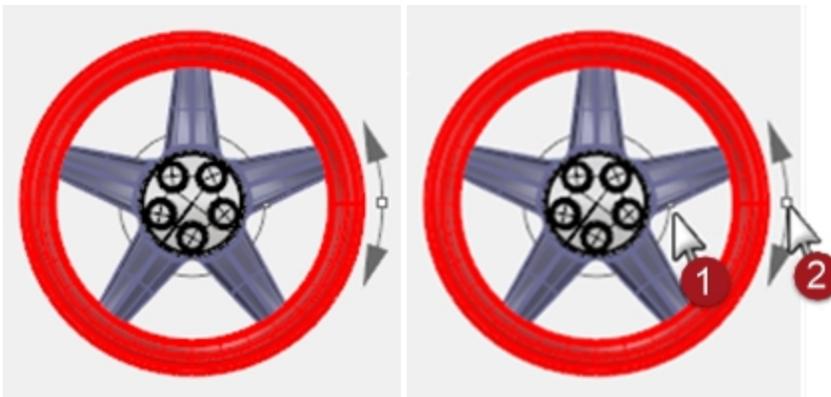


### Deformar un objeto en forma de espiral

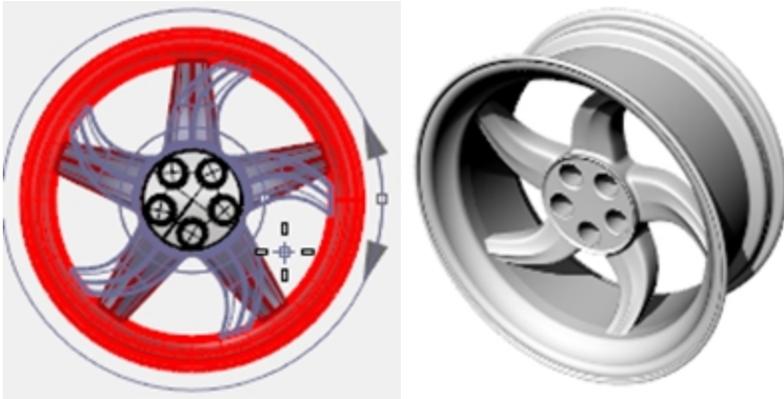
En este ejemplo, deformaremos los radios de una rueda para darles un aspecto helicoidal con el comando Remolino.

#### Ejercicio 13-5 Deformar con el comando Remolino

1. Abra el modelo **Remolino.3dm**.
2. Seleccione los radios de la rueda como objetos para deformar y ejecute el comando **Remolino** (*Barra de herramientas: Deformación*).
3. En la vista **Frontal**, defina el **Centro del remolino** en **0,0,0**.
4. Cuando le solicite el **Radio**, restrinja el cursor en el círculo bloqueado cerca del centro de la rueda (1).
5. Cuando le solicite el **Segundo radio**, restrinja el cursor a la derecha de la rueda en el arco (2).



6. Cuando le solicite **Ángulo de espiral**, arrastre el cursor alrededor del círculo unos 15 grados para deformar suavemente los radios en forma de espiral.

**Opciones:**

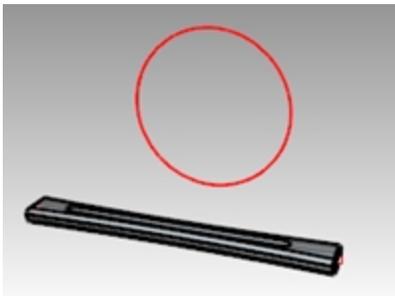
- Copiar = Sí/No
- Rígido = Sí/No Si selecciona Sí, los objetos rotarán y se moverán por la espiral, pero no se deformarán. Esta opción sirve para grupos y patrones de objetos sencillos.

**Hacer fluir a lo largo de una curva**

En este ejemplo, haremos fluir un objeto a lo largo de una curva con la grabación de historial activada. Esto nos permitirá realizar una segunda deformación del objeto original y ver la actualización en la pieza.

**Ejercicio 13-6 Deformar un objeto y que fluya a lo largo de una curva**

1. Abra el modelo **Fluir y Retorcer.3dm**.
2. En la **barra de estado**, active **Grabar historial**.
3. Haga clic con el botón derecho en el cuadro **Grabar historial** y seleccione la casilla **Actualizar descendientes**. (esta opción debería estar activada de manera predeterminada)

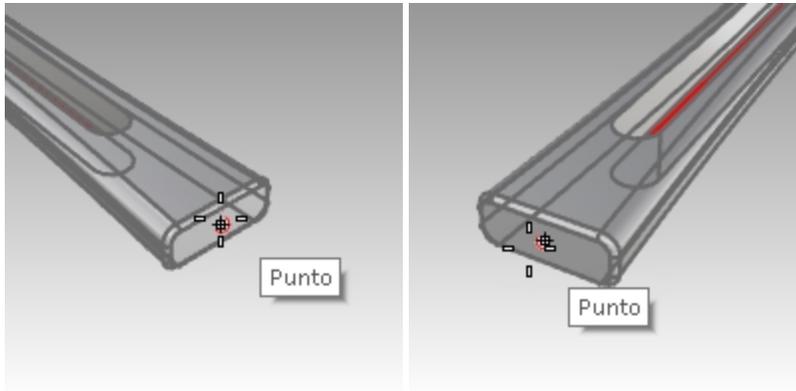


4. Seleccione la polisuperficie y, en el menú **Transformar**, haga clic en **Fluir por curva**. Seleccione **Copiar=Sí, Rígido=No, Local=No** y **Estirar=Sí**.
5. Cuando le solicite **Curva base**, seleccione la línea recta (a través del centro de la polisuperficie).
6. Cuando le solicite la **Curva de carril**, seleccione el círculo.  
Una copia de la polisuperficie fluirá alrededor del círculo.

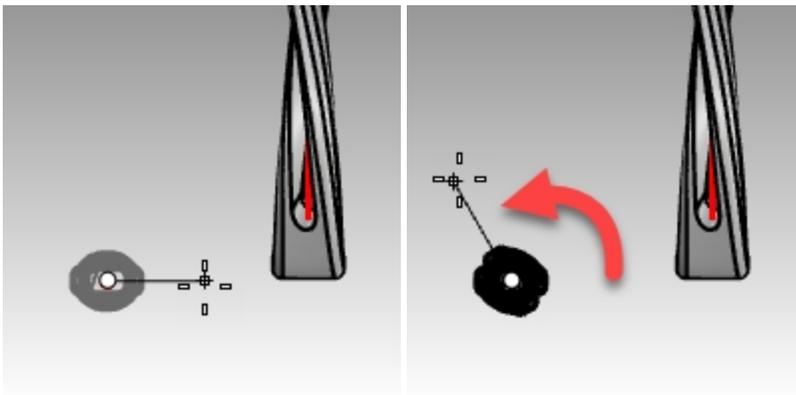


7. **Retuerza** la polisuperficie original 360 grados o más. Seleccione la polisuperficie original y, en el menú **Transformar**, haga clic en el comando **Retorcer**.

8. En la vista **Perspectiva**, diseñe los puntos en el final de la pieza como eje de torsión.



9. Mueva el cursor en el sentido contrario a las agujas del reloj para mostrar el ángulo final de 360 grados o más y diseñe un punto para la torsión.



La polisuperficie creada con el comando **Fluir** e **Historial** se actualiza para coincidir con la polisuperficie retorcida.



## Fluir

El comando **Fluir** vuelve a alinear un objeto o grupo de objetos desde una curva base hasta una curva objetivo.

### Pasos

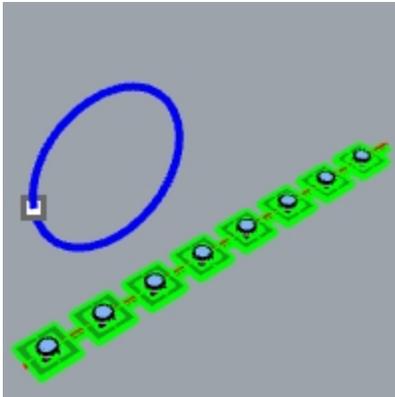
1. Seleccione los objetos.
2. Seleccione la curva base cerca de un final.
3. Seleccione la curva objetivo cerca del final coincidente.

De manera similar a **Fluir** por superficie, el comando **Fluir** permite fluir sólidos a lo largo de una curva. De este modo se facilita el diseño en 3D y permite que Rhino haga todo el trabajo de *morphing*.

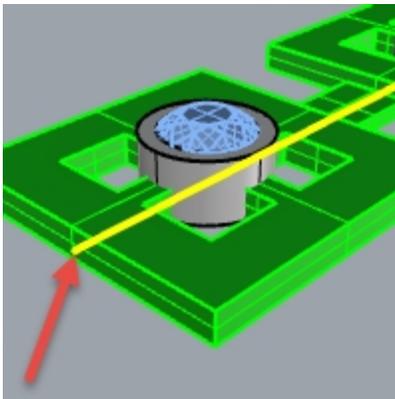
## Crear un anillo con el comando Fluir

### Ejercicio 13-7 Hacer fluir las piezas de un anillo por la curva del aro

1. Abra el modelo **Fluir\_anillo.3dm**.
2. Seleccione la polisuperficie verde como objeto para fluir.
3. En el menú **Transformar**, haga clic en **Fluir por curva**.

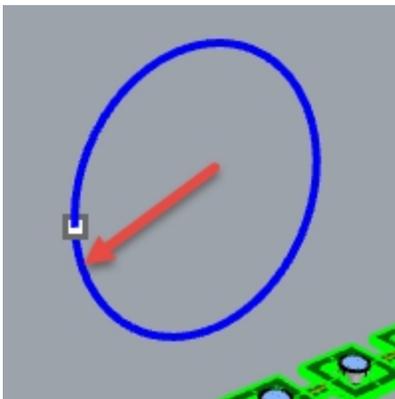


4. Para la **Curva base**, seleccione la curva lineal roja cerca del extremo izquierdo.  
**Nota:** en la vista **Perspectiva**, cambie el modo de visualización a **Semitransparente** para ver y seleccionar la curva base más fácilmente.



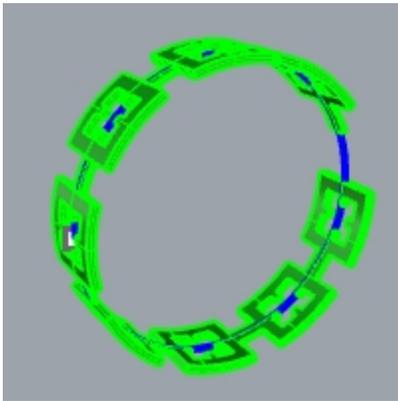
*Curva base.*

5. En este momento, confirme las siguientes opciones en la línea de comandos (**Copiar=Sí Rígido=No Estirar=No**).
6. Como **Curva de destino**, seleccione la curva de círculo ligeramente por debajo de posición del punto.



La polisuperficie se deforma o fluye creando la forma de la curva de destino. Observe que la polisuperficie no fluye completamente alrededor del círculo.

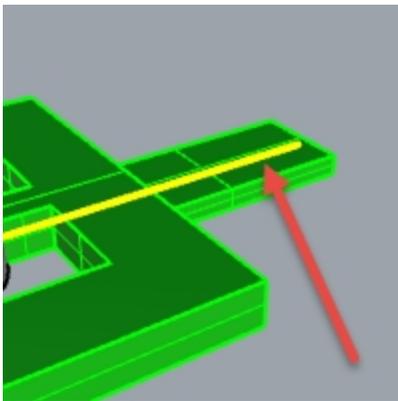
7. **Deshaga** la acción.



Haga fluir esta polisuperficie unas veces más utilizando diferentes opciones.  
En primer lugar, cambie la dirección del comando Fluir.

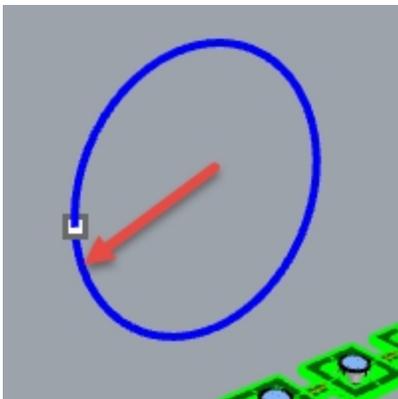
### Hacer fluir las piezas de un anillo por la curva del aro en otra dirección

1. Repita el comando **Fluir por curva** siguiendo los mismos pasos, pero seleccione la **Curva base** en el extremo opuesto.



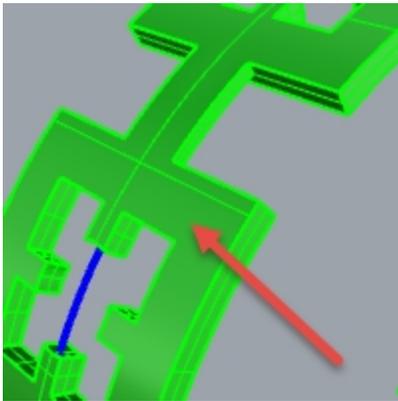
*Curva base.*

2. Como **Curva de destino**, seleccione el la curva de círculo ligeramente por debajo de posición del punto.

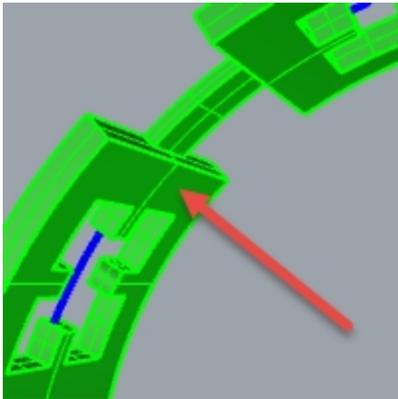


Observe que el interior y el exterior de la original polisuperficie se ha invertido.

3. **Vuelva a Deshacer.**



*La parte inferior de la polisuperficie original está en el exterior.*



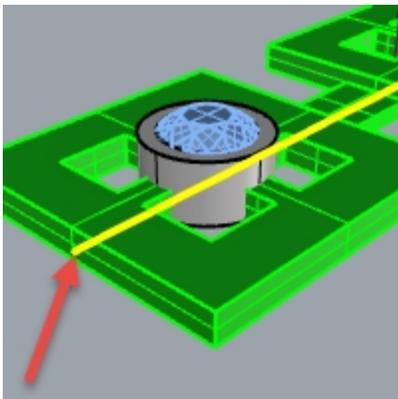
*La parte superior de la polisuperficie original está en interior.*

En segundo lugar, estire la polisuperficie original para que se ajuste completamente alrededor del círculo.

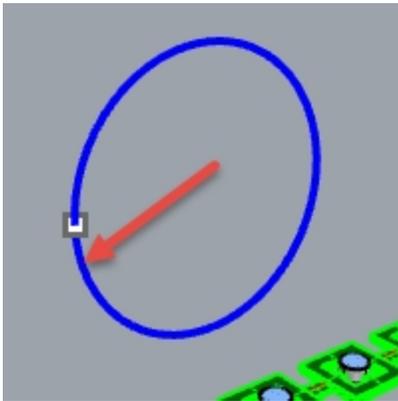
#### **Hacer fluir las piezas de un anillo por la curva del aro, estirándolo para que se ajuste a toda la curva**

1. Repita el comando **Fluir por curva** igual que la primera vez, seleccionando la **Curva base** cerca del extremo izquierdo.

**Nota:** en la vista **Perspectiva**, cambie el modo de visualización a **Semitransparente** para ver y seleccionar la curva base más fácilmente.



2. En este momento, confirme las siguientes opciones en la línea de comandos (**Copiar=Sí Rígido=No Estirar=Si**).
3. Seleccione la curva del círculo ligeramente por debajo de la posición del punto como **Curva de destino**.



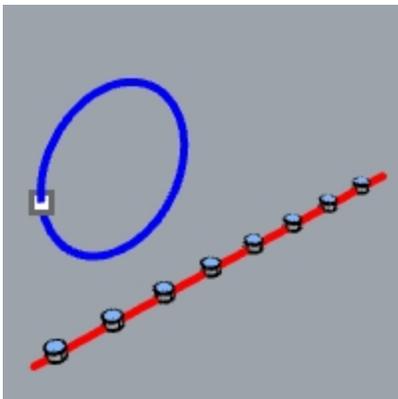
La polisuperficie se deforma o fluye completamente alrededor de forma circular de la curva de destino.

4. Utilice el comando **Info** para confirmar que es una polisuperficie sólida cerrada.

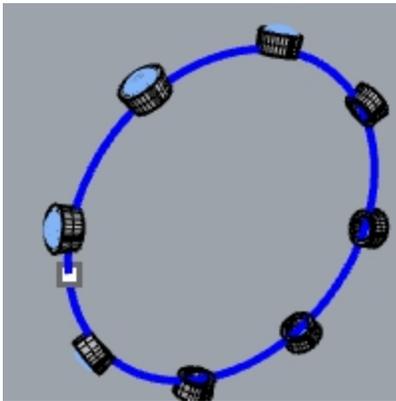


### Hacer fluir las gemas y los engastes

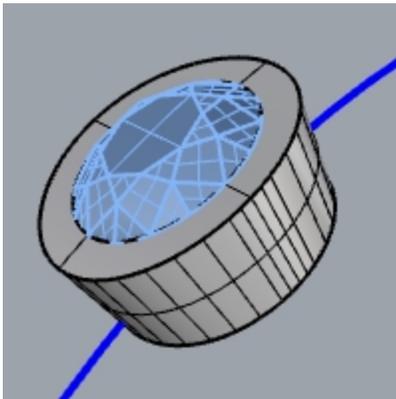
1. Oculte la polisuperficie original y la polisuperficie fluida.
2. En el menú **Transformar**, haga clic en **Fluir por curva**.
3. Cuando le solicite los **Objetos para hacer fluir**, seleccione las gemas y los engastes por capa.



4. En el panel de **Capas**, haga clic con el botón derecho en la capa **Engaste**. Elija **Seleccionar objetos** en el menú que aparece en el cursor.
5. En el panel de **Capas**, haga clic en la capa **Gema\_Rubí**. Elija **Seleccionar objetos** en el menú que aparece en el cursor.
6. **Intro** para cerrar la selección de objetos.
7. A continuación, seleccione la **Curva base** cerca del extremo izquierdo.
8. En este momento, confirme las siguientes opciones en la línea de comandos:  
**(Copiar=Sí Rígido=No Estirar=Sí)**.
9. Como **Curva de destino**, seleccione la curva de círculo ligeramente por debajo de posición del punto. Los engastes y las gemas se deformarán para ajustarse alrededor del círculo.

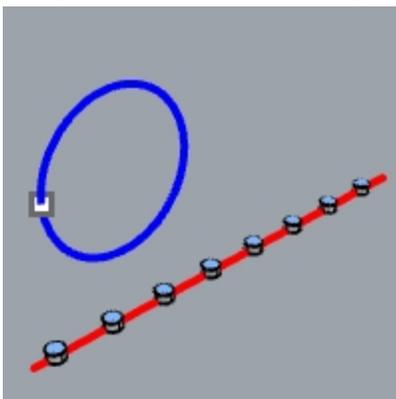


10. Examine los resultados.  
Los lados de los engastes no son perpendiculares, la superficie superior no es plana y la gema se estira.
11. **Deshaga** la acción.

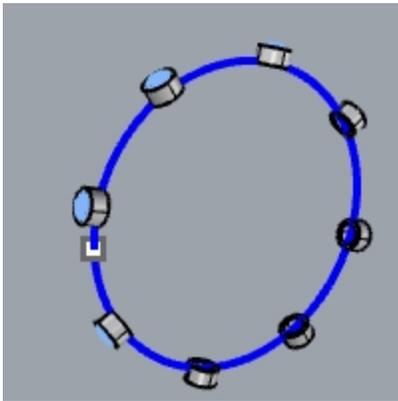


#### Para hacer fluir las gemas y los engastes con **Rígido=Sí**

1. En el menú **Transformar**, haga clic en **Fluir por curva**.
2. Cuando le solicite los **Objetos para hacer fluir**, seleccione las gemas y los engastes en el panel de **Capas**.  
En el panel de **Capas**, haga clic en la capa **Engaste**. Elija **Seleccionar objetos** en el menú que aparece en el cursor.  
En el panel de **Capas**, haga clic en la capa **Gema\_Rubí**. Elija **Seleccionar objetos** en el menú que aparece en el cursor.
3. **Intro** para cerrar la selección de objetos.

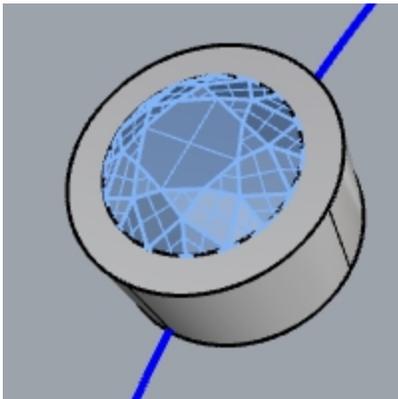


4. Seleccione la **Curva base** cerca del extremo izquierdo.
5. En este momento, confirme las siguientes opciones en la línea de comandos:  
**(Copiar=Sí Rígido=Sí Estirar=Sí)**.
6. Como **Curva de destino**, seleccione la curva de círculo ligeramente por debajo de posición del punto.  
Los engastes y las gemas se estiran para ajustarse alrededor del círculo, pero los objetos no se deforman.

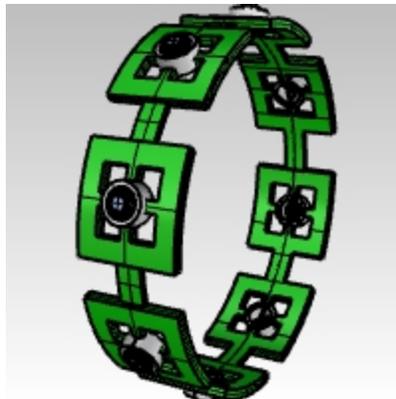
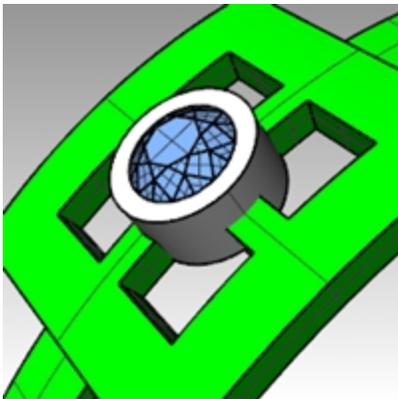


7. Examine los resultados.

Los lados de los engastes son perpendiculares, la superficie superior es plana y la gema no se estira.



8. **Muestre** la polisuperficie verde otra vez.



# Capítulo 14 - Bloques

La utilización de bloques en Rhino tiene dos ventajas:

- Los objetos idénticos se pueden editar o reemplazar en cualquier momento.
- Puesto que muchos objetos idénticos hacen referencia a una definición, los archivos con muchos objetos repetidos pueden ser más pequeños, a veces mucho más pequeños, que los archivos en que cada uno es su propio objeto definido independientemente.

En Rhino, un bloque aparece como un grupo de objetos. Pueden ser objetos 2D simples o bien objetos 3D complejos. Un bloque puede estar formado por líneas, polilíneas, curvas de forma libre, superficies, polisuperficies, sólidos, cotas, texto e incluso otros bloques. Cuando un bloque contiene otros bloques, se dice que están anidados. El nivel de anidado que puede utilizarse no está limitado.

## Referencias y definiciones

Cada bloque tiene una sola definición. La definición es el conjunto de objetos que componen el bloque. Esta definición está oculta para el usuario. El objetivo es proporcionar la definición para las referencias del bloque que aparecen en el modelo. Puede haber cualquier número de referencias de un bloque, pero solo una definición. Por tanto, cuando el usuario modifica una definición de bloque, todas las referencias de ese bloque reflejarán los cambios.

### Definición de bloques

Los bloques pueden definirse con el comando **Bloque**, que añade una nueva definición de bloque y deja una referencia del bloque en su lugar.

Las referencias de bloque pueden agregarse copiando referencias existentes o utilizando el comando **Insertar**. **Insertar** permite elegir entre una lista de definiciones de bloque existentes o seleccionar un archivo externo.

**Nota:** Puede haber definiciones de bloque en un archivo para que el que no aparecen referencias. La eliminación de una referencia no afecta a la definición.

### Puntos de inserción

Cada bloque tiene un punto de inserción. Se trata de la posición base del bloque en su conjunto y es, de hecho, el punto que se utiliza cuando se añade una referencia de bloque mediante el comando **Insertar**.

### Bloques incrustados y vinculados

Cuando la definición de un bloque se guarda en el archivo de Rhino, se dice que el bloque está incrustado. Si la definición de bloque existe como archivo independiente, el bloque está vinculado. En este último caso, los cambios guardados en el archivo externo son los que controlan la apariencia de las referencias de bloque en todos los archivos en los que se inserta.

## Capas y bloques

Las capas pueden ser confusas cuando se utilizan bloques. Es importante tener en cuenta que cualquier referencia de un bloque existirá en alguna capa al igual que cualquier objeto de Rhino.

- Generalmente, esta es la capa actual cuando se inserta la referencia, pero la capa de la referencia se puede cambiar, al igual que cualquier otro tipo de objeto. Sin embargo, cada objeto de la definición de bloque también existe en alguna capa, independiente de la referencia del bloque en su conjunto. Por ejemplo, dos referencias del mismo bloque pueden estar en diferentes capas, pero los objetos que forman la definición de bloque estarán en las mismas capas en cada referencia.
- Activar o desactivar una capa que contiene una referencia mostrará u ocultará toda la referencia. Activar o desactivar las capas de los objetos contenidos en un bloque mostrará u ocultará esa parte en cada referencia del bloque, independientemente de la capa en la que esté la referencia.
- Las capas de los bloques vinculados (capas de referencia) pueden mostrarse en el panel de capas como capas normales, o bien mostrarse como capas de referencia especiales.

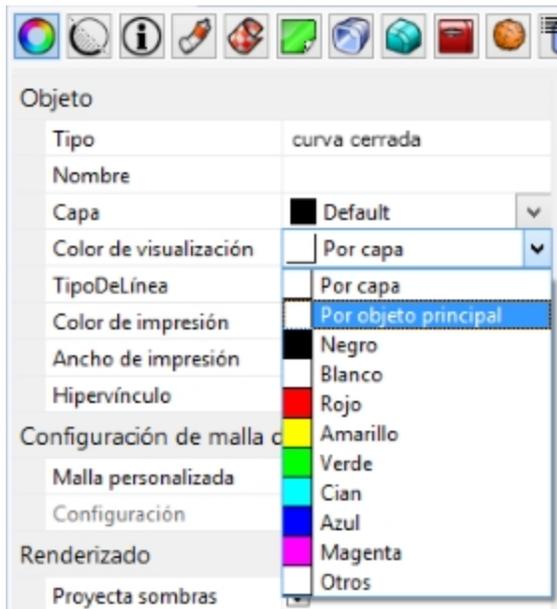
### Reglas para bloques

A continuación se indican algunos aspectos que hay que tener en cuenta cuando se utilizan bloques. Es mejor leerlos hasta que se entiendan bien.

Además, en este capítulo vamos a practicar con bloques. Le resultará más fácil familiarizarse con estos aspectos al crear

e insertar los objetos de bloque.

- La capa definida como actual cuando se inserta la referencia de bloque se denomina capa de referencia. La referencia insertada está en esta capa.
- La visibilidad de todo el bloque se controla con la capa de referencia del bloque.
- Si desactiva la capa de referencia del bloque, el bloque no estará visible, independientemente de las capas a las que esté asignada la geometría.
- A los objetos del bloque se les pueden asignar ciertas propiedades con la opción "Por capa principal". Esta opción asigna a los objetos unas propiedades únicas cuando se agrupan en un bloque.
- Las propiedades de objeto de color de visualización, color de trazado y anchura de trazado pueden asignarse "Por capa principal".



- Los objetos asignados por capa principal y agrupados en un bloque tienen una propiedad camaleónica. Cambian para mostrar el color y la anchura de trazado de la capa de referencia del bloque.
- Esta potente función permite que un bloque se vea diferente sin crear otro bloque independiente.
- La capa definida como actual cuando se crea el bloque no repercute en la definición de bloque.
- Las capas de los objetos de la definición del bloque y la capa que es actual cuando se inserta una referencia influyen en cómo se comportan las referencias de bloque con respecto a la visibilidad y la apariencia.

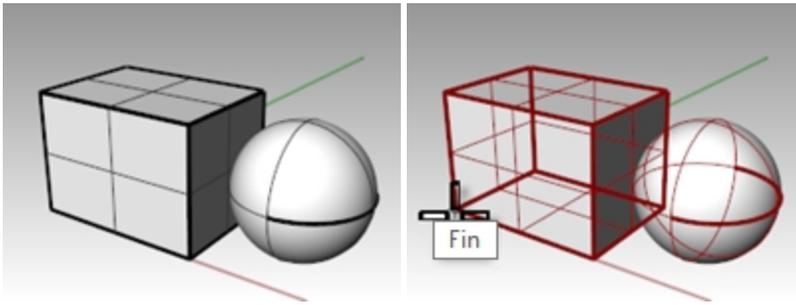
## Bloques

Las definiciones de bloque se editan más fácilmente con el comando **EdiciónDeBloques** o haciendo doble clic en una referencia de bloque. Si el bloque es un bloque vinculado, la edición abrirá el archivo vinculado en una nueva instancia de Rhino y la instancia actual se suspenderá hasta que se cierre esa segunda instancia de Rhino.

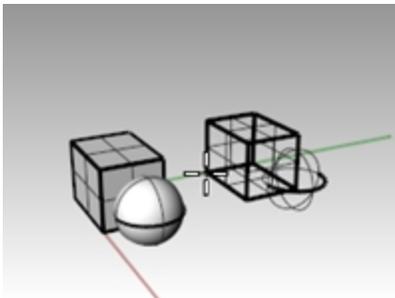
### Ejercicio 14-1 Información básica sobre bloques

#### Crear un bloque

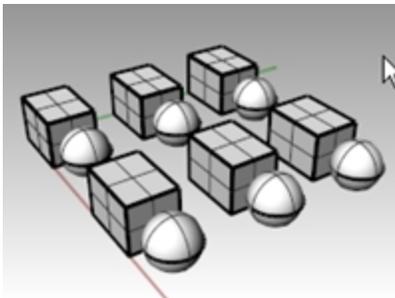
1. Empiece un nuevo modelo.
2. Dibuje una **caja** y una **esfera** cerca del origen.
3. **Selecione** los dos objetos
4. Utilice el comando **Bloque** (*menú Edición > Bloques > Crear definición de bloque*) para crear un bloque.
5. Cuando le solicite **Punto base de bloque**, restrinja el cursor a una esquina de la caja. El punto que seleccione será el punto de inserción del bloque.



6. En el cuadro de diálogo **Propiedades de definición de bloque**, campo **Nombre**, escriba **Test 1** y pulse **Aceptar**.
7. Utilice el comando **Insertar** (*Menú: Archivo > Insertar*) para insertar el nuevo bloque.
8. En la lista desplegable de la parte superior del cuadro de diálogo **Insertar**, seleccione **Test 1**. Asegúrese de insertar como **Referencia de bloque** y no como **Grupo** u **Objetos individuales**.
9. Acepte los valores predeterminados de **Escala** y la **Rotación**.
10. Coloque el bloque en la escena de Rhino. Observe que el cursor sigue la posición que define como punto base del bloque cuando se creó el bloque. Éste es el punto de inserción.

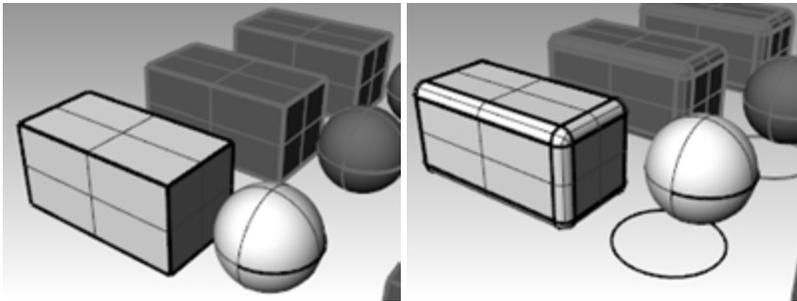
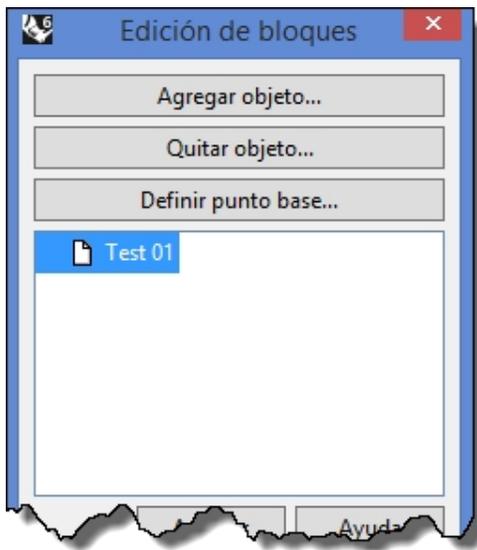


11. **Seleccione** la referencia de bloque y cree una o dos copias de esta referencia con el comando **Copiar**.

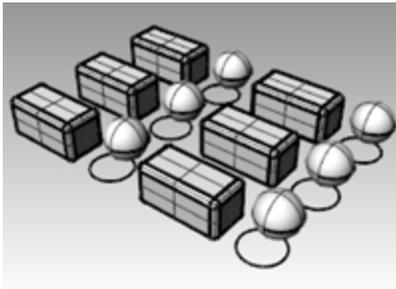


### Redefinir un bloque

1. **Haga doble clic** en una de las referencias de bloque.
2. Se abrirá el cuadro de diálogo **Edición de bloques**, la geometría original volverá a la posición del bloque y el color de sombreado de todos los demás bloques se volverá oscuro. La esfera y la caja ahora se seleccionan individualmente.
3. Utilice el comando **EmpalmarBorde** para empalmar los bordes de la caja, mueva un poco la esfera con el comando **Mover** y añada un **Círculo**.



- Haga clic en **Aceptar** en el cuadro de diálogo **Editor de bloques**. Observe que las otras referencias de bloque colocadas y copiadas antes ahora están actualizadas y se ven igual que el bloque redefinido. En lugar de una caja y una esfera, los bloques tienen una caja redondeada, una esfera desplazada y un círculo.

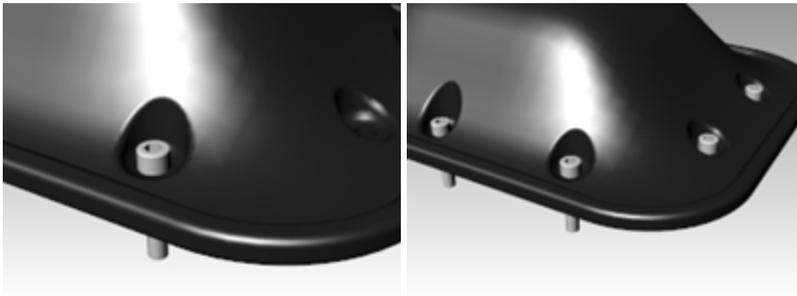


## Archivos como bloques

El comando **Insertar** tiene las opciones de punto de inserción, escala y rotación. El bloque puede insertarse como instancia de bloque, grupo o como objetos individuales.

### Ejercicio 14-2 Inserción de archivos como bloque

- Abra el modelo **Bloques-mm.3dm**.
- Establezca **Tornillos** como capa actual.
- Utilice el comando **Insertar** (*Menú: Archivo > Insertar*) para insertar el modelo **FILH-M6-1.0-25.3dm**.
- En el cuadro de diálogo **Insertar**, seleccione **Insertar como instancia de bloque** y haga clic en **Aceptar**.
- En el cuadro de diálogo **Opciones de inserción de archivo**, seleccione **Incrustar y vincular** y haga clic en **Aceptar**.
- Para el **Punto de inserción**, restrinja el cursor al centro de uno de los agujeros de la cubierta.
- Copie** el tornillo alrededor de todos los demás agujeros.

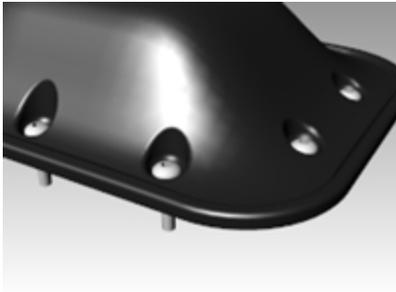


### Cambiar el bloque

1. Ejecute el comando **Administrador de bloques** (*Menú: Edición > Bloques > Administrador de bloques*).
2. Seleccione la Definición de bloque para el tornillo insertado.
3. Haga clic en el botón **Propiedades**.
4. En **Nombre de definición de bloque**, escriba **Tornillo**.
5. En **Nombre de archivo**, seleccione **Examinar**, seleccione **RH-M6-1.0-25.3dm** y haga clic en **Abrir**.
6. En el cuadro de diálogo **Propiedades de definición de bloque**, haga clic en **Aceptar**.
7. En el **Administrador de bloques**, haga clic en **Actualizar**.

Los tornillos cambian a tornillos de cabeza redondeada y el color cambia para coincidir con el color de capa de la capa de inserción.

**Nota:** Incluso en un archivo pequeño como este, la diferencia de tamaño puede ser significativa. Si en este archivo se hubieran importados los tornillos y luego copiado, sería un 35-40 por ciento más grande que con las referencias de bloque. El uso de bloques puede reducir problemas causados por tamaños grandes de archivos.





# Capítulo 15 - Solución de problemas

Las herramientas de resolución de problemas se usan principalmente para reparar archivos importados de otros programas.

En ciertos casos, algunas operaciones de Rhino pueden crear "objetos deficientes". Los objetos deficientes pueden causar fallos en algunos comandos, y sombrear, renderizar o exportar incorrectamente.

Es conveniente utilizar con frecuencia los comandos **Comprobar** (*Menú: Análisis > Diagnóstico > Comprobar*) o **SelObjetosDeficientes** (*Menú: Análisis > Diagnóstico > Seleccionar objetos deficientes*) durante el modelado. Si los errores se pueden detectar de inmediato, los objetos se pueden reparar más fácilmente que si la parte deficiente se usa para crear otros objetos.

Si el objetivo es crear un renderizado o una malla poligonal, algunos errores se pueden ignorar siempre que no dificulten la construcción del modelo en fases posteriores.

Cuando hay que exportar objetos como NURBS a otras aplicaciones de ingeniería o fabricación, es mejor eliminar todos los errores siempre que sea posible.

## Estrategia general

Los pasos para solucionar los problemas serán los mismos tanto si el archivo ha sido creado en Rhino como si proviene de otra aplicación. Con el tiempo, irá descubriendo patrones comunes de problemas y creará procedimientos para solucionarlos.

Aunque las técnicas utilizadas varían en gran medida según el archivo, describiremos una estrategia general para reparar archivos.

## Empezar con un archivo limpio

Siempre que sea posible, se recomienda dedicar un poco de tiempo a "limpiar" el archivo de exportación en la aplicación de origen para evitar tener que hacer el doble de trabajo posteriormente. Desafortunadamente, ésta no siempre es la solución.

### Instrucciones para reparar archivos

1. **Oculte** o **suprima** la información innecesaria.
2. Utilice el comando **SelDup** (*Menú: Edición > Seleccionar objetos > Objetos duplicados*) para encontrar entidades duplicadas y elimínelas o muévalas a una capa de duplicados por si las necesita posteriormente.
3. **Oculte** curvas y puntos.
4. Utilice el comando **SelSup** (*Menú: Edición > Seleccionar objetos > Superficies*) para seleccionar todas las superficies o el comando **SelPolisup** (*Menú: Edición > Seleccionar objetos > Polisuperficies*) para seleccionar todas las polisuperficies.
5. **Invierta** la selección con el comando *Invertir* (*Menú: Edición > Seleccionar objetos > Invertir*), mueva los elementos seleccionados a otra capa y desactive la capa.  
De este modo, en la pantalla sólo quedarán las superficies o polisuperficies.
6. Compruebe si hay superficies deficientes.  
Los comandos **Comprobar** y **SelObjetosDeficientes** determinarán si el modelo tiene superficies con problemas en sus estructuras de datos. Mueva estas superficies a una capa de "superficies deficientes" para limpiarlas posteriormente.  
Si el objeto deficiente es una polisuperficie, utilice el comando **ExtraerSupDeficiente** para extraer superficies deficientes de la polisuperficie original.  
Entonces puede reparar las superficies deficientes y utilizar el comando **Unir** para volver a asociarlas a la parte buena de la polisuperficie.
7. **Sombree** la vista e inspeccione el modelo visualmente.  
Ha quedado como esperaba?  
¿Faltan superficies?  
¿Las superficies se extienden por donde deberían?  
Las curvas de corte necesarias para repararlas pueden estar en la capa de duplicados.
8. Observe el parámetro de **Tolerancia absoluta** en el cuadro de diálogo **Propiedades de documento** de la página **Unidades**.  
¿Es razonable? El modelado de superficies de forma libre precisa un ajuste inteligente de la tolerancia de modelado. Los bordes de superficie se ajustan a los bordes de superficie contiguos dentro de la tolerancia de

modelado especificada. Cuanto más ajustada sea la tolerancia, más complejas serán las superficies y más bajo el rendimiento del sistema. No vale la pena ajustar los bordes con una tolerancia que no sea compatible con algunos procesos de fabricación o con la precisión de los datos de entrada.

9. **Una** (*Menú: Edición > Unir*) las superficies.

En la unión, los bordes se unen si se ajustan a la tolerancia de modelado especificada. Si se salen de la tolerancia establecida, no se unen. Unir no altera la geometría. Únicamente considera que los bordes son lo bastante cerrados para que sean coincidentes, y luego se descarta un borde.

Observe los resultados en la línea de comandos. ¿Obtuvo todas las polisuperficies que esperaba? A veces, después de importar un archivo IGES hay superficies dobles. Normalmente, una estará completa y a la segunda le faltaran recortes interiores. Cuando se ejecuta el comando Unir, no puede controlar cuál de las dos superficies se seleccionará. Si cree que esto le ha sucedido, intente unir los dos bordes desnudos. Si no hay ningún borde desnudo donde debería haberlo, deshaga la unión y seleccione las superficies duplicadas. Elimine las superficies menos completas y vuelva a ejecutar el comando Unir.

10. Compruebe los **bordes desnudos**.

Los bordes desnudos son bordes de superficie que no están unidos a otra superficie. Durante el proceso de **Unión**, los dos bordes estaban mucho más separados que la tolerancia de modelado especificada. La causa puede ser un modelado inicial incorrecto, un ajuste de tolerancia falso en el archivo IGES importado, o que haya superficies duplicadas. Si aparecen demasiados bordes desnudos cuando ejecuta el comando **MostrarBordes** (*Menú: Análisis > Herramientas para bordes > Mostrar bordes*), trate de deshacer el comando **Unir** y de aumentar la tolerancia absoluta, y vuelva a Unir de nuevo. Es posible que el modelado original se realizara con mayor tolerancia y que luego se exportara con menor tolerancia.

**Nota:** No se puede mejorar el ajuste de tolerancia entre superficies sin un remodelado considerable.

11. **Una** los bordes desnudos o vuelva a modelar.

Unir los bordes desnudos puede suponer una ventaja a medias. Se trata de un intercambio y puede causar problemas más adelante. Si el motivo de unir los bordes es para importarlos posteriormente como sólido a un modelador de sólidos, o para una operación de mallado, como crear un archivo STL, el uso del comando **UnirBorde** (*Menú: Análisis > Herramientas para bordes > Unir 2 bordes desnudos*) no causará ningún problema. Si tiene que cortar secciones y realizar otras operaciones para "recuperar curvas", las secciones tendrán aberturas cuando atraviesen bordes unidos fuera de la tolerancia. La extensión de la abertura se muestra antes de la unión. Si la abertura es menos del doble de la tolerancia, puede continuar sin preocuparse. Si la abertura es demasiado ancha, trate de editar o reconstruir las superficies para reducir la abertura. Unir y UnirBorde no alteran la geometría de la superficie. Únicamente consideran los bordes como coincidentes dentro de la tolerancia especificada.

12. **Repare** las superficies deficientes.

Es mejor reparar las superficies deficientes una a una y, con el comando Unir, ir uniéndolas en la polisuperficie. De los menos destructivos a los más radicales, los problemas que hicieron fallar el comando **Check** se pueden reparar de la siguiente manera:

- **Reconstruya** los bordes.
- **Desasocie** las curvas de recorte y vuelva a recortarlas.
- **Reconstruya las superficies** (las superficies cambian de forma).
- **Sustituya las superficies**, reúna los bordes de las superficies circundantes, corte secciones en las superficie deficientes y construya superficies de reemplazo para las curvas reunidas.

13. **Compruebe** si hay **objetos erróneos**.

Algunas veces, unir superficies que pasan la comprobación puede dar como resultado una polisuperficie cuya comprobación falla. Normalmente se debe a minúsculos segmentos en el borde o en las curvas de corte que son más pequeños que la tolerancia de modelado.

14. Extraiga las superficies adyacentes, compruébelas, ejecute el comando **FusionarBorde** (*Menú: Análisis > Herramientas para bordes > Fusionar borde*) para eliminar esos minúsculos segmentos y vuelva a unirlos.

Estará listo cuando obtenga una polisuperficie cerrada verificada con **Check** y que no tenga bordes desnudos.

Mientras une y repara superficies, siempre va bien ejecutar el comando **Check** de vez en cuando.

15. **Exportar**.

Ahora que modelo se ha limpiado y reparado, puede exportarlo como IGES, Parasolid o STEP para importarlo a su aplicación.

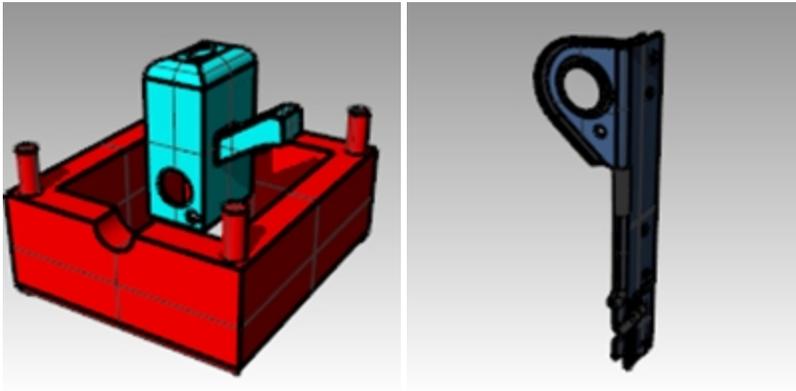
---

**Ejercicio 15-1 Para practicar estos procedimientos**

---

**Practicar estos procedimientos**

1. **Abra** el modelo **Comprobar 01.3dm**.  
Este archivo contiene un objeto deficiente.
2. Busque el objeto erróneo, repárelo, vuelva a recortarlo y vuelva a unir las superficies.
3. **Abra** el archivo **Comprobar 02.igs**.  
Este archivo tiene varios problemas. Es una muestra representativa de los problemas más frecuentes que tienen los archivos IGES.
4. Después de reparar el objeto deficiente y de recortarlo, busque otros objetos que parecen estar recortados erróneamente.





# Capítulo 16 - Mallas poligonales

Una malla define una forma mediante un conjunto de posiciones de puntos. Una malla sabe cuál es la posición de los vértices, pero no sabe qué hay entre los vértices.

Aunque Rhino es un modelador NURBS, se han incluido herramientas para crear y editar mallas poligonales.

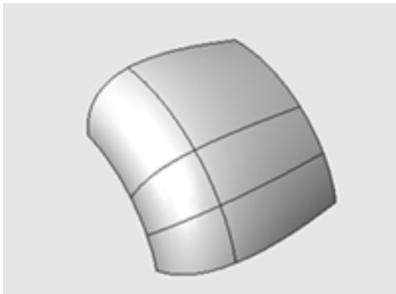
Exploraremos varios métodos para la creación y edición de mallas para diferentes fines. Los aspectos más importantes para determinar la mejor técnica de mallado dependen de su uso posterior. Si la malla se va a utilizar para el renderizado, la configuración será diferente a la de una malla que se use para fabricación (mecanizado o prototipado).

## Mallas de renderizado

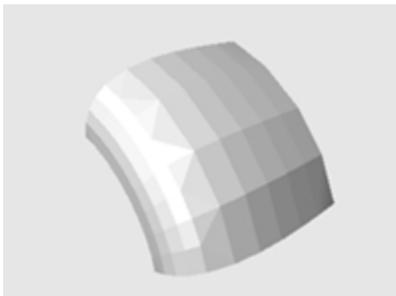
Cuando se crean mallas para renderizar, los aspectos más importantes son la presentación y la velocidad. Debería intentar crear una malla con el menor número posible de polígonos para obtener la apariencia que desea. El número de polígonos afectará al rendimiento, pero muy pocos polígonos puede que no le proporcionen la calidad esperada en el renderizado final. Normalmente, si se ve bien es que tiene la configuración correcta.

## Mallas para la fabricación

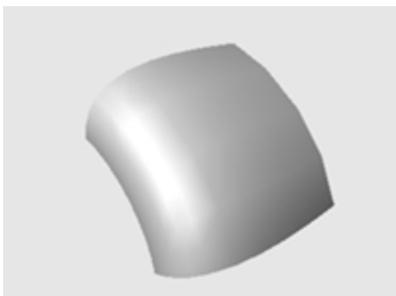
El enmallado para la fabricación es totalmente diferente. Debería intentar obtener la menor desviación de la malla desde la superficie NURBS. La malla es una aproximación de la superficie NURBS y es posible que en el objeto fabricado se advierta una desviación de la superficie NURBS.



Si el mallado no es bastante preciso para la fabricación, habrá bordes de polígonos visibles en los productos finales.



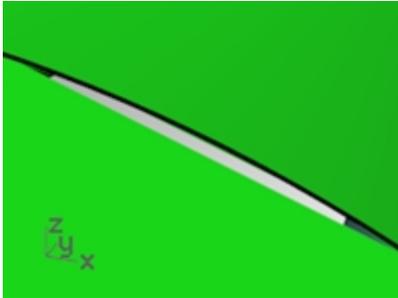
Si se utiliza la misma configuración de mallado, el sistema de renderizado puede ocultar bordes de polígonos y "suavizar" visualmente la malla para que tenga una apariencia más suave.



### Ejercicio 16-1 Haga pruebas con estas opciones de malla

1. **Abra** el archivo **Mallado.3dm**.
2. **Sombree** la vista **Perspectiva** y examine el borde curvado entre las superficies.

3. Hay una serie de aberturas angulares que muestran el color del fondo.



4. Vuelva a la vista en modo **Alámbrico**.

Parece que los bordes coinciden exactamente. Las aberturas de la vista sombreada eran debidas a la malla poligonal que utiliza Rhino para crear vistas sombreadas y renderizadas. Los polígonos tienen los bordes tan gruesos que se pueden ver claramente como facetas individuales.



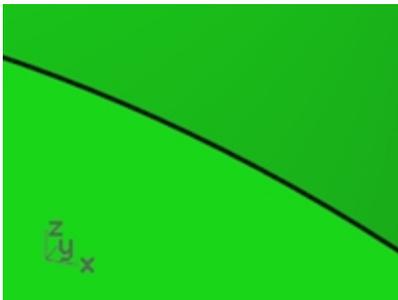
5. En el cuadro de diálogo **Propiedades de documento**, en la página **Malla**, haga clic en **Suave y más lenta**.

6. Examine el borde curvado entre las superficies.

La superficie redondeada es más suave y limpia, pero los bordes siguen teniendo aberturas.

Aunque es posible usar la configuración Personalizada para refinar la malla sombreada lo suficiente como para eliminar los bordes denticulados, todas las mallas renderizadas del modelo se verán afectadas. Esto aumentará el tiempo necesario para crear mallas y disminuirá el rendimiento del sombreado y el renderizado a niveles inaceptables.

7. Para eliminar los agujeros sin refinar los parámetros de malla, una las superficies adyacentes unas con otras.



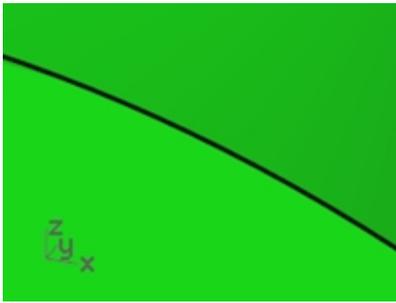
8. **Una** las tres superficies.

La malla se refina a lo largo de cada lado de los bordes unidos para que coincidan exactamente con el otro lado del borde. De este modo se eliminan las aberturas.

Rhino guarda estas mallas poligonales junto con el archivo para reducir el tiempo necesario para sombrear el modelo cuando se vuelva a abrir. Estas mallas pueden ser muy grandes y pueden incrementar considerablemente el tamaño del archivo.

9. En el menú **Archivo**, haga clic en **Guardar reducido**.

Esta opción permite guardar el archivo sin mallas de renderizado ni previsualización de bitmap para ahorrar espacio en el disco.



**Nota:** Las mallas creadas con el comando Renderizar y los modos de sombreado en las superficies y polisuperficies NURBS son invisibles en modo alámbrico y no pueden separarse del objeto NURBS. Las mallas de renderizado se gestionan para el modelo actual en el cuadro de diálogo **Propiedades de documento**, página **Malla**. Además, puede cambiar la **Configuración de malla de renderizado** objeto en el cuadro de diálogo **Propiedades de objeto**.

## Mallas desde objetos NURBS

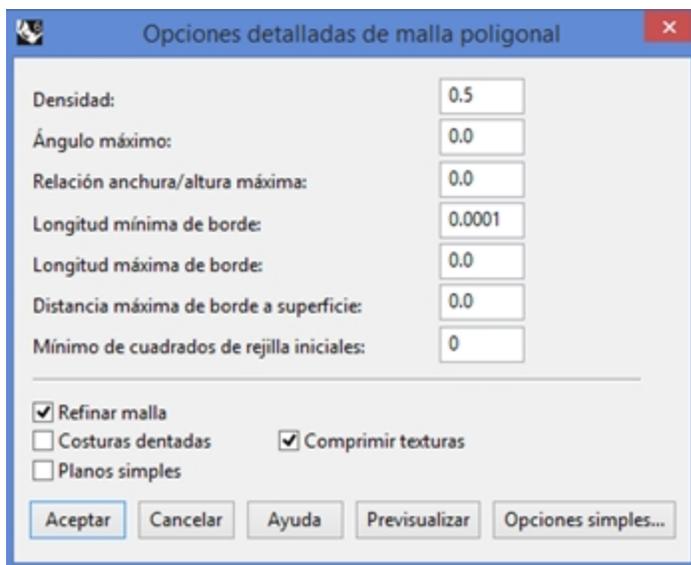
Las mallas creadas con el comando Malla se pueden ver y editar, y están separadas de los objetos NURBS desde los que fueron creadas.

Rhino tiene dos métodos para controlar la densidad de las mallas: **Opciones simples** y **Opciones detalladas**. Con **Opciones simples** se utiliza un botón deslizante para controlar de manera aproximada la densidad y el número de mallas poligonales. Con **Opciones detalladas** puede cambiar cualquiera de los seis parámetros y activar cuatro casillas de verificación para controlar la creación de la malla.

La malla se crea en tres pasos basados en los criterios que se describen a continuación: cuadrados iniciales, refinación y ajuste para límites de corte. Estos pasos no se muestran, sino que son automáticos.

En el siguiente ejercicio, comentaremos cada una de las seis funciones e ilustraremos su influencia sobre el modelo.

### Opciones detalladas de malla poligonal



#### Densidad

Utiliza una fórmula para controlar la cercanía de los bordes de los polígonos respecto a la superficie original. Valores entre 0 y 1. Los valores más altos dan como resultado una malla con un mayor número de polígonos.

#### Ángulo máximo

El ángulo máximo es el ángulo máximo entre las facetas adyacentes de la malla. Los valores bajos producen un mallado más lento, de mayor precisión y mayor número de polígonos.

#### Relación de aspecto máxima

Altura/anchura máxima de los triángulos en los cuadrados de rejilla iniciales.

### Longitud mínima de borde

Los valores altos producen un mallado rápido, de menor precisión y menor número de polígonos. Controla la longitud mínima de los lados de los cuadrángulos y triángulos de la malla.

### Longitud máxima de borde

Los valores bajos producen un mallado más lento y mayor número de polígonos, con más polígonos de igual tamaño. Cuando está seleccionada la casilla Refinar malla, los polígonos se refinan hasta que todas sus aristas sean más pequeñas que el valor introducido. Se trata aproximadamente de la longitud máxima de los lados de los cuadrángulos de la rejilla de la malla inicial.

### Distancia máxima de borde a superficie

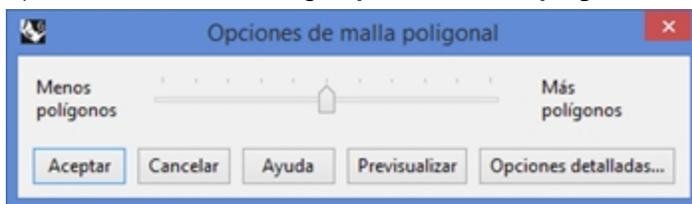
Los valores bajos producen un mallado más lento, de mayor precisión y mayor número de polígonos. Cuando está seleccionada la casilla Refinar, los polígonos se refinan hasta que la distancia desde el punto medio de la arista de un polígono hasta la superficie NURBS sea menor que el valor introducido. Se trata aproximadamente de la distancia máxima desde los puntos medios de las aristas de los polígonos hasta la superficie NURBS en la malla inicial.

### Mínimo de cuadrados de rejilla iniciales

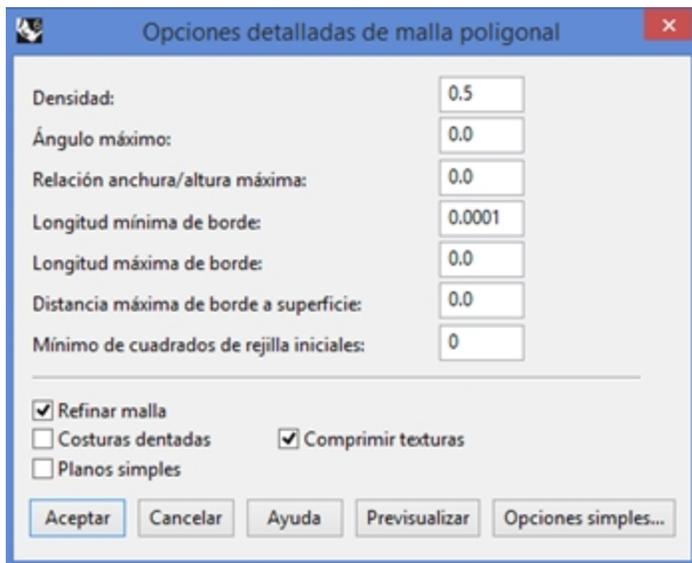
Los valores altos producen un mallado más lento, de mayor precisión y mayor número de polígonos, distribuidos más equitativamente. Este es el número mínimo de cuadrados en la malla antes de que se aplique cualquiera otra refinación. Si establece un número para esto y cambia los demás valores a 0, ésta será la malla resultante.

### Crear una malla utilizando las funciones detalladas

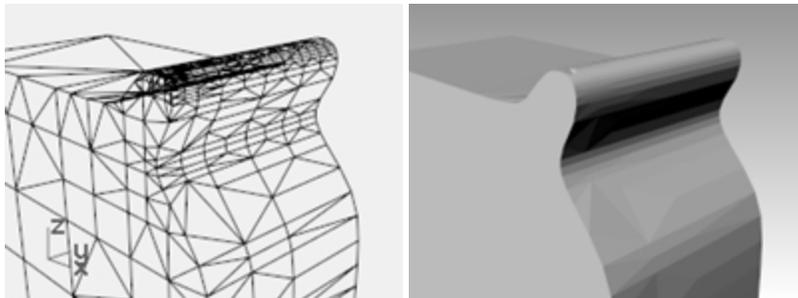
1. Seleccione el objeto.
2. Ejecute el comando **Malla** (Menú: *Malla > Desde objeto NURBS*). Aparecerá el cuadro de diálogo **Opciones de malla poligonal**.



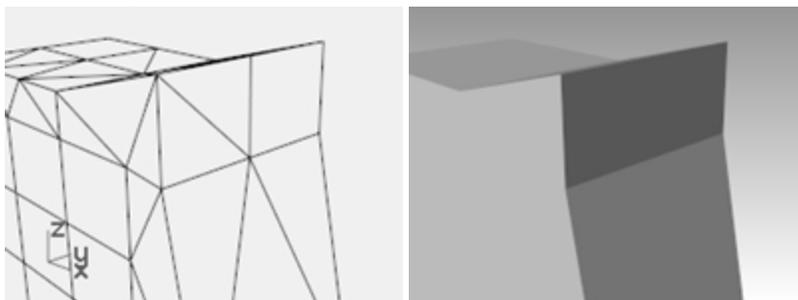
3. En el cuadro de diálogo **Opciones de malla poligonal**, haga clic en **Opciones detalladas**.
4. Aparecerá el cuadro de diálogo **Opciones detalladas de malla poligonal**. Estas opciones se guardan en el registro de Windows al salir de Rhino.
5. En el cuadro de diálogo **Opciones detalladas de malla poligonal**, realice los siguientes ajustes si no están definidos:
  - Densidad=0.5
  - Ángulo máximo=0.0
  - Relación anchura/altura máxima=0.0
  - Longitud mínima de borde=0.0001
  - Longitud máxima de borde=0.0
  - Distancia máxima de borde a superficie=0.0
  - Mínimo de cuadrados de rejilla iniciales=0
  - Active la casilla **Refinar malla**.
  - Deseleccione la opción **Costuras dentadas**.
  - Deseleccione la opción **Planos simples**.
  - Active la casilla **Comprimir texturas**.



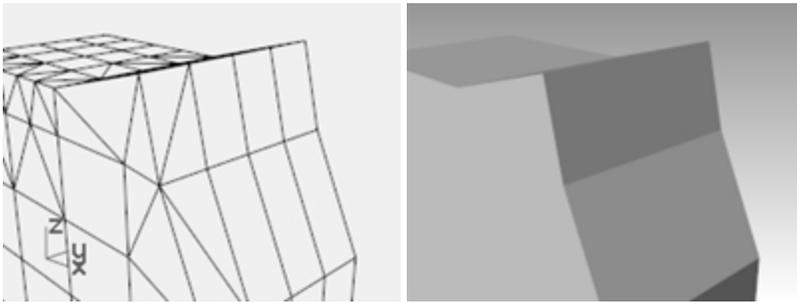
- Haga clic en **Aceptar**.  
Se creará una malla utilizando la configuración predeterminada.
- Oculte** la polisuperficie original, cambie el modo de visualización de la vista a **Renderizado** y utilice el modo de visualización **Sombreado plano** para ver el resultado.  
El modo de visualización **Sombreado plano** muestra cómo debería quedar el modelo para el prototipado o mecanizado con esta densidad de malla.



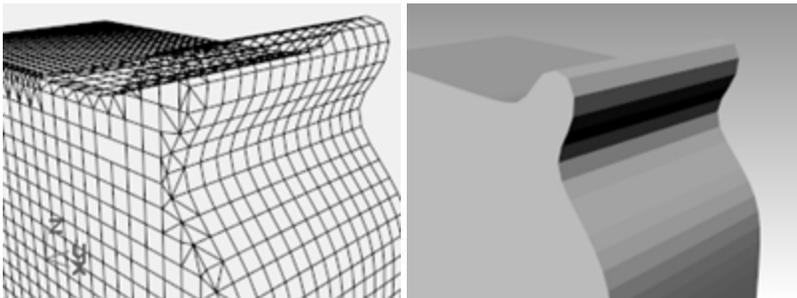
- Des haga** la operación anterior, repita el comando **Malla** y haga los cambios siguientes en el cuadro de diálogo **Opciones detalladas de malla poligonal**:  
Ángulo máximo=0.0  
Relación anchura/altura máxima=2.0
- Haga clic en **Aceptar**.  
Observe los cambios en cuanto al número de polígonos, la forma de la malla y la calidad de la malla de sombreado plano.



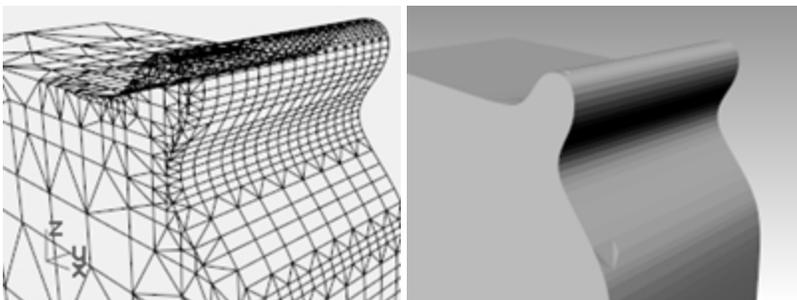
- Des haga** la operación anterior, repita el comando **Malla** y haga los cambios siguientes en el cuadro de diálogo **Opciones detalladas de malla poligonal**:  
Mínimo de cuadrados de rejilla iniciales=16  
Observe los cambios en cuanto al número de polígonos, la forma de la malla y la calidad de la malla de sombreado plano.



11. **Deshaga** la operación anterior, repita el comando **Malla** y haga los cambios siguientes en el cuadro de diálogo **Opciones detalladas de malla poligonal**:  
Mínimo de cuadrados de rejilla iniciales=500  
Observe los cambios en cuanto al número de polígonos, la forma de la malla y la calidad de la malla de sombreado plano.



12. **Deshaga** la operación anterior, repita el comando **Malla** y haga los cambios siguientes en el cuadro de diálogo **Opciones detalladas de malla poligonal**:  
Distancia máxima de borde a superficie=0.01  
Mínimo de cuadrados de rejilla iniciales=0  
Observe los cambios en cuanto al número de polígonos, la forma de la malla y la calidad del objeto sombreado.



# Capítulo 17 - Renderizado

Con Rhino, renderizar diseños de modelos de Rhino es fácil. Simplemente añada materiales, luces y renderice.

El renderizador de Rhino dispone de varios controles que crean interesantes efectos especiales en el renderizado.

En el siguiente ejercicio renderizaremos con y sin curvas isoparamétricas, ajustaremos colores, transparencia y luz ambiental para crear imágenes con efectos especiales.

Tendrá veremos los **Entornos**, las **Texturas** y las **Calcomanías** para añadir realismo al renderizado.

El modo de visualización **Renderizado** de Rhino permite obtener una vista previa de los materiales y el entorno antes de renderizar. Por otro lado, el modo de visualización **Trazado de rayos** permite trabajar en tiempo real en la vista de trazado de rayos. El modo de visualización **Trazado de rayos** utiliza los **núcleos CUDA** de la tarjeta gráfica **Quadro** o se puede configurar para utilizar la CPU.

Rhino para Windows tiene una gran cantidad de renderizadores de terceros que se ejecutan como plug-ins de Rhino. Para obtener funciones de renderizado más avanzadas, puede probar otros plug-ins de renderizado para Rhino disponibles en el sitio web [Food4Rhino](http://Food4Rhino.com).

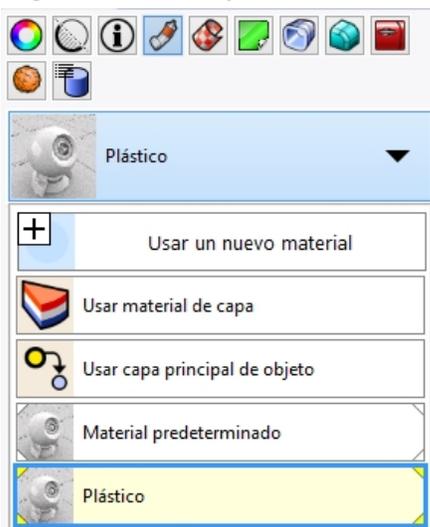
## Ejercicio 17-1 Renderizado en Rhino

### Abrir el modelo y definir los materiales

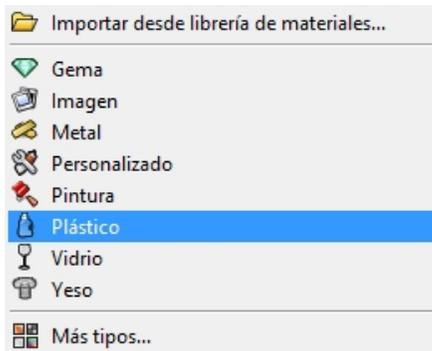
1. En el menú **Renderizado**, haga clic en **Renderizador actual** y luego en **Renderizado de Rhino**.
2. Abra el archivo **Botella de detergente terminada.3dm**.



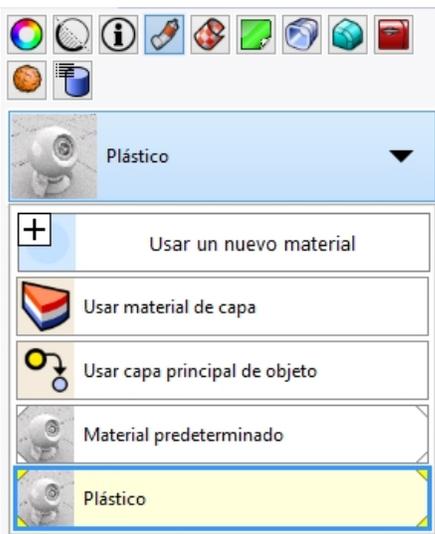
3. En el menú **Renderizado**, haga clic en **Renderizador actual** y luego en **Renderizado de Rhino**.
4. Seleccione la botella y, en el panel **Propiedades**, haga clic en la página **Material**.
5. Haga clic en la flecha junto a **Usar material de capa** y haga clic en el botón **Usar un nuevo material**.



6. En el menú emergente, designe la plantilla de material **Plástico**.



7. En la nueva configuración de material del panel Materiales, realice los siguientes cambios:  
Nombre: **Azul claro**  
Color: Azul claro (**R=163, G=163, B=194**)
8. Seleccione la tapa y, en el panel **Propiedades**, haga clic en la página **Material**. Haga clic en la flecha junto a **Usar material de capa** y haga clic en el botón **Usar un nuevo material**.



9. En el menú emergente, designe la plantilla de material **Plástico**.



10. En la nueva configuración de material del panel Materiales, realice los siguientes cambios:  
Nombre: **Plástico tostado**  
Color: Tostado(**R=222, G=172, B=112**)
11. **Renderice** la vista **Perspectiva**.

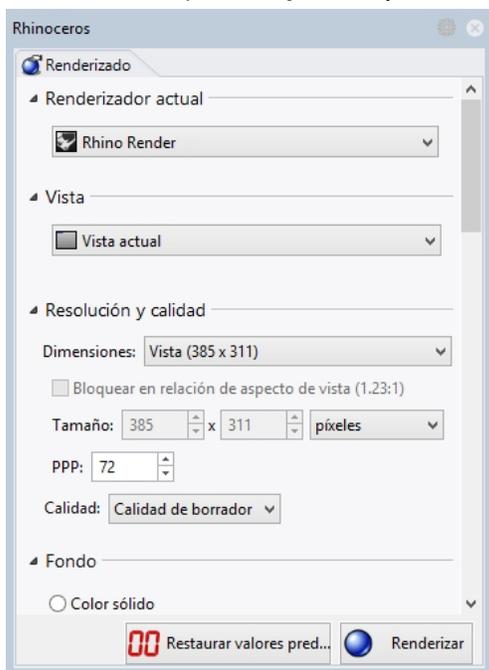


12. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Opciones**.
13. En el cuadro de diálogo **Opciones**, en la página **Renderizado**, desplácese hasta la sección **Iluminación**, desmarque la casilla **Luz cenital** y marque la casilla **Usar luces en capas desactivadas**.

**Nota:**

Rhino tiene un panel de **Renderizado**. Las opciones del panel **Renderizado** también están disponibles en la página **Renderizado** del cuadro de diálogo **Opciones**.

Para acceder al panel **Renderizado**, haga clic en **Renderizado** en el menú **Paneles** o bien haga clic con el botón derecho sobre el panel **Propiedades** y seleccione **Renderizado** en el menú emergente.



14. **Renderice** la vista **Perspectiva**.



*La sombra de la botella ahora aparece en el plano de suelo.*

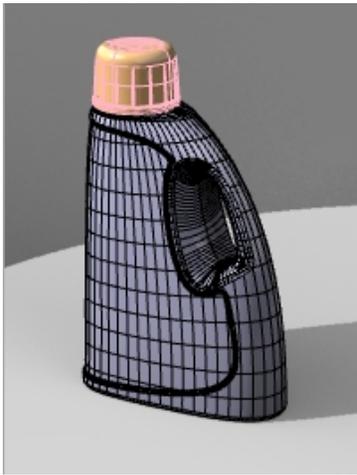
### **Renderizar mostrando las curvas isoparamétricas**

---

1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Opciones**.
2. En **Propiedades de documento**, en la página **Renderizado**, desplácese hasta la sección **Estructura alámbrica** y marque la opción **Renderizar bordes de superficie y curvas isoparamétricas**.
3. **Renderice** la vista **Perspectiva**.  
El color de la malla es el mismo que el de la capa porque el color alámbrico del objeto está establecido **Por capa**.



4. Seleccione la polisuperficie de la botella.
5. En el panel **Propiedades**, en la página **Objeto**, cambie el **Color de visualización** de **Por capa** a **Negro**.
6. **Renderice** la vista **Perspectiva**.  
Los objetos se renderizan con curvas isoparamétricas de color negro.



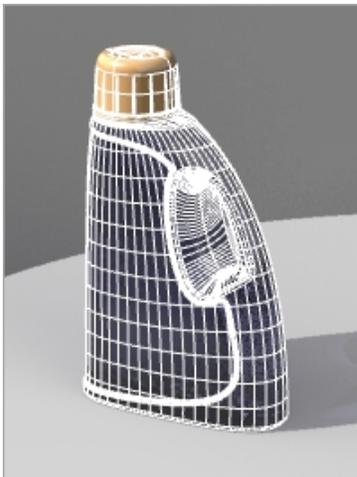
### Renderizar un material transparente que muestre las curvas isoparamétricas

1. En el panel **Propiedades**, en la página **Objeto**, cambie el **Color de visualización** de **Por capa** a **Negro**.
2. A continuación, **renderice** la vista **Perspectiva**.

Los objetos se renderizan con curvas isoparamétricas de color negro y el material es transparente.



3. Seleccione las polisuperficies de la botella y la tapa.
4. En el panel **Propiedades**, en la página **Objeto**, cambie el **Color de visualización** de **Por capa** a **Blanco**.  
Los objetos se renderizan con curvas isoparamétricas blancas y el material es transparente.
5. Practique con estas opciones para obtener el efecto deseado.
6. Active la capa **Luces** y ajuste las propiedades de las luces para realizar cambios más sutiles.



## Propiedades de renderizado

Con el Editor de materiales de Rhino, es posible asignar a un material cualquier combinación de color, reflectividad, transparencia, brillo, bitmaps múltiples y entornos.

En el siguiente ejercicio añadiremos parámetros de entorno, materiales y luces, crearemos materiales personalizados, editaremos materiales, añadiremos adhesivos a objetos y renderizaremos una escena.



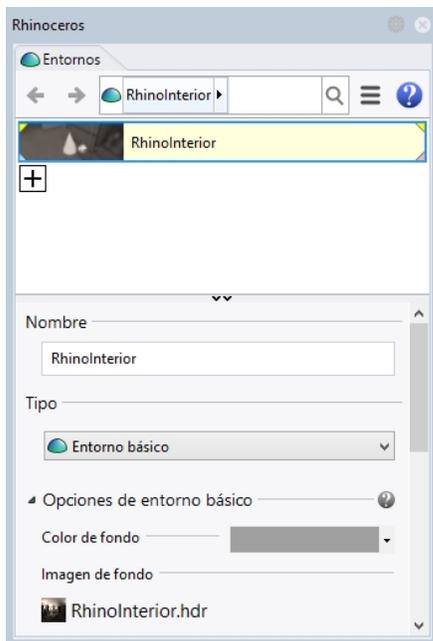
### Ejercicio 17-2 Renderizar con entornos

#### Para configurar las propiedades de renderizado

Las propiedades de renderizado incluyen parámetros de entorno, renderizado y luz ambiental.

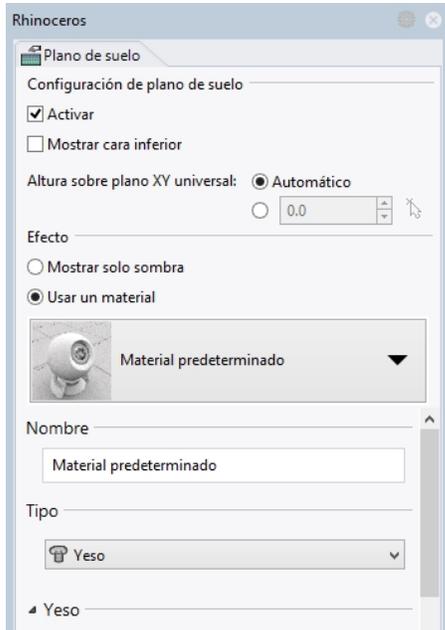
1. Abra el archivo **Taza.3dm**.
2. En el menú **Paneles**, haga clic en **Entornos** y **Plano de suelo** para abrir los paneles que utilizaremos para definir un entorno de fondo y para agregar un plano de suelo infinito a la escena.  
También puede hacerlo haciendo clic con el botón derecho en la pestaña del panel **Propiedades**.
3. En el panel **Entornos**, defina el fondo a **Entorno** seleccionando la alerta amarilla en la parte superior del panel Entorno. Se leerá:  
*La imagen de fondo actual es Color sólido. Cambie el modelo de fondo a Entorno.*
4. A continuación, haga clic en [+] para agregar un entorno y, en el menú emergente, haga clic en **Importar desde librería de entornos**.
5. En el cuadro de diálogo **Abrir**, haga doble clic en **Entornos** y desplácese por los entornos disponibles.
6. Seleccione **Rhino Interior.renv** y haga clic en **Abrir**.
7. Para definirlo como entorno actual, en el panel **Entornos**, haga doble clic en **Rhino Interior**.

Ahora es el entorno actual y las esquinas amarillo significan que **Rhino Interior** es el entorno actual.



8. En el panel **Plano de suelo**, marque la casilla **Activar**.  
En la sección **Efecto**, seleccione **Usar un material**.

El plano de suelo se definirá automáticamente para el **Material predeterminado**.



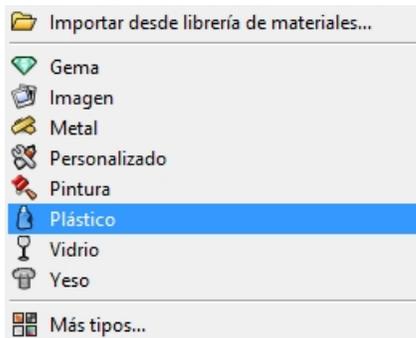
9. Cambie la visualización de la vista **Perspectiva** a **Renderizado**.



10. En el menú **Renderizado**, haga clic en **Renderizar**.
11. En el panel **Entornos**, haga doble clic en **Estudio** para definirlo como entorno actual.
12. Para editar el entorno, haga clic en el icono en la parte inferior del panel **Entornos**.
13. En la sección **Rotación**, defina el ángulo a **45**.



14. En el cuadro de diálogo **Opciones**, en la página **Renderizado**, desplácese a la sección **Iluminación** y desmarque la opción **Luz cenital**.
15. En el panel **Plano de suelo**, en la sección **Efecto**, haga clic en el botón **Usar un material**.
16. Designe la flecha a la derecha de **Material predeterminado** y haga clic en "+".
17. En el menú emergente, seleccione la plantilla de material **Plástico**.

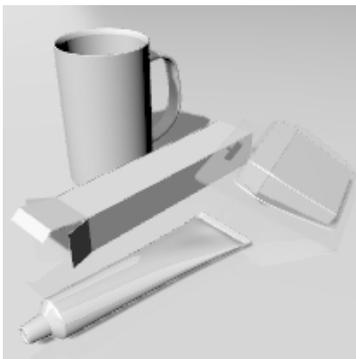


18. En la sección **Plástico**, arrastre el control deslizante de **Reflectividad** al 15%.
19. En el panel **Materiales**, desplácese hasta **Plástico** y cambie el nombre del material a **Base\_blanco**.
20. En el menú **Renderizado**, haga clic en **Renderizar**.



### Asignar materiales a capas

1. En el panel de **Capas**, seleccione la capa **Envase de hilo dental** y haga clic en la columna **Material**.
2. En el cuadro de diálogo **Material de capa**, seleccione **Plástico fino transparente** en la lista desplegable y haga clic en **Aceptar**.
3. En el panel de **Capas**, seleccione las capas **Envase de hilo dental** y **Tubo de pasta de dientes** y haga clic en la columna **Material**.
4. En el cuadro de diálogo **Material de capa**, seleccione **Blanco brillante** en la lista desplegable y pulse **Aceptar**.
5. En el menú **Renderizado**, haga clic en **Renderizar**.



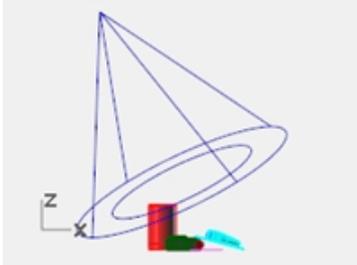
### Iluminación de escena

Hasta ahora hemos utilizado la iluminación predeterminada de Rhino. Esta luz invisible proviene del saliente izquierdo del visor. Basta para iluminar el modelo y proporcionarle un punto de inicio. La luz predeterminada solo está activada si no hay más luces activadas en la escena y no se puede modificar. Para controlar la iluminación, añadiremos nuestras propias luces.

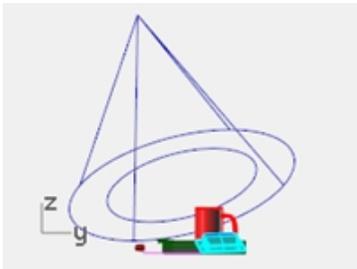
## Añadir luces

1. En el panel **Capas**, active la capa **Luces**.
2. En el menú **Renderizado**, haga clic en **Crear foco de luz**.
3. Dibuje un gran foco de luz que ilumine la escena de frente y ligeramente por arriba, como se muestra a la derecha.

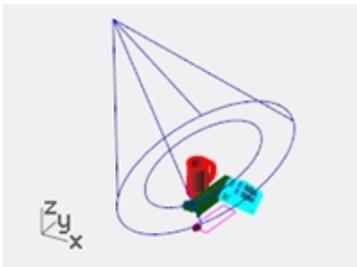
Utilice el modo elevación, o active los puntos de control del foco de luz y arrástrelos para colocar la luz en la posición correcta.



*Foco de luz, vista Frontal.*

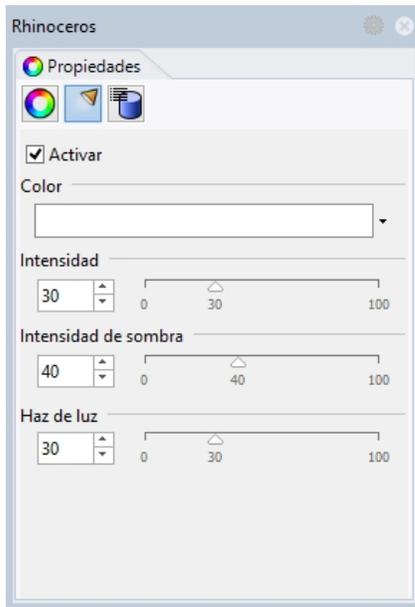


*Foco de luz, vista Derecha.*



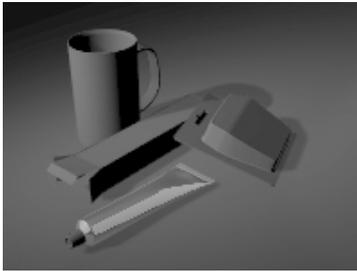
*Foco de luz, vista Perspectiva.*

4. Ajuste las **Propiedades** de la luz como se muestra a continuación:
5. Intensidad de luz=30  
Intensidad de sombra=40  
Haz de luz=30



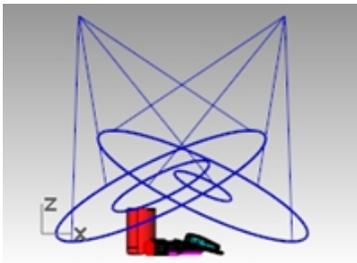
6. **Renderice** la vista Perspectiva.

Así se crea una imagen más nítida, pero el renderizado mejora con dos o tres luces en una misma escena. Añadiremos otra luz para crear brillo en la taza.



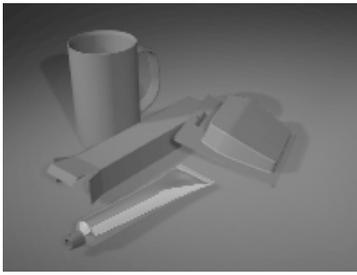
### Añadir una segunda luz

1. Seleccione la primera luz.
2. En la ventana **Superior**, realice una copia Simétrica del foco de luz con el comando **Reflejar** al otro lado del eje vertical.
3. Ajuste las **Propiedades** de la luz como se muestra a continuación:  
Intensidad de luz=20  
Intensidad de sombra=60  
Haz de luz=30



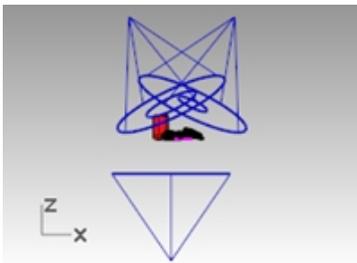
*Foco de luz, vista Frontal.*

4. **Renderice** la vista Perspectiva.



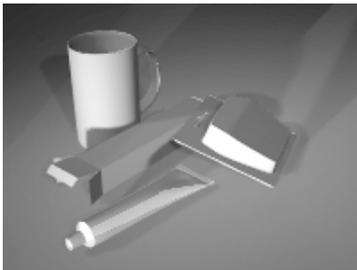
### Añadir una tercera luz

1. En el menú **Renderizado**, haga clic en **Crear foco de luz**.
2. Dibuje un gran foco de luz que ilumine la escena desde abajo.  
Esta luz se utilizará para iluminar tenuemente la parte inferior del tubo de pasta de dientes y la cajita de hilo dental.
3. Ajuste las **Propiedades** de la luz como se muestra a continuación:  
Intensidad de luz=40  
Intensidad de sombra=0  
Haz de luz=30



*Foco de luz, vista Frontal.*

4. **Renderice** la vista **Perspectiva**.  
Es importante establecer la intensidad de la sombra a 0 para que la luz penetre por el plano de suelo.



## Imágenes y mapas de relieve

En lugar de aplicar solamente color a los materiales, también puede utilizar la imagen de un material. Puede escanear fotografías y objetos reales como papel tapiz y alfombra, crear plantillas en un programa de dibujo y utilizar imágenes de texturas de librerías de otros renderizadores o de otras fuentes de imágenes bitmap.

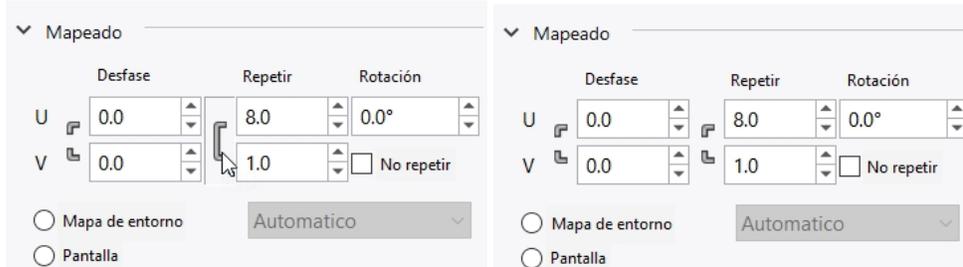
El mapeado de imágenes utiliza imágenes bitmap para añadir detalles al material. Puede usar imágenes para modificar muchos atributos de la superficie del material, incluso el patrón de color o la propiedad de superficie tridimensional (relieve). Los mapas de relieve algorítmicos aplican aleatoriamente a la superficie una característica rugosa o denticulada.

## Crear un nuevo material desde un material existente

1. En el panel **Materiales**, haga clic con el botón derecho en **Blanco brillante** y luego en **Duplicar**.
2. Asigne el nombre **Tapón de pasta de dientes** al material duplicado.
3. En la sección **Texturas**, en **Color**, haga clic en **(haga clic para asignar textura)**.
4. En el cuadro de diálogo **Abrir**, haga doble clic en **Tubo Relieve.png**.
5. En la sección **Texturas**, haga clic en **Tubo Relieve** para ver las opciones adicionales.
6. En la sección **Mapeado**, defina la opción **Repetir U** en **8**.

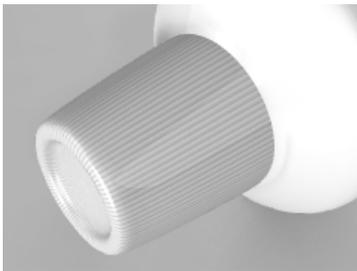
Haga doble clic en el icono de bloqueo para quitar el bloqueo de repetición U-V.

La opción **Repetir V** debería estar definida en **1**.



7. Asigne el nuevo material a la capa **Tapón de pasta de dientes** o al objeto. Ajuste el mapeado según sea necesario.
8. **Renderice** la vista **Perspectiva**.

El tapón se ve ranurado. El número de repeticiones determina la cercanía entre las ranuras.



## Calcomanías

Una calcomanía es el método que utiliza Rhino para aplicar una imagen bitmap a una área específica de un objeto.

En Rhino, el tipo de mapeado de calcomanía indica la manera de proyectar una calcomanía sobre un objeto. Los cuatro tipos de mapeado, plano, cilíndrico, esférico y UV, se describen a continuación.

### Opciones de calcomanía

#### Plano

El mapeado plano es el más común. Es apropiado al mapear objetos planos o suavemente curvados.

#### Cilíndrico

El mapeado cilíndrico es útil para colocar calcomanías en objetos que se curvan hacia una dirección, como las etiquetas en botellas de vino.

#### Esférico

El mapeado esférico es útil para colocar calcomanías sobre objetos que se curvan en dos direcciones. La proyección esférica mapea el bitmap sobre la esfera de mapeado de la siguiente manera: el eje vertical del bitmap (altura) se curva de polo a polo y el eje horizontal se curva alrededor del ecuador.

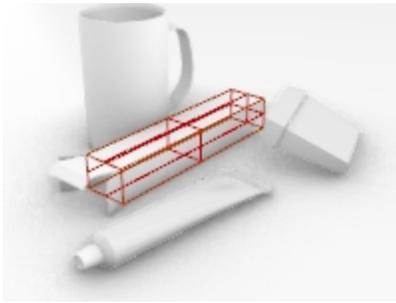
#### UV

El mapeado UV estira la imagen para ajustarla a toda una superficie. Las direcciones U y V de la superficie determinan la dirección en que se aplica el mapa. No hay ninguna función.

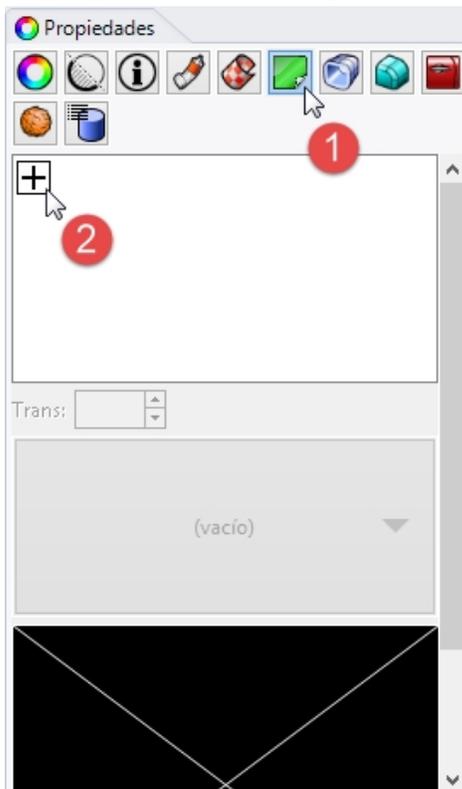
El mapeado UV funciona mejor en formas orgánicas, pelo, piel y estructuras de plantas.

### Mapear una calcomanía con proyección plana

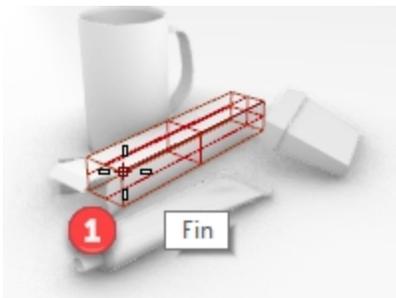
1. Active la capa **Planos de referencia de calcomanía**.
2. Seleccione la caja del tubo de pasta de dientes.



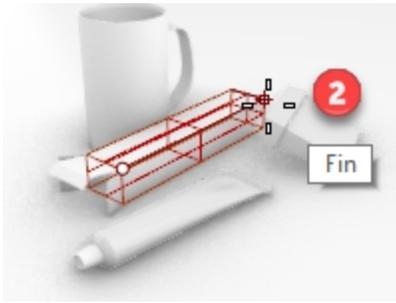
3. En el panel de **Propiedades**, haga clic en la página **Calcomanías** y en + para agregar una calcomanía.



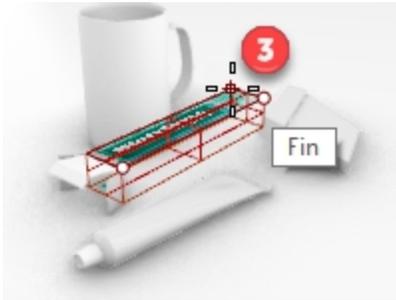
4. Seleccione la imagen **Minty Green-Box Upper.jpg**.
5. Haga clic en **Abrir**.
6. Seleccione el estilo de mapeado **Plano**, la dirección **Adelante** y haga clic en **Aceptar**.
7. En la línea de comandos, haga clic en la opción **3 puntos**.
8. Estos tres puntos definen la situación y la extensión del plano de la calcomanía. El plano de la calcomanía debe estar encima o debajo de la superficie del objeto. La calcomanía se proyecta hacia arriba del plano de la calcomanía. Las porciones de la superficie que estén detrás del plano de la calcomanía no mostrarán la calcomanía.  
Utilice las referencias a objetos y designe una posición para calcomanía **(1)**.



9. Diseñe la **Anchura** de la calcomanía **(2)**.



10. Diseñe la **Altura** de la calcomanía (**3**).



Después de colocar la calcomanía, puede hacer clic en los puntos de control de la calcomanía para moverla, rotarla o estirla.

11. Pulse **Intro** o haga un clic derecho para establecer la posición.

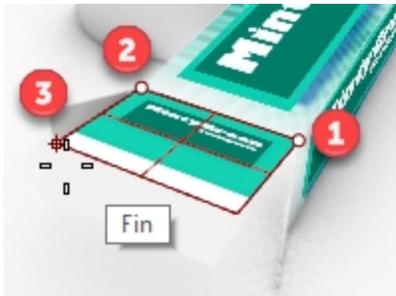


12. Guarde el modelo.

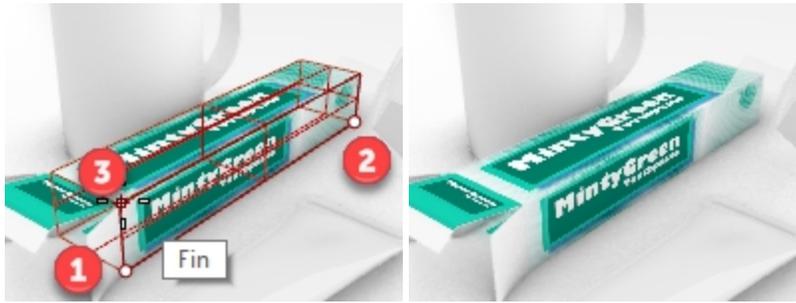
### Colocar más calcomanías

---

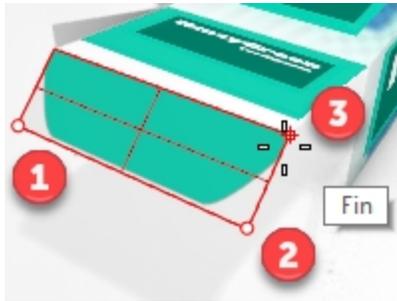
1. Seleccione la superficie al final de la caja.
2. En el panel de **Propiedades**, haga clic en la página **Calcomanías** y en **+** para agregar una calcomanía.
3. En la línea de comandos, haga clic en la opción **3 puntos** para colocar el bitmap **MintyGreen-Box End.png** al final de la caja.



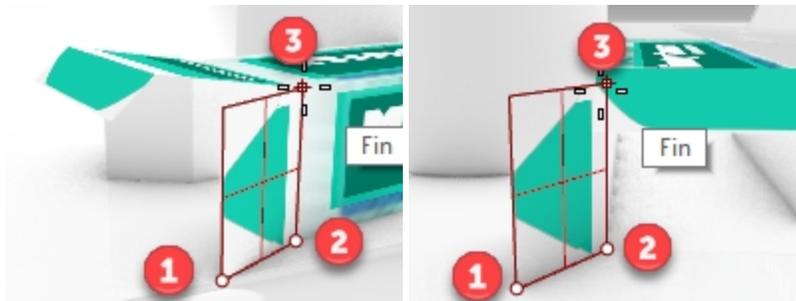
4. Con la opción **3 puntos** del comando Calcomanía, coloque el bitmap **MintyGreen-Box Side.png** en la parte lateral de la caja.



5. Con la opción 3 puntos del comando Calcomanía, coloque el bitmap **MintyGreen-TopFlap\_RGBA.tif** y, para la opción **Dirección**, seleccione **Ambas**.



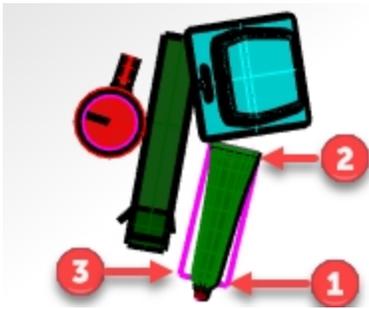
6. Con la opción 3 puntos del comando Calcomanía, coloque el bitmap **MintyGreen-TopFlap\_RGBA.tif** en cada solapa lateral y, para la opción **Dirección**, seleccione **Ambas**.



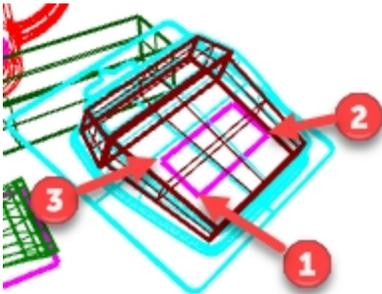
7. Utilice el mapeado plano para colocar las calcomanías en la caja de hilo dental y el tubo de pasta de dientes. Active la capa **Planos de referencia de calcomanía**. Los rectángulos magenta de la capa **Planos de referencia de calcomanía** se crearon para ayudar en la colocación de las calcomanías **MintyGreen-Floss.png** y **MintyGreen-Tube.png**.



8. Seleccione el tubo. En el panel **Propiedades**, haga clic en la página **Calcomanías** y en + para agregar una calcomanía.  
 Seleccione la calcomanía **MintyGreen-Tube.png**.
9. Seleccione el estilo de mapeado **Plano**, la dirección **Adelante** y haga clic en **Aceptar**.
10. En la línea de comandos, haga clic en la opción **3 puntos**. Diseñe el punto como se indica.



11. Seleccione la caja del hilo dental. En el panel **Propiedades**, haga clic en la página **Calcomanías** y en + para agregar una calcomanía.  
Seleccione la calcomanía **MintyGreen-Floss.png**.
12. Seleccione el estilo de mapeado **Plano**, la dirección **Adelante** y haga clic en **Aceptar**.
13. En la línea de comandos, haga clic en la opción **3 puntos**. Diseñe el punto como se indica.

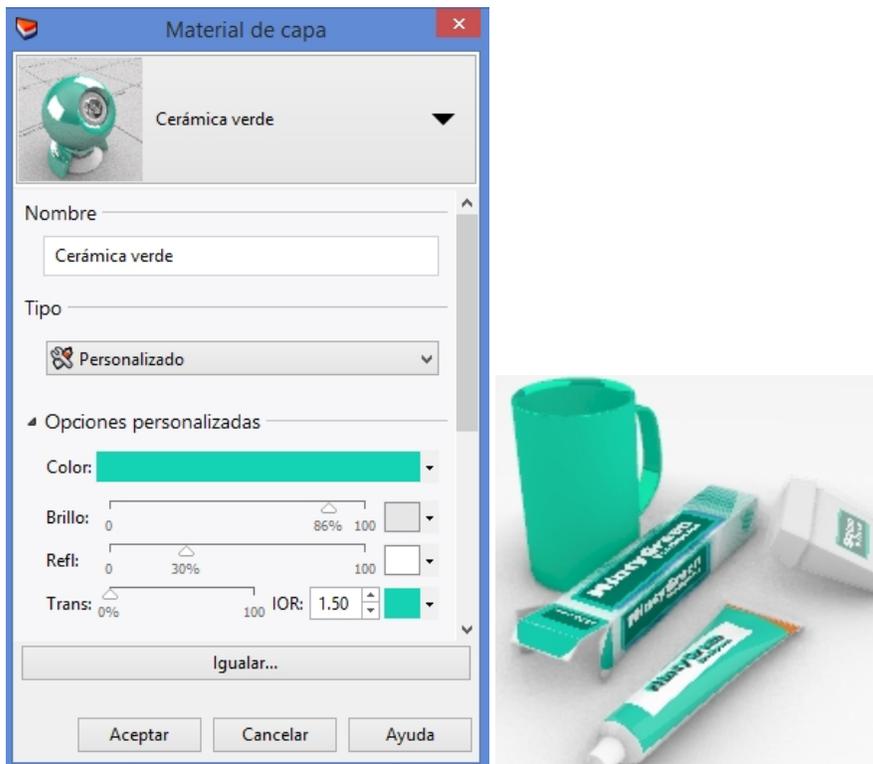


1. **Renderice** la vista **Perspectiva**.



### Crear un material y asignarlo a una capa

1. Abra el panel de **Capas**.
2. En el panel **Capas**, seleccione la capa **Taza** y haga clic en la columna **Material**.
3. Diseñe la flecha a la derecha de **Material predeterminado** y haga clic en "+".
4. En el cuadro de diálogo **Tipos**, haga clic en **Personalizado** y luego en **Aceptar**.
5. En el campo **Nombre**, escriba **Cerámica verde**.
6. Configure las siguientes opciones:
  - Color en Verde (R=21, G=210, B=180)
  - Color de brillo en (R=198, G=247, B=255)
  - Control deslizante de reflectividad en 30
  - Color de reflectividad en (R=21, G=225, B=180)
  - Control deslizante de acabado brillante en 86



### Mapear una calcomanía con proyección cilíndrica

El círculo del cilindro de mapeado es, en principio, paralelo al plano de construcción actual, y el eje del cilindro es paralelo al eje Z del plano de construcción.

1. Seleccione la **taza**.
2. Seleccione el tubo. En el panel **Propiedades**, haga clic en la página **Calcomanías** y en + para agregar una calcomanía.
3. Seleccione la imagen **Barco-002.tif**.
4. En el cuadro de diálogo **Estilo de mapeado de calcomanía**, haga clic en **Cilíndrico**.
5. En la vista **Perspectiva**, utilice el círculo magenta y la referencia a objetos **Centro** para hacer clic en **Centro de cilindro** y **Radio** o **Diámetro** para la calcomanía.
6. Haga clic en el inicio y el final del ángulo incluido para la colocación de la calcomanía:
7. Pulse **Intro** o haga un clic derecho para establecer la posición.
8. En la página **Calcomanías**, haga clic en la calcomanía **Sailboat-002.tif** y haga clic en **Mostrar widget**.
9. Utilice el widget como utiliza el Gumball para mover, escalar y rotar la calcomanía.
10. Haga clic en Ocultar widget cuando la calcomanía esté colocada como desee.
11. Vea el resultado con la vista **Perspectiva** en modo de visualización Renderizado.



### Toques finales

El cepillo de dientes está bien organizado en capas jerárquicas. Asigne los materiales a la capa y la geometría de la capa se previsualizará y renderizará con ese material.

1. Active todas las capas y subcapas del **cepillo de dientes**. Defina los materiales en la capa.

Capa

Cuerpo de cepillo2

Cerda interior de cepillo2

Cerda exterior de cepillo2

Mango de cepillo2

Material

Cerámica\_verde (igual que la taza)

Cerámica\_verde (igual que la taza)

Porcelana\_blanca

Plástico\_blanco

2. Ajuste la configuración de los materiales y la iluminación para obtener los resultados que desee.
3. **Renderice** la vista **Perspectiva**.



4. Guarde el renderizado en un archivo.

# Capítulo 18 - Introducción a Grasshopper

Grasshopper es una plataforma de creación de scripts visuales que se incluye en Rhino 6.

- Con Grasshopper, puede escribir scripts para automatizar tareas arrastrando controles a un lienzo que es la interfaz principal.
- Parámetros como **Number Slider**, **Graph Mapper**, **Random** y **Jitter** ayudan a crear infinitas opciones de diseño.
- El diseño en Grasshopper se previsualiza inmediatamente en la aplicación de Rhino sin generar geometría.
- Cuando se selecciona el diseño final, la geometría se crea ejecutando el comando "\_Bake" en el objeto Rhino.

**Nota:** **Bike Wheel.GH** se incluye en la carpeta de modelos. También puede imprimir **Bike Wheels.JPG** y seguir con el ejercicio.

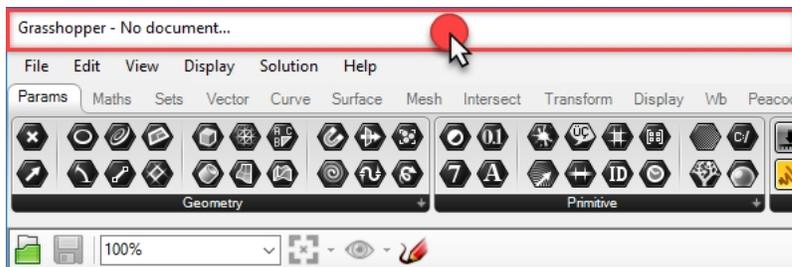
## La rueda de bicicleta

### El lienzo de Grasshopper

1. Empiece un nuevo modelo con la plantilla **Objetos pequeños - Pulgadas.3dm**.
2. Abra el lienzo de Grasshopper haciendo clic en el botón de Grasshopper  en la barra de herramientas Estándar o escribiendo **Grasshopper** en la línea de comandos.



3. Haga doble clic en el título de la barra de la ventana de Grasshopper para expandirla y comprimirla. Déjela abierta. (Función solo disponible en Windows)

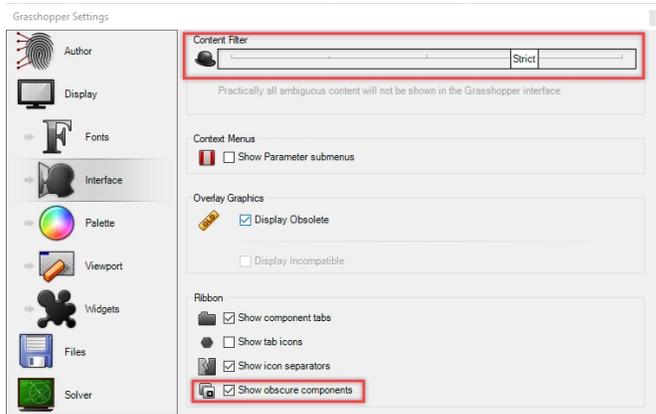


### Configuración de Grasshopper

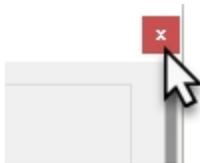
Hay un par de configuraciones que puede usar para controlar la apariencia de la interfaz de Grasshopper.

1. En el menú **File** de Grasshopper, seleccione **Preferences**.
2. Se abrirá el diálogo **Grasshopper Settings**.
3. En el panel izquierdo, seleccione **Interface**.
4. Si está enseñando Rhino a estudiantes jóvenes, en el panel derecho, vaya a **Content Filter** y seleccione **Strict**. Se mostrarán los iconos de Grasshopper de un modo más adecuado para usuarios más jóvenes.

- Marque la opción **Show obscure componets**.



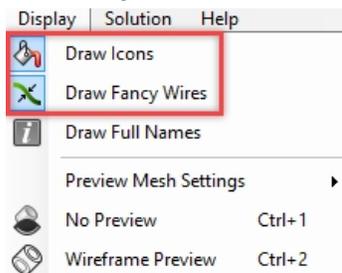
- Haga clic en la "X" de la esquina superior derecha del diálogo para guardar y cerrar la configuración en **Grasshopper Settings**.



- En el menú Grasshopper, seleccione **Display**.
- En el menú **Display**, active las siguientes opciones:

#### Draw Icons

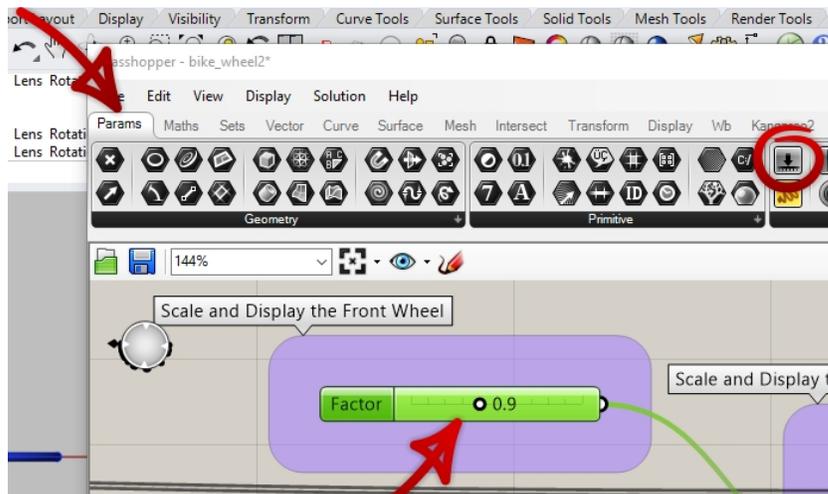
#### Draw Fancy Wires



## El buscador

Cuando se abre un archivo de definición de Grasshopper completado, puede localizar cualquier componente o parámetro en el menú. Grasshopper mostrará una flecha que marcará dónde se encuentra el control en el menú de Grasshopper.

- En el menú **File** de Grasshopper, seleccione **Open**.
- Vaya a la carpeta de los archivos que descargó del manual de formación y abra el archivo **Bike Wheels.GH**.
- Al pasar cursor por cualquier parámetro o componente de Grasshopper, mantenga pulsada las teclas **Control+Alt** mientras mantiene pulsado el botón izquierdo del ratón . Aparecerán las flechas rojas del buscador.



- Verá las flechas siempre que tenga pulsadas las teclas y el botón del ratón. Cuando las suelte, el buscador desaparecerá.

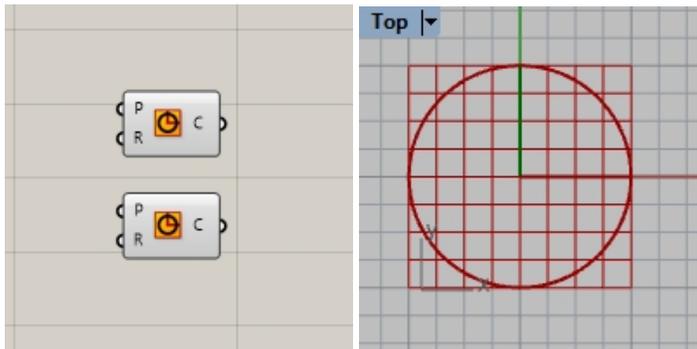
**Nota:** utilice **Comando+Alt** en Rhino para Mac.

Esta es una forma muy útil de aplicar "ingeniería inversa" a una definición de Grasshopper.

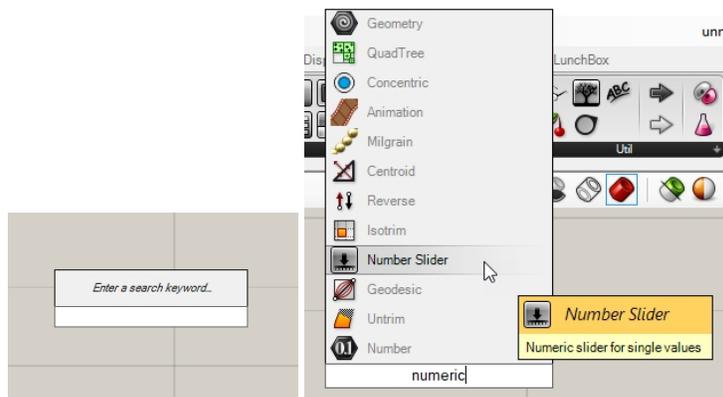
Empecemos con esta simple definición de Grasshopper.

### Crear los círculos

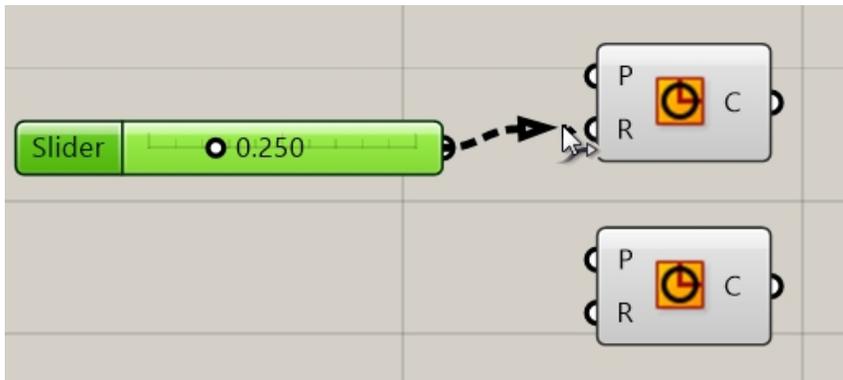
- En el menú **File** de Grasshopper, haga clic en **New Document**.
- En el menú **Curve** de Grasshopper, arrastre y suelte dos componentes **Circle** en el lienzo de Grasshopper.



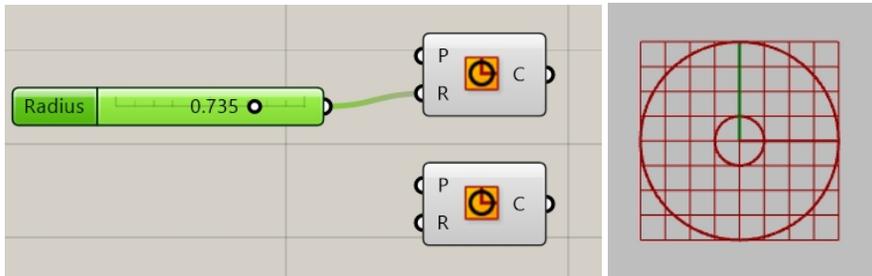
- Haga doble clic en el lienzo de Grasshopper para abrir un cuadro de diálogo con el mensaje **Enter a search keyword**.
- Escriba **Number** y seleccione **Number Slider** en el menú.



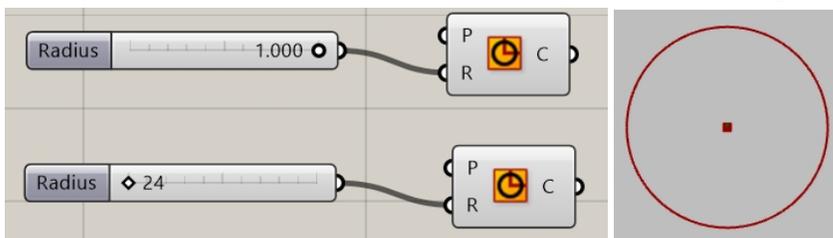
- Se agregará un parámetro de **Number Slider** en el lienzo.
- Arrastre el conector de salida desde el control deslizante numérico hasta la R de entrada del primer círculo.



- Ahora arrastre el control deslizante y verá el radio del círculo en la actualización de la vista superior.



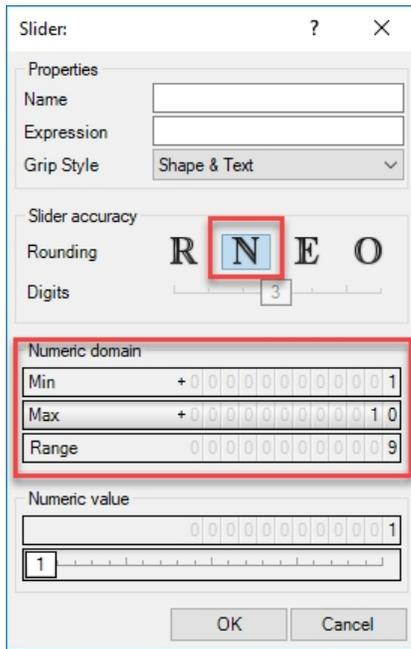
- Para crear el segundo control deslizante numérico, haga doble clic en el lienzo y escriba: **24<32<36**. Conecte la salida del control deslizante numérico en la R de entrada del segundo círculo.



- Haga doble clic en la etiqueta **Radius** en el primer control deslizante numérico. Se abrirá el diálogo del control deslizante.



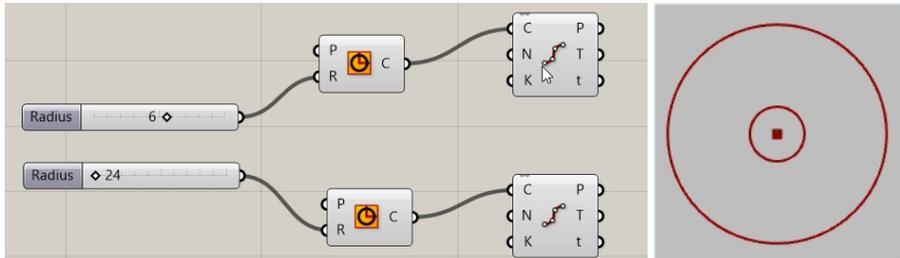
- Edite los valores **Min** y **Max**. Defina la opción **Min** en 1, **Max** en 10 y **Rounding** en N, número natural (entero).



11. Pulse **Aceptar** para cerrar el diálogo.
12. Arrastre el primer control deslizante al 6.

### Dividir el círculo

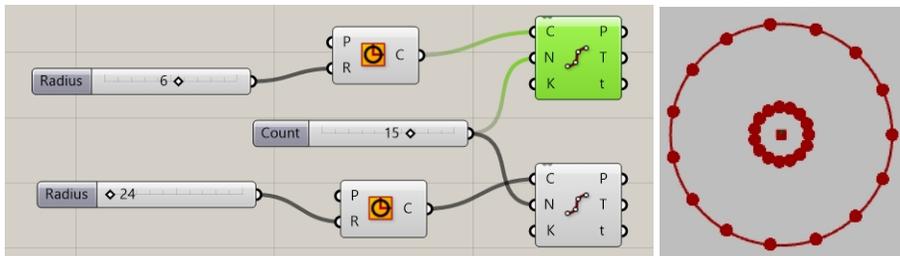
1. En el menú **Curve**, en Division, seleccione **Divide Curve** y coloque dos en el lienzo a la derecha de los círculos. **Sugerencia:** pulse **Alt** mientras arrastre un control para copiarlo.)
2. Conecte la salida de curva de Circle a la entrada de **Curve** en el componente **Divide Curve**. Repita la misma acción con el segundo círculo.



### Conectar los puntos

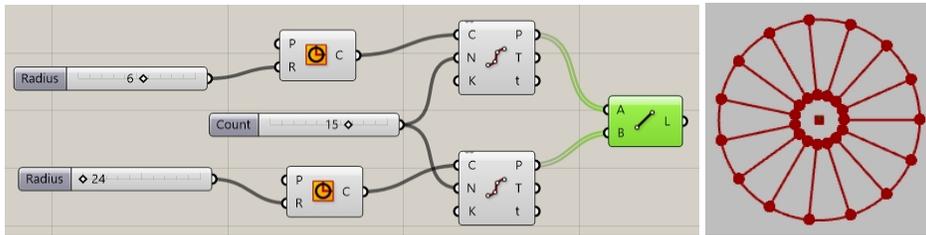
De manera predeterminada, el componente **Divide** genera 10 divisiones o 10 puntos en cada círculo. Ahora creará un control deslizante para controlar esa cantidad de puntos y conectarlos a un componente de línea.

1. Haga doble clic en el lienzo de Grasshopper y cree un control deslizante escribiendo **5<10<20**. Se creará un **Number Slider** definido en 10, cuyo dominio estará entre 5 y 20.
2. Conecte la salida de **Number Slider** a la N de cada componente **Divide**.
3. Ahora arrastre el control deslizante y observe cómo los puntos aumentan y disminuyen.

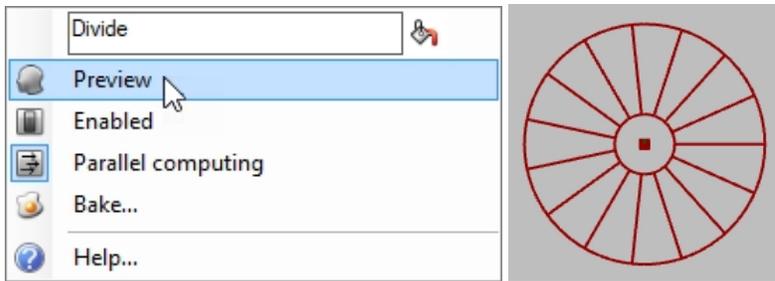


4. En el menú **Curve** de Grasshopper, en la sección **Primitive**, seleccione **Line** y arrastre y coloque el componente en el lienzo a la derecha del componente Divide.
5. Conecte la salida de Points desde el primer componente Divide a la entrada A del componente Line.

- Conecte la salida de Points desde el segundo componente Divide a la entrada B del componente Line. Las curvas de línea ahora conectan los puntos desde ambas curvas de círculo.



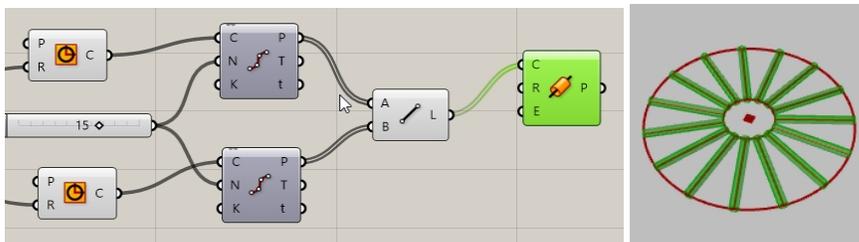
- Haga clic con el botón derecho en los componentes **Divide** y seleccione **Preview** para desactivar la vista previa de los puntos.



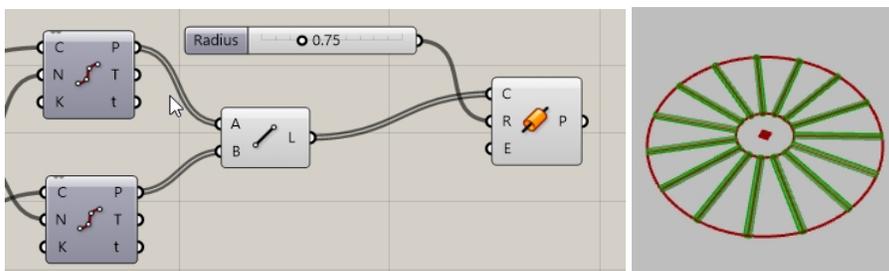
### Realizar una tubería de curvas

Las curvas se utilizarán para generar las superficies de la rueda y los radios de la rueda.

- En el menú **Surface** de Grasshopper, en **Freeform**, seleccione **Pipe** y arrastre y coloque dos en el lienzo de Grasshopper a la derecha del componente Línea.
- Conecte la salida de Lines a la entrada Curve del componente Pipe.



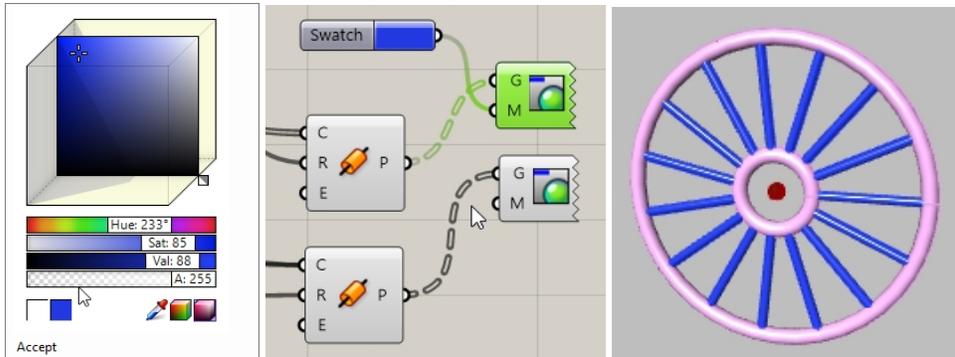
- Haga doble clic en el lienzo de Grasshopper y cree un control deslizante escribiendo **.25<1<2**. Se creará un **Number Slider** definido en 1, cuyo dominio estará entre .25 y 2.00.



- Conecte la salida de la curva de **Circle** a la entrada de **Curve** en el segundo componente **Pipe**. **Nota:** deberá mantener pulsada la tecla **Mayús** para realizar dos conexiones en una entrada.



Valor y Transparencia alfa. Haga clic en **Accept** cuando la vista previa del color sea la deseada.



8. Seleccione **Save** en el menú **File** de Grasshopper o haga clic en el icono **Save** de la barra de herramientas del lienzo de Grasshopper.

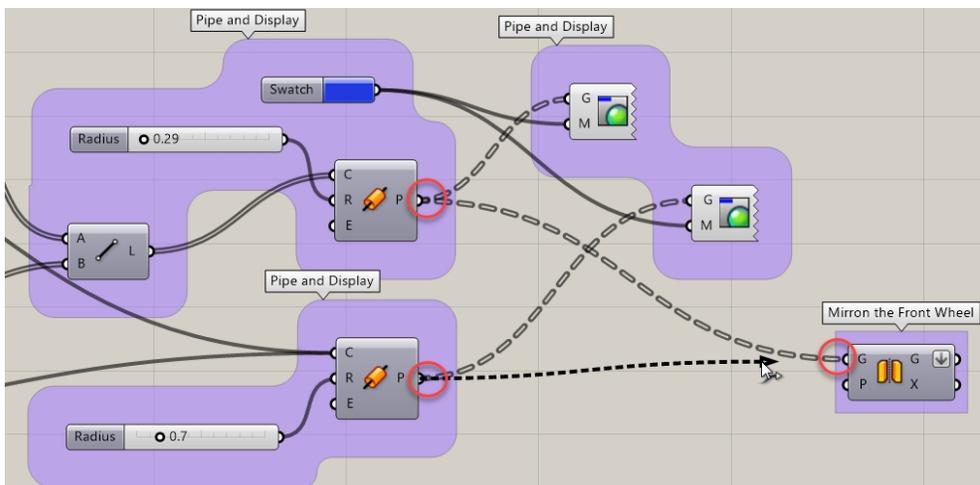


9. Guarde la definición como **Wheels.gh**.

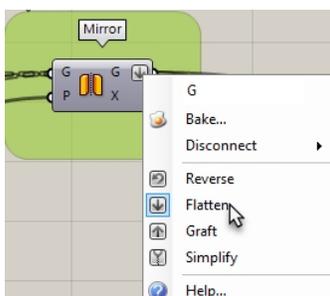
### Reflejar la rueda frontal

La segunda rueda se creará reflejando la rueda en un plano paralelo al plano frontal o XZ. Cualquier cambio en la primera parte de la definición de Grasshopper, como el tamaño de la rueda y el número de divisiones, se repetirá en la geometría original y la reflejada.

1. En el menú **Transformar** de Grasshopper, haga clic en **Euclidean** y seleccione **Mirror**. Colóquelo a la derecha de **Pipes**.
2. Conecte ambas salidas de **P** del componente **Pipe** a la entrada **G** del componente **Mirror**.  
**Nota:** mantenga pulsada la tecla **Mayús** para conectar varias entradas a la misma conexión.

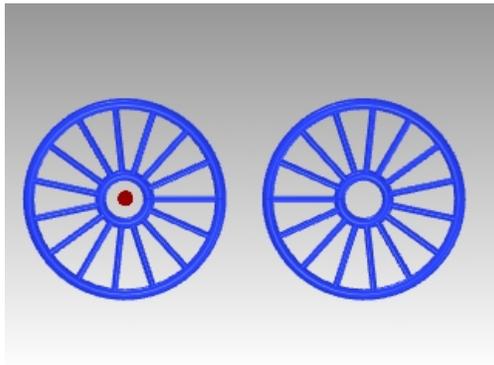
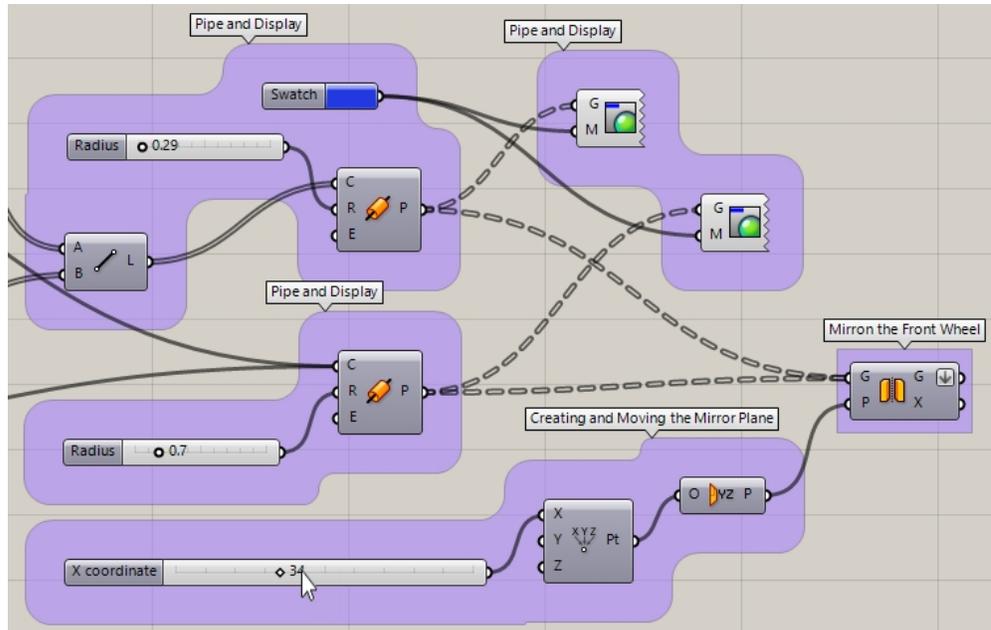


3. Haga clic con el botón derecho sobre la salida **G** del componente **Mirror** y seleccione **Flatten** en el menú. Esto convertirá los dos árboles de entrada en una lista de tuberías. **DELETE**



4. En el menú **Vector** de Grasshopper, en **Plane**, seleccione **YZ Plane**. Colóquelo a la izquierda de **Mirror**.

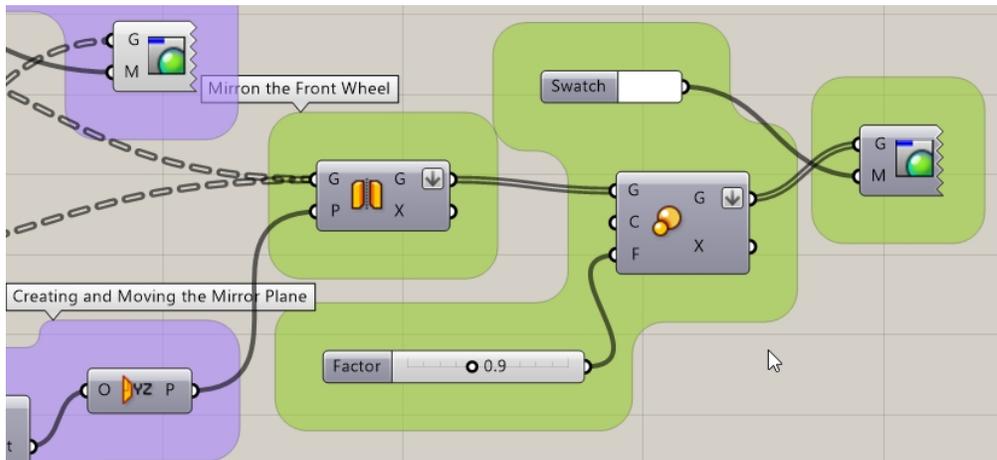
5. Conecte la salida de **YZ plane** a la entrada de **Plane** en el componente **Mirror**.
6. En el menú **Vector** de Grasshopper, en **Point**, seleccione **Construct point**. Colóquelo a la izquierda de **YZ plane**.
7. Haga doble clic en el lienzo de Grasshopper y cree un control deslizante escribiendo **20<45<60**. Se creará un **Number Slider** definido en 45, cuyo dominio estará entre 20 y 60.
8. Conecte la salida de **Number Slider** al **X coordinate** del componente **Construct Point**. Arrastre la barra deslizante de **X coordinate** y observe cómo la distancia entre el original y la copia reflejada se actualiza dinámicamente.



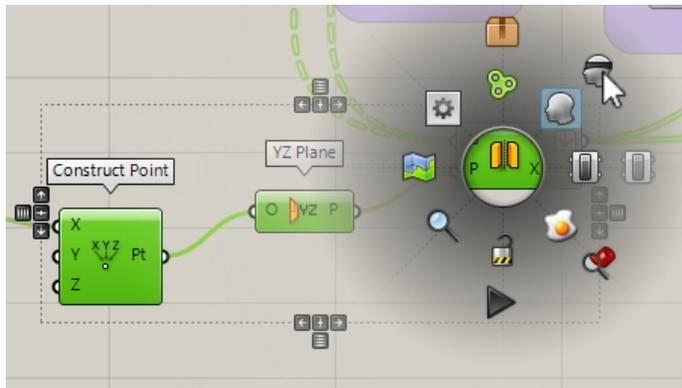
### Escarlar la rueda frontal

La segunda rueda se ha creado reflejando la rueda original en un plano. A continuación, se escalará la rueda reflejada usando un factor que la hará más grande o más pequeña que la original.

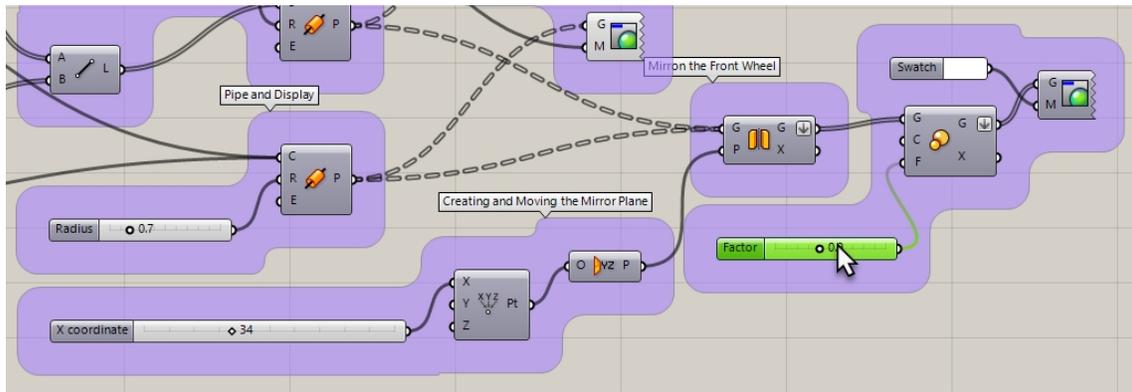
1. En el menú **Transformar** de Grasshopper, haga clic en **Affine** y seleccione **Scale**. Colóquelo a la derecha de **Mirror**.
2. Conecte la salida **G** del componente **Mirror** a la entrada **G** del componente **Scale**.
3. Haga doble clic en el lienzo de Grasshopper y cree un control deslizante escribiendo **.50<1.00<1.50**. Se creará un **Number Slider** definido en 1, cuyo dominio estará entre .50 y 1.50.
4. Conecte la salida de **Number Slider** a la entrada Factor del componente **Scale**.
5. Añada un componente **Custom Preview** y conecte la salida **Geometry** del componente **Scale** a la entrada del componente **Custom Preview**.
6. Conecte **Color Swatch** a la entrada de **Material** de **Custom Preview** de la geometría escalada.



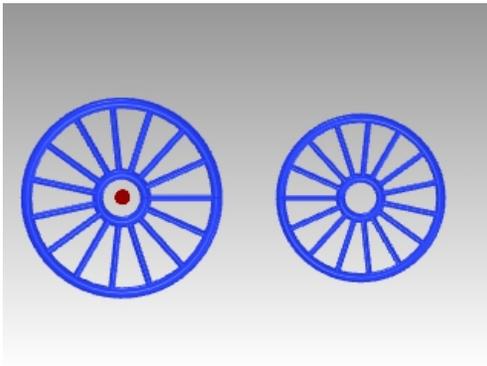
7. Seleccione por ventana los siguientes componentes: **Mirror, Point, YZ Plane, Scale**.
8. Haga clic en **la rueda del medio del ratón** para ver el menú **Radial**.
9. Seleccione la cabeza con los ojos vendados, como se muestra en la imagen. Esta opción desactiva la vista previa en todos los componentes seleccionados.



10. Arrastre la barra deslizante de **Factor** y observe el resultado del escalado dinámico.



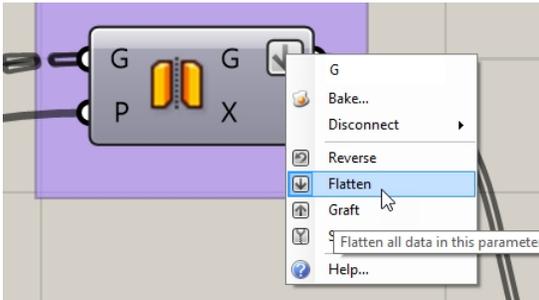
11. La entrada **C** de Scale ha configurado el origen de la escala en **0,0,0**. Esto no es exactamente lo que queremos.



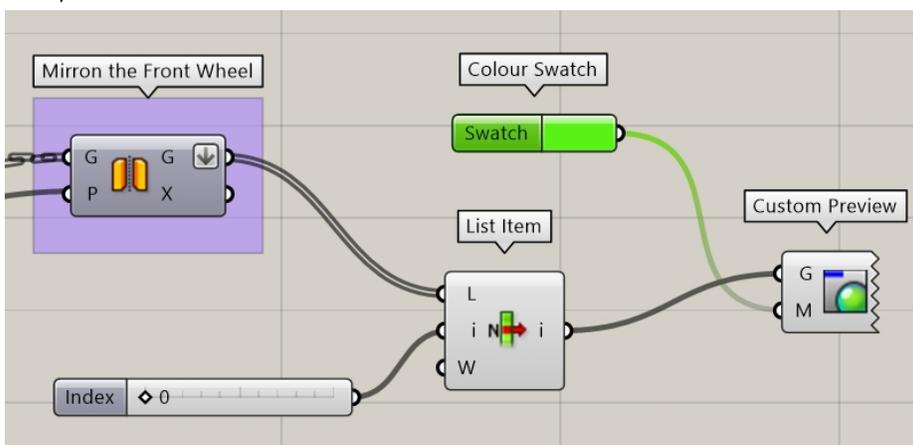
### List Item para seleccionar la llanta

Quiere escalar la rueda delantera de la bici y mantener el resultado. Se necesitarán algunos pasos adicionales. Primero, tendrá que colocar la llanta exterior en la "pila" de geometría reflejada.

1. En el menú **Sets** de Grasshopper, en **List**, seleccione **List Item**. Colóquelo a la derecha de **Mirror**.
2. Conecte la salida de **Mirror G** a la entrada de **List item L**.
3. La salida se organiza en una estructura de árbol. **List Item** requiere una lista. Haga clic con el botón derecho sobre **Mirror G** y seleccione **Flatten** en el menú. El árbol de datos se convertirá en una lista simple.



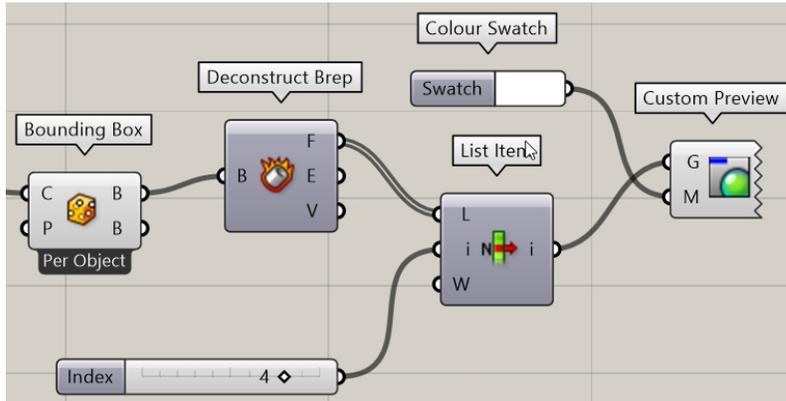
4. Cree una barra deslizante que empiece en 0, esté definida en 0 y termine en el número de divisiones más los dos círculos. Utilice **20** para el número de divisiones más los dos círculos, y el índice irá de 0 a 21. Haga doble clic en el lienzo y escriba **0<0<21**.
5. Aparecerá la barra deslizante. Conecte la entrada de **List item i** como entrada.
6. Añada el componente **Custom Preview**. Conecte la salida de geometría de **List Item i** a la entrada de **Custom Preview**.
7. Conecte **Color Swatch** a **Custom Preview M**. Haga doble clic en **Color Swatch** para seleccionar un color para la vista previa.



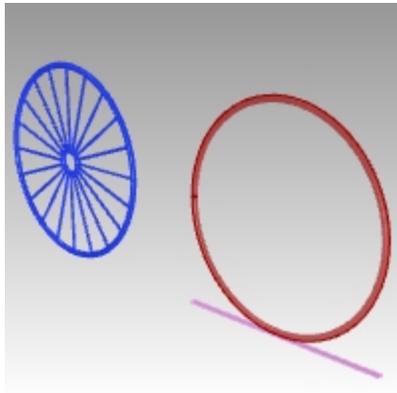
8. Arrastre el **Number Slider** hasta que se seleccione la tubería exterior o la llanta de la rueda. (Esta opción puede variar. En este ejemplo, el deslizador está definido en el índice 0 y se ha seleccionado el círculo exterior.)



8. Conecte la salida de **Deconstruct Brep B** a la entrada de **List item L**.
9. Cree una barra deslizante que empiece en 0, esté definida en 5 y termine en 5. Esto nos dará el índice e 0 a 5 para las 6 caras de la caja.  
Haga doble clic en el lienzo y escriba **0<0<5**.
10. Aparecerá la barra deslizante. Conecte la entrada de **List item i** como entrada.
11. Añada un componente **Custom Preview** y conecte la salida de Geometry de **List Item i** a la entrada de Custom Preview.
12. Conecte **Color Swatch** a **Custom Preview M**. Haga doble clic en **Color Swatch** para seleccionar un color para la vista previa.



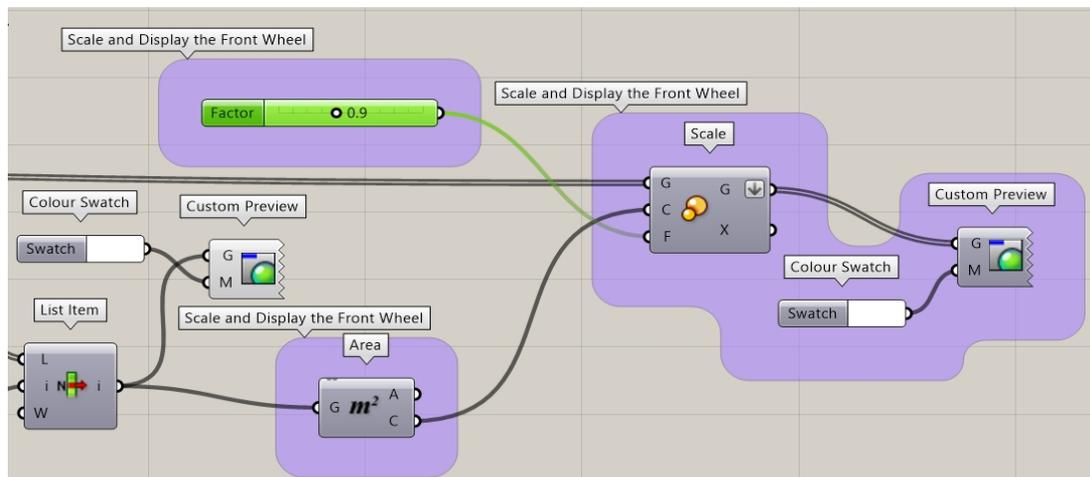
13. Arrastre el **Number Slider** hasta que se seleccione la superficie inferior del cuadro delimitador.



### Escalar la rueda delantera de la bici desde la parte inferior

Ya ha usado el componente Bounding Box para obtener el centro de la superficie inferior de la caja. Ese centro se usará para el centro de la escala 3D.

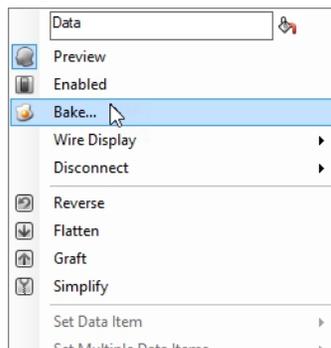
1. En el menú **Surface** de Grasshopper, en **Analysis**, seleccione **Area M2**. Colóquelo a la derecha de **List Item** usado más arriba.
2. Conecte la salida de **List Item i** a la entrada de **Area m2 G**.
3. Conecte la salida de **Area m2 C** a la entrada de **Scale C** o centro.
4. Arrastre el **Number Slider** para escalar la rueda reflejada desde la parte inferior.



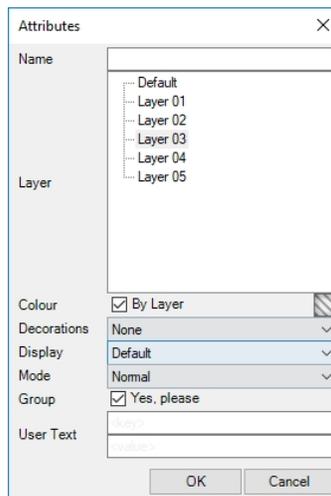
### Usar el comando Bake en las ruedas

La geometría solo se puede previsualizar en Rhino. Para enviar la geometría a Rhino para editar, renderizar, imprimir y demás, deberá usar el comando Bake en determinados componentes. Puede usar el comando Bake y seleccionar una capa de destino y agrupar la geometría al mismo tiempo.

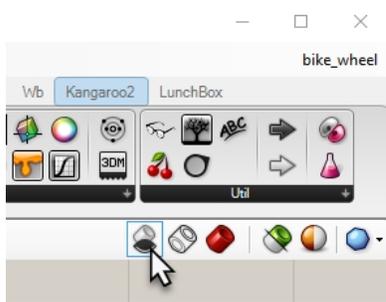
1. En el menú **Params** de Grasshopper, en **Primitive**, seleccione **Data**. Colóquelo a la derecha de **Mirror**. El componente **Data** hará una copia de la entrada para utilizarla colectivamente en otra operación, como **Bake**.
2. Conecte la salida de los componentes **Pipes** y **Scale** a la entrada de **Data**.
3. Haga clic con el botón derecho en **Data** y seleccione **Bake** en el menú.



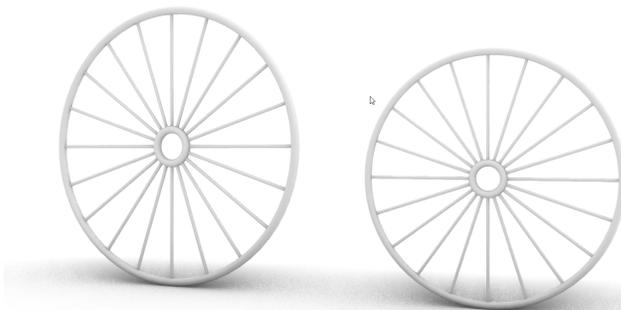
4. Seleccione **Layer 03** y **Yes Please** en **Group** para agrupar la salida.



5. En la esquina superior derecha del lienzo de Grasshopper, desactive la vista previa de la geometría de Grasshopper.



6. Haga doble clic en la barra de título de Grasshopper para comprimir el lienzo.
7. Ahora verá el modelo en Rhino.
8. Renderice el modelo.

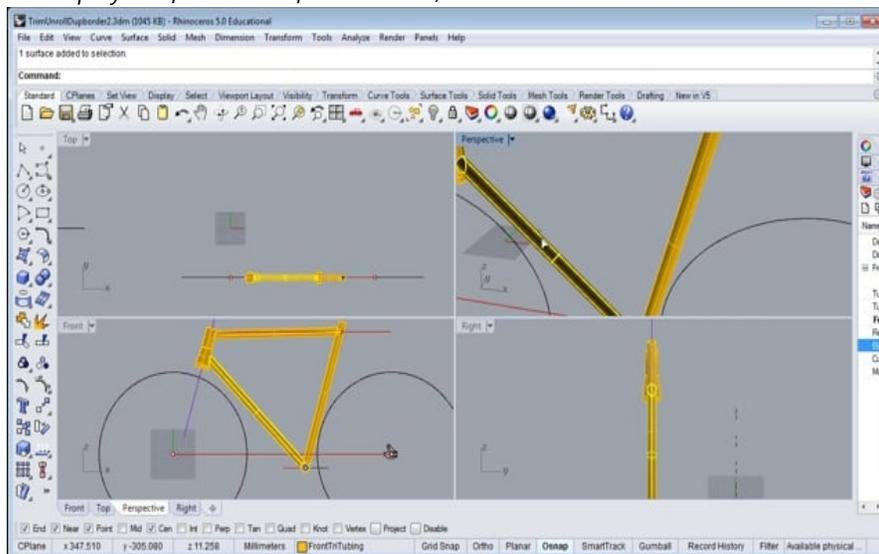


*Bicicleta personalizada por Julie Pedalino y  
**Pedalino Bicycles**, Lenexa, Kansas.*

Renderice el modelo. La rueda frontal se escala en la definición de Grasshopper desde la parte inferior de la llanta para que sea más pequeña que la rueda trasera.

**Nota:** diseñe el cuadro de la bicicleta y otros elementos con Rhino.

Vea el proyecto final del Prof. Steve Jarvis, ART de Rhino



<https://vimeo.com/172640973>