

CURSO INICIAL DE **CATIA V5**

Creado por **Daniel García Fernández-Pacheco**

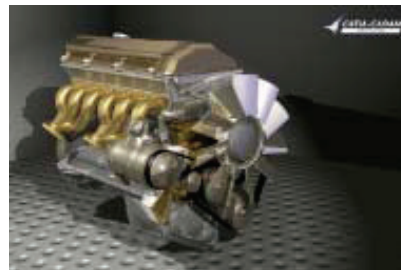
EMAIL: eagledan@ono.com

ÍNDICE

<i>1. ¿Qué es Catia v5?</i>	3
<i>2. Interfaz de usuario.....</i>	8
<i>3. Definición del entorno.....</i>	12
<i>4. Espacio de trabajo.....</i>	19
<i>5. Sketcher.....</i>	24
<i>6. Ejemplo Sketcher.....</i>	42
<i>7. Diseño de piezas I (Part Design).....</i>	46
<i>8. Diseño de piezas II. Operaciones de acabado.....</i>	59
<i>9. Diseño de piezas III. Superficies y Alambres.....</i>	76

1. ¿Qué es Catia v5?

Catia es un Programa de Diseño Integral, desarrollado por Dassault Systemes y distribuido por IBM. Su objetivo era crear una solución de diseño que abarcara el **CAD/CAM/CAE/KBE/PDM** (Diseño /Mecanizado /Cálculo de Estructuras/Gestión del conocimiento/Gestión del producto). Para ello se han basado en Catia V4, líder en los sectores europeos aerospacial, automóvil y utillaje. **Catia V5** funciona bajo Windows, lo que permite al usuario integrar en su entorno de trabajo todas las ventajas de este sistema operativo, sacrificando por el momento la estabilidad que tenía el entorno Unix. El programa está concebido para satisfacer las necesidades de todos sus clientes, suministrándoles todas las herramientas que necesiten en su trabajo. Por ello se ha pensado en un entorno modular, en el que el usuario compra lo que necesita y donde siempre queda la puerta abierta a nuevos módulos. Para hacernos una idea **Catia V5 Release 6** tiene **72 productos**. ¿Porqué tantos módulos? La respuesta es que a pesar de que Catia V5 ha nacido completamente en el entorno Windows, mira siempre hacia Catia V4 que tiene 160 productos. Los clientes presionan a Dassault para que en cada nueva Release se programen y mejoren módulos de V4. Catia es considerado el mejor programa de modelado industrial, y lo están utilizando PSA Citroën, Renault, Mercedes Benz, BMW,... aunque en la versión 4. Se espera que en el plazo de unos años, toda la industria del automóvil se pase a la versión 5.



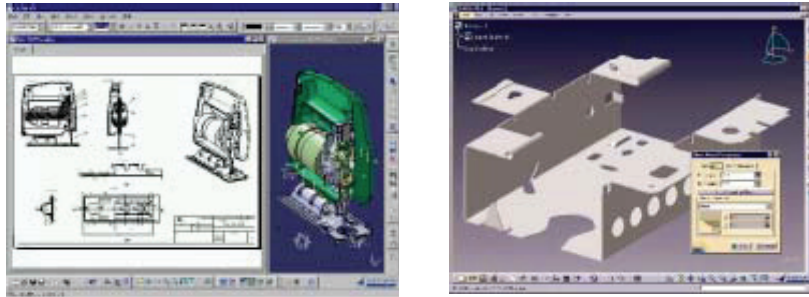
Diseño Mecánico

El módulo de **modelado sólido**, proporciona todas las herramientas para la creación de piezas, el análisis de ángulos de salida y desmoldeos, análisis de curvaturas, propiedades físicas, etc. Este módulo está directamente relacionado con el de **ensamblajes**, ya que casi siempre nuestra pieza ha de ir incluida en un producto final. Catia incorpora el método de diseño Top-Down, *arriba-abajo*, en el que se pueden diseñar piezas en el entorno de conjunto, filtrando la geometría que consideremos conveniente del Ensamblaje.

Empresas del automóvil han conseguido ensamblar hasta 2500 piezas.

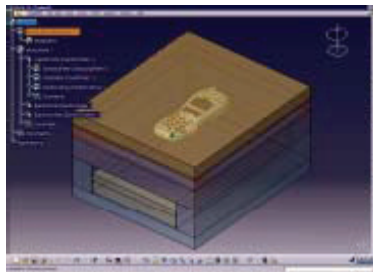
A partir de un ensamblaje se generan listas de materiales automáticamente, se detectan las colisiones y las holguras.

La **generación de planos** es automática, fácil e intuitiva. Si el diseño se ha parametrizado correctamente, la aplicación recuperará las cotas del modelo 3D. Las vistas se hacen de forma automática. Podemos incluir holguras, tolerancias, cambiar el formato de las cotas, según muchos de los estándares. Funciona muy bien generando planos de montaje, ya que en un mismo plano podemos tener distintas configuraciones de producto, que se corresponderán con las distintas fases de montaje de este.



Tenemos también dos **módulos de chapa**: 1) Un módulo de diseño con muchas operaciones específicas en chapa y comandos directos permite la ingeniería simultánea entre las representaciones plegadas y desplegadas de la pieza. 2) Un módulo de producción con el que se puede estudiar la viabilidad de cualquier pieza para ser construida en chapa.

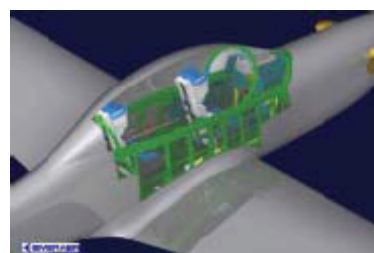
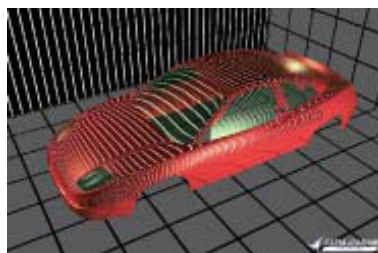
Otro módulo interesante es el de Diseño de **estructuras metálicas**. Con él se pueden construir directamente estructuras lineales, curvas y placas. Los perfiles se escogen de una librería en la que están los principales estándares del mercado (IPN, IPE, UPN, UAP, CAE,...).



Tenemos además un **módulo de moldes** con las librerías de los principales fabricantes del mercado (DME, EOC, HASCO, RABOURDIN,...). La información en el árbol en este caso se ordena automáticamente, y en la salida a planos tendremos los componentes perfectamente gestionados (casquillos, guías, expulsores, boquillas, etc,...). Sin embargo el programa ofrece poca ayuda a la hora de determinar el plano de partición, tarea que hasta al momento ha de realizar el usuario. Esta herramienta utilizada conjuntamente con los módulos de mecanizado, puede convertirse en una opción interesante para empresas dedicadas a los moldes, pero por el momento aún ha de mejorar bastante.

Diseño de Formas y Estilo

Esta la parte más fuerte de CATIA V5. Para empezar Catia dispone de un módulo específico de Digitalizado, que aunque por si mismo se queda muy corto en opciones, es sencillo e intuitivo. Al estar perfectamente integrado con los demás módulos, tenemos toda la potencia de las superficies paramétricas. Con este tipo de superficies se pueden hacer modificaciones en los perfiles en cualquier momento, y estas modificaciones se propagan a todo el diseño.



Disponemos de herramientas de análisis de superficies, inflexión de curvas, curvaturas, distancias. Catia controla todos los parámetros de unión en superficies, como la tensión en las superficies de unión, la continuidad de éstas, factores de suavizado, etc. El módulo más importante en este sector es el GSD (Generative Shape Design). En este entorno el usuario puede crear formas avanzadas basadas en la combinación de la estructura alámbrica y las múltiples características de las superficies. Proporciona un completo conjunto de herramientas para crear y modificar las superficies mecánicas utilizadas en el diseño de formas complejas y piezas híbridas.

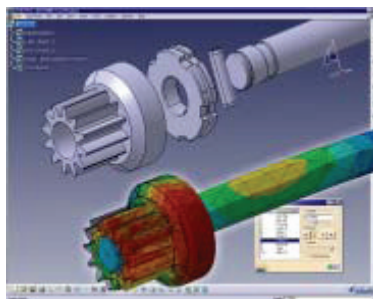
En nuevas versiones y en configuraciones de programa avanzadas se incluye un módulo llamado **superficies de clase A**, con las que se crean geometrías con unas especificaciones muy exigentes, con las que satisfacer a la industria automovilística y aeronáutica.

Para modeladores más avanzados Catia dispone de un módulo de superficies de estilo libre, en el que se trabaja con NURBS y Bezier. Los diseñadores pueden manipular de forma directa las superficies y conservar las asociaciones de forma subyacente.

Vinculado a este módulo tenemos otro con el que podemos crear geometría a partir de modelos 2D. Este módulo es especialmente útil cuando detrás de un diseño hay un trabajo grande de bocetado por parte de los estilistas.

Análisis

Realiza análisis de esfuerzos y de vibración en conjuntos con el fin de generar diseños de alta calidad en poco tiempo. No es un programa estricto de cálculo por elementos finitos, ya que hay muchos parámetros que no se pueden controlar, pero simplifica enormemente el análisis sacrificando precisión. El programa genera reportes en modo automático, con representaciones gráficas de las tensiones y deformaciones. Las nuevas actualizaciones del programa incorporan un módulo de mallado, que permite calcular algunos parámetros y realizar cálculos a superficies.



Mecanizado

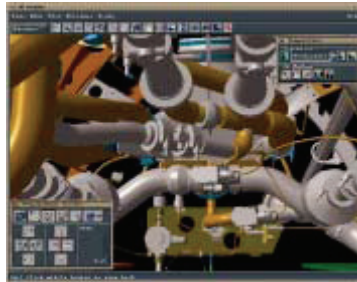
CATIA V5 dispone de tres módulos de mecanizado que generan el programa para nuestra máquina de control numérico, que podemos escoger en la base de datos, donde están los principales postprocesadores del mercado. Los módulos de los que dispone el programa son: Mecanizado prismático en 2,5 ejes, de superficies en 3 ejes, y superficies en 5 ejes.



Equipamiento e Ingeniería de sistemas.

Conforman un conjunto de aplicaciones orientadas a los ingenieros, que sirven de ayuda para sacar toda la información posible a un producto.

Pongamos el ejemplo de un ingeniero que quiere cablear un coche. Utilizando el módulo de **ruteado eléctrico**, el ingeniero puede obtener información de la cantidad de cable que va a necesitar de cada tipo, si habrá interferencias en las distintas zonas del coche, si habrá o no problemas a la hora de cambiar ese componente...



Podemos optimizar también el ruteado de sistemas de tuberías, diseñar y revisar sistemas eléctricos, etc.

Otros módulos incluidos en esta sección son:

- ◆ Diseño de placas electrónicas y dispositivos eléctricos, donde estamos auxiliados por una extensa librería de componentes estándar, como conectores, resistencias, condensadores, etc.
- ◆ Librería de componentes eléctricos: crea y gestiona catálogos de dispositivos eléctricos.
- ◆ Diagramas de sistemas: son diagramas 2D de sistemas de tuberías.
- ◆ Instrumentación y tuberías: Crea y gestiona diseños lógicos de sistemas de tuberías utilizando las convecciones, terminología y practicas estándar en el sector.
- ◆ Diagramas HVAC: Crea y gestiona diseños lógicos de climatización y ventilación.
- ◆ Disposición en Planta: Permite organizar y distribuir una planta de producción.

Síntesis de Productos

◆ **Simulador de montaje de conjuntos:** Este módulo dispone de las herramientas necesarias para hacer una validación del montaje y ensamblaje de piezas. Genera información útil sobre el espacio reservado a las operaciones de desmontaje, con el fin que se tenga en cuenta en futuras modificaciones del diseño.

◆ **Simulador de Mecanismos:** Define mecanismos utilizando gran variedad de tipos de acoplamiento o bien generándolos automáticamente a partir de restricciones de conjuntos mecánicos. Comprobamos las interferencias entre las distancias mínimas. Está pensado para todo tipo de industrias.



◆ **Render:** Este módulo permite situar piezas o conjuntos en un entorno, en el que manipulando puntos de luz y las propiedades de los materiales creamos imágenes fotorrealísticas de nuestras piezas.

◆ **Gestión del conocimiento:** También llamado KBE. Las piezas generadas por ingeniería basada en el conocimiento, incorporan al Diseño el comportamiento, las fórmulas, las reglas, y todo lo que el ingeniero considere necesario, en la realización de una pieza de ese tipo. Los diseñadores de una empresa no tienen los conocimientos técnicos del ingeniero. Si un producto se diseña correctamente usando este método, el programa le guiará avisándole cuando no cumpla las especificaciones que se han impuesto a esa pieza.

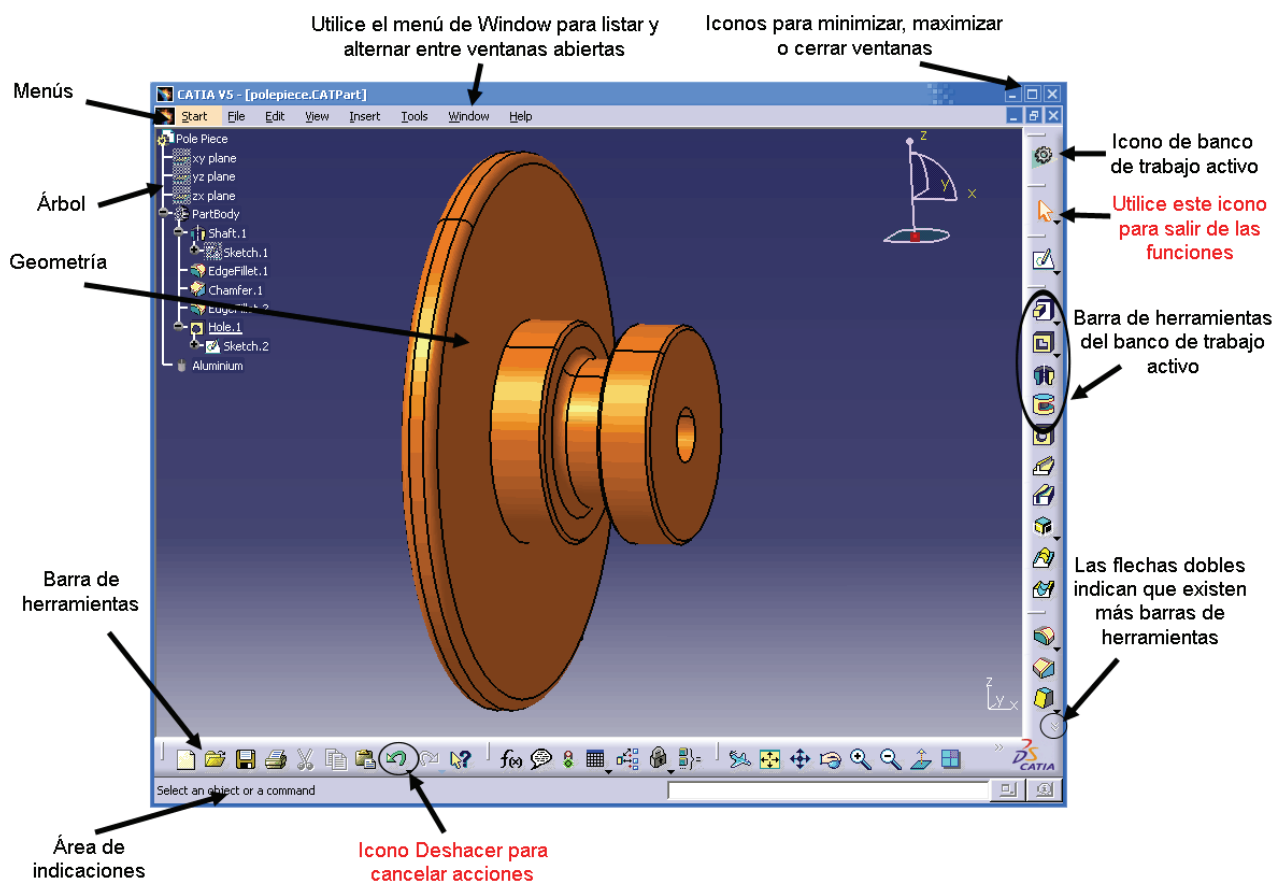
2. Interfaz de usuario

Un aspecto muy importante a la hora de dominar el programa es el conocimiento del interfaz de usuario, el cual nos va a permitir llevar a cabo nuestras acciones.

Para explicar mejor el interfaz vamos a proceder a la carga de un ejemplo (suministrado con el material del curso):

- Iniciamos el programa CATIA.
- Por defecto, CATIA abre un proyecto vacío. Debemos cerrar este proyecto, pinchando en *File->Close*.
- Abrimos el ejemplo '*polepiece.CATPart*', pinchando en *File->Open*.

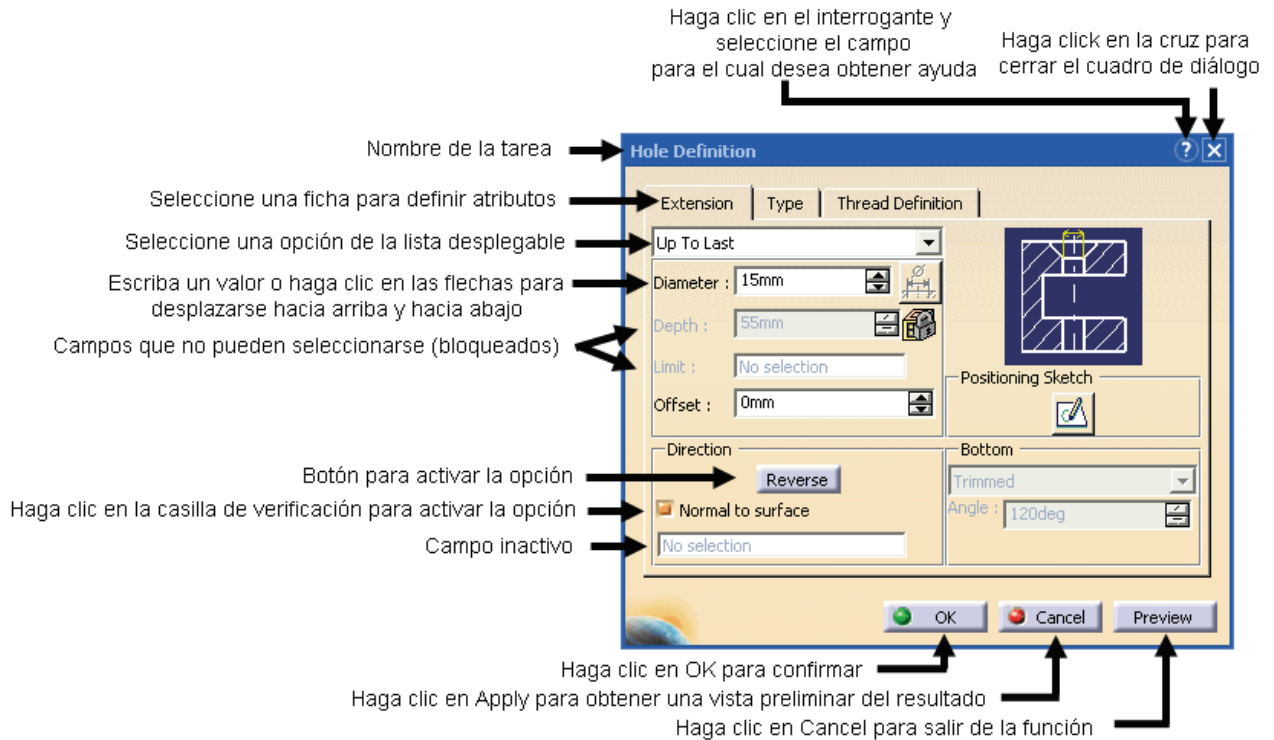
Una vez abierto el ejemplo, la pantalla queda tal y como muestra la siguiente figura.



Cuadros de diálogo

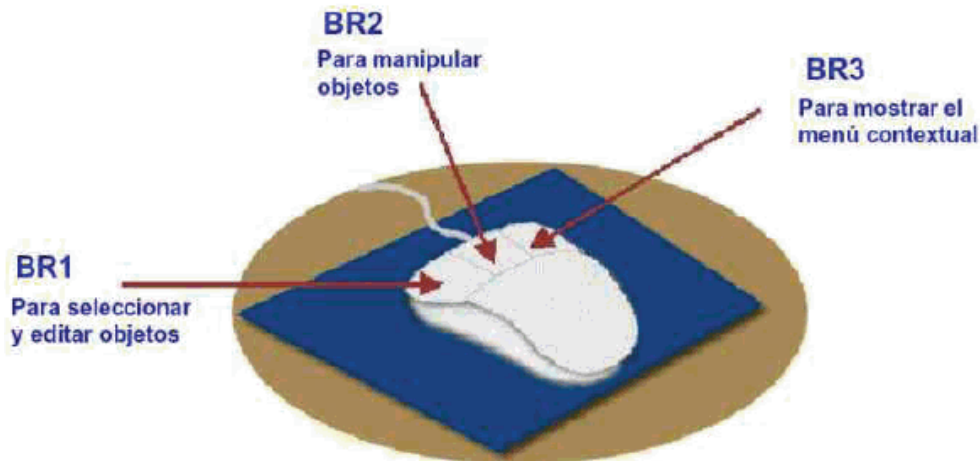
Los cuadros de diálogo proporcionan parámetros para la definición de funciones. Estos cuadros son estándar para todas las funciones. Veamos el ejemplo concreto para la definición de un taladro.

Si hacemos doble clic en el taladro de la figura, aparece el cuadro de diálogo *Hole Definition*, tal y como muestra la figura.



Utilización del ratón

Las designaciones básicas de los botones del ratón son:



Para realizar el **movimiento de objetos** seguiremos la siguiente pauta:

- Situar el cursor en un punto de la pantalla
- Mantener pulsado el botón central del ratón (BR2)
- Desplazar el ratón hasta el punto en el que se desee arrastrar la pieza (el cursor se transforma en una cruz)

En caso de que la pieza desaparezca, ésta se puede restituir con el icono Fit-All-In  de la barra de herramientas View.

Si lo que se desea es realizar una **rotación del objeto**, los pasos a seguir serán los siguientes:

- Colocar el cursor en un punto de la pantalla
- Mantener pulsado el botón central del ratón BR2 (el eje aparece en el centro de la pantalla)
- Mantener pulsado el botón de la izquierda BR1 y el BR2 (el cursor se transforma en una mano y aparece un círculo rojo que representa un Space Ball virtual)
- Mover el ratón para girar la pieza (el cursor se transforma en una cruz)

Si se quiere cambiar el eje de rotación basta con hacer clic una vez con el botón central en el elemento que se desea colocar en el centro de la pantalla.

Y por último, existe una función de **zoom del objeto**, que se activa de la siguiente manera:

- Colocamos el cursor en un punto de la pantalla
- Mantenemos pulsado el botón central BR2 del ratón
- Pulsamos y soltamos el botón izquierdo BR1 mientras se mantiene pulsado BR2
- Movemos el ratón hacia arriba para acercar el objeto, o hacia abajo para alejarlo

Si se quiere hacer un zoom paso a paso, se puede hacer clic en los iconos .

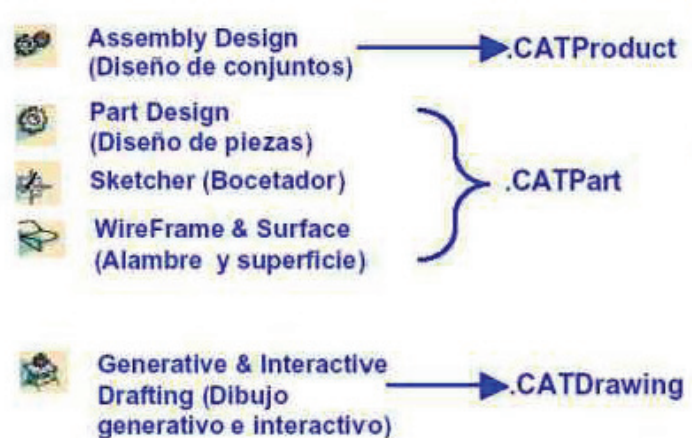
El Árbol

El árbol que se muestra a la izquierda puede ser desplazado por la pantalla y colocado donde se desee. Para ello basta con pinchar con el botón izquierdo BR1 en la rama y arrastrarlo.

El tamaño del árbol se puede ajustar pinchando en los iconos  para expandir una rama, o en  para contraerla.

Documentos

Cuando se trabaja con CATIA se crean, modifican y guardan geometrías en documentos. Estos documentos pueden ser de diferentes tipos, y son considerados contenedores. El tipo de documento va a depender del banco de trabajo que se utilice para crear y modificar una geometría, distinguiéndose:

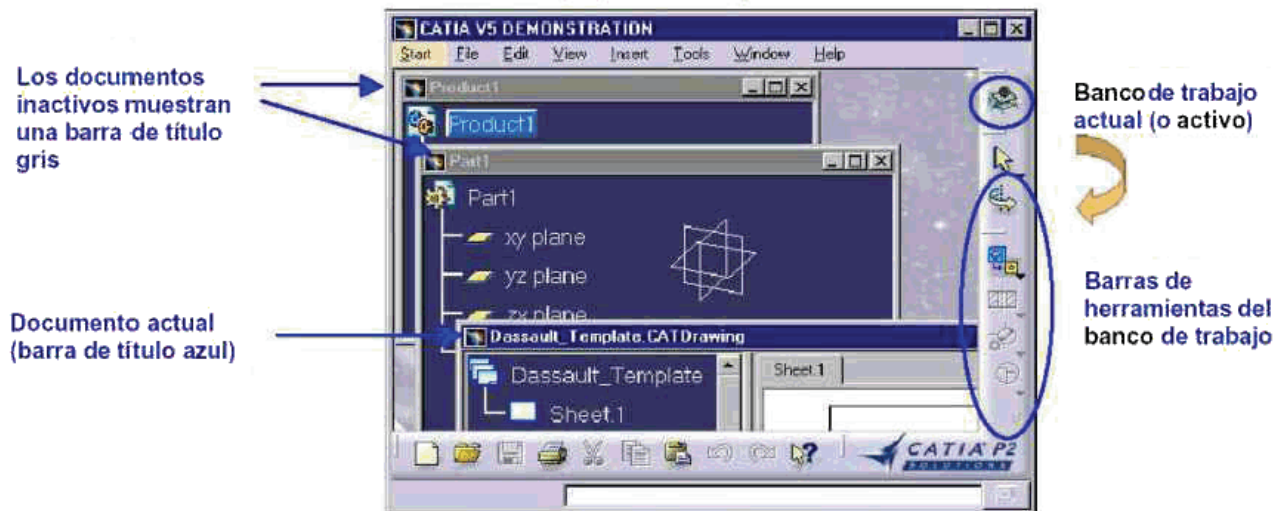


Terminología

Una **estructura de producto** es una forma de estructurar y organizar los productos lógicamente. Puede navegarse por la estructura y trabajar en los distintos componentes.

Un **documento** es un archivo que incluye datos y que se puede crear y gestionar con el banco de trabajo asociado (extensión específica).

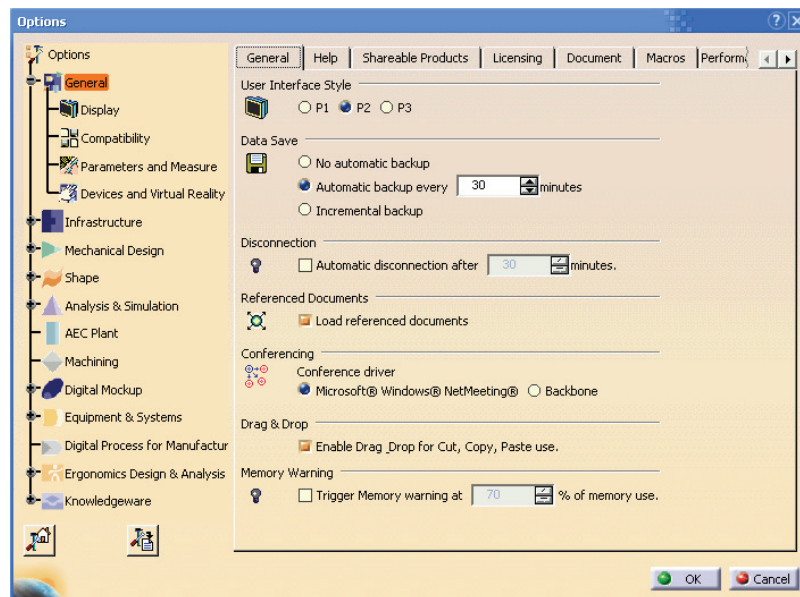
Un **banco de trabajo** es un conjunto de herramientas que permite crear y manipular la geometría.



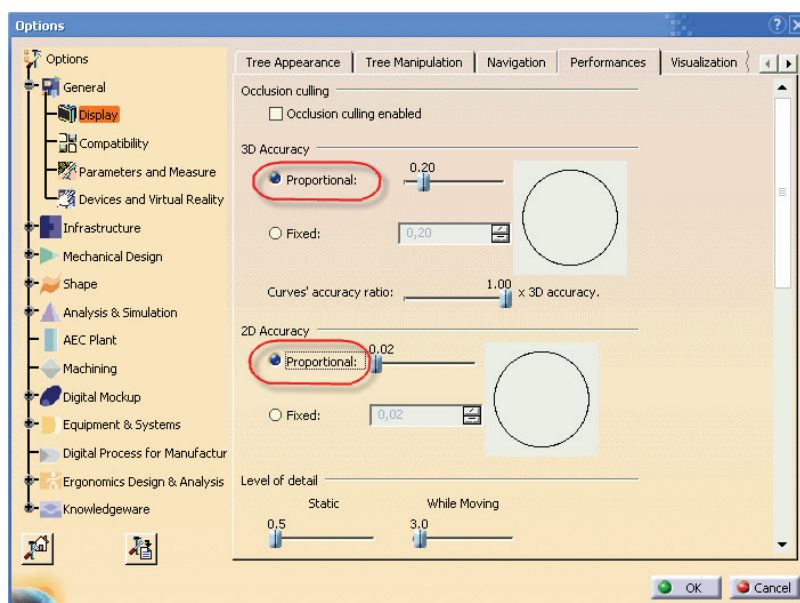
3. Definición del entorno

Como etapa previa a la realización de un proyecto es conveniente definir el entorno de trabajo. Para ello se va a proceder a configurar cada una de las herramientas a utilizar.

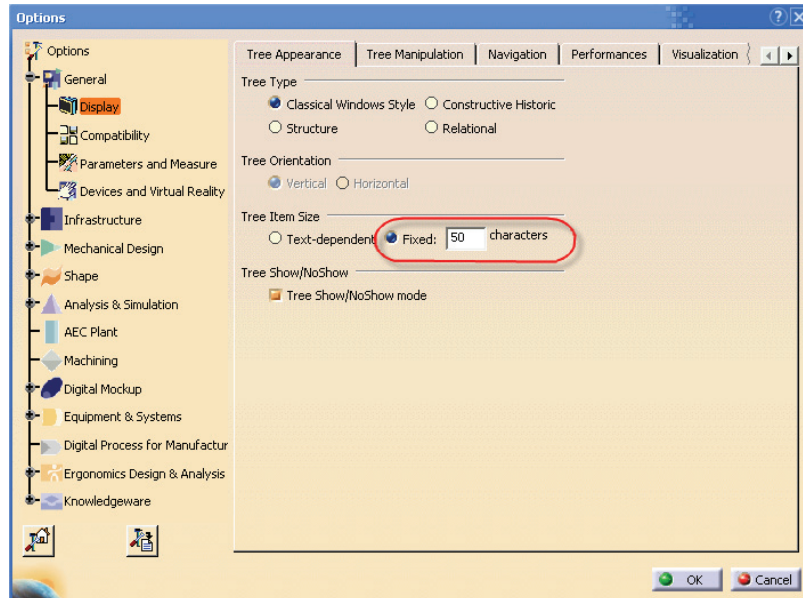
Inicialmente, maximizamos la ventana de CATIA para trabajar más cómodamente. A continuación seleccionamos el menú *Tools -> Options*. En la parte izquierda vamos a poder filtrar los diferentes bancos de trabajo, mientras que en la parte derecha se va a poder acceder a las diferentes carpetas del banco de trabajo seleccionado, o del dominio de personalización, tal y como se muestra en la figura.



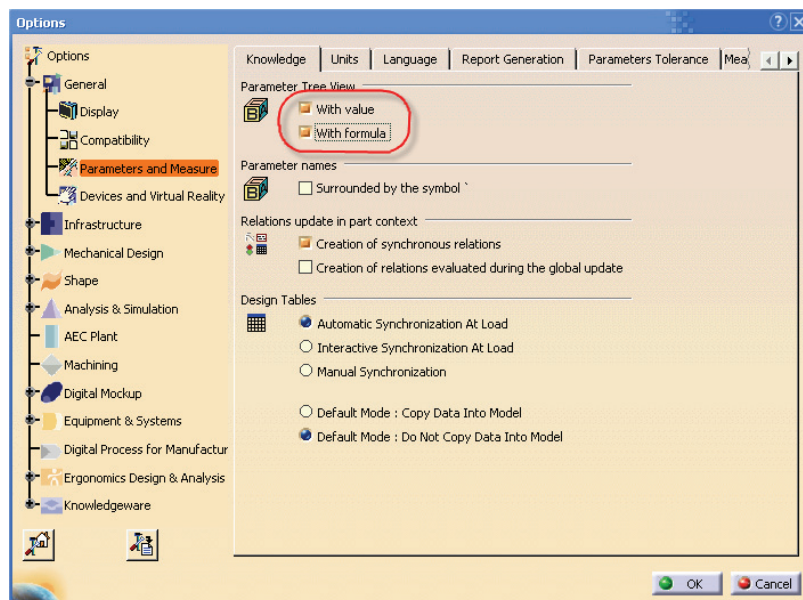
1) General: El siguiente paso será seleccionar **Display** en el árbol que aparece bajo **General**. Seleccionamos la ficha Performance, y cambiamos los valores de *2D Accuracy* y *3D Accuracy* al valor **Proportional**. Esto nos permitirá posteriormente realizar un zoom para acercarse a pequeños taladros, mejorando con ello la precisión.



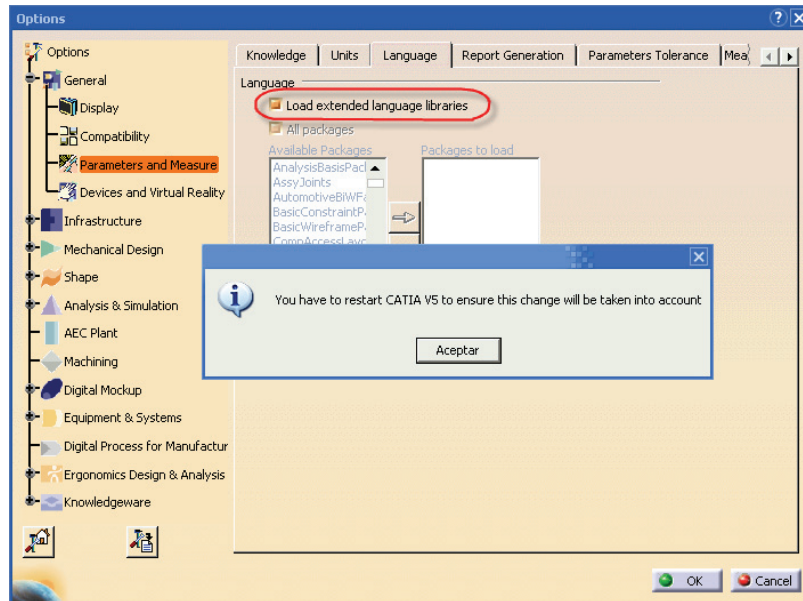
A continuación seleccionamos la ficha *Tree Appearance*, y en el campo *Tree Item Size*, seleccionamos **Fixed Size**, fijando un valor de “50” caracteres. De este modo limitaremos la longitud de los identificadores que aparecen en el árbol.



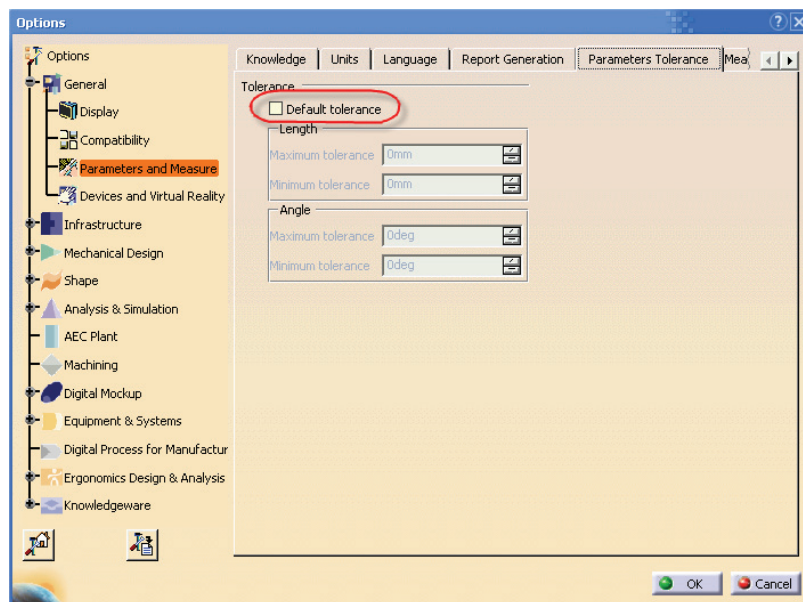
En la parte de la izquierda, en el árbol que aparece bajo **General**, seleccionamos ahora **Parameters and Measure**, y en la ficha *Knowledge* marcamos los campos **With Value** y **With Formula**, lo que mostrará todos los parámetros y fórmulas del árbol.



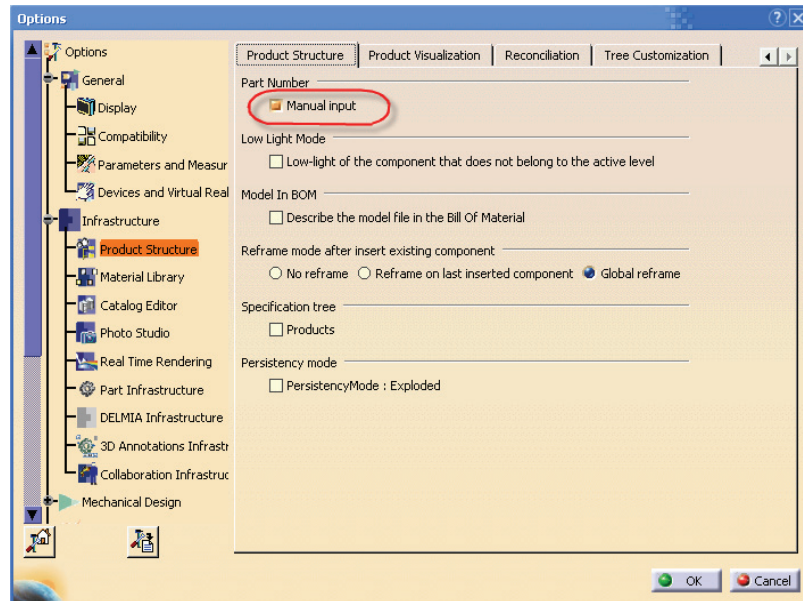
A continuación seleccionamos la ficha *Language*, y activamos la casilla **Load extended language libraries**, pulsando OK en el cuadro de información que aparece a continuación.



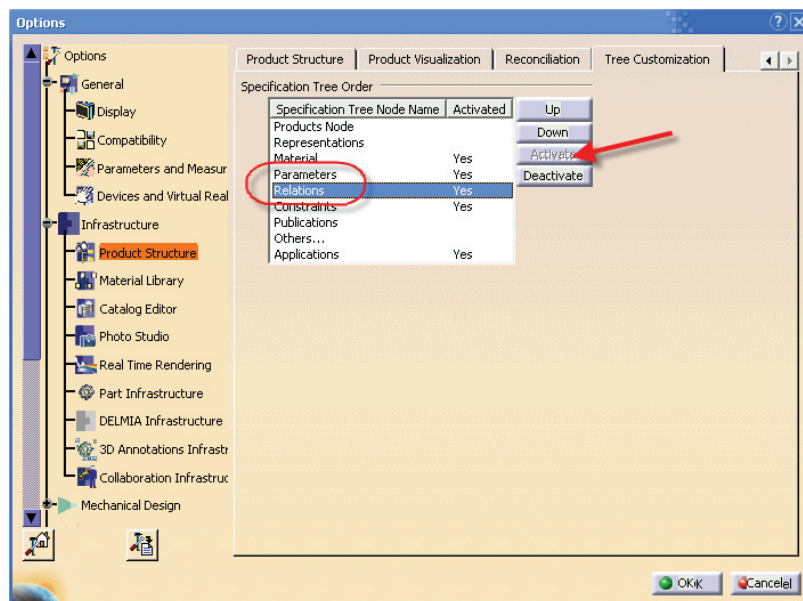
El siguiente paso es seleccionar la ficha *Parameters Tolerance*, y desactivar la casilla **Default Tolerance**. Esto eliminará las tolerancias cuando se cree una geometría en Sketcher.



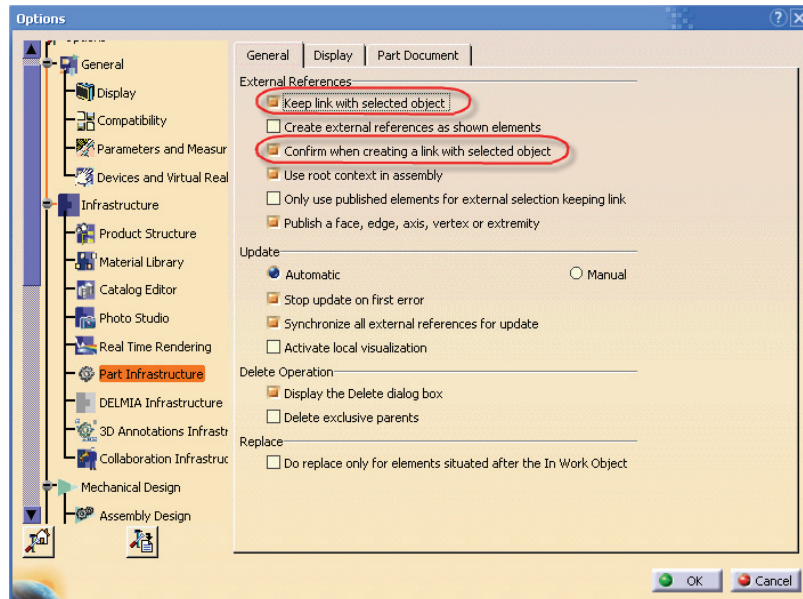
2) Infrastructure: En el árbol que aparece bajo *Infrastructure*, seleccionar *Product Structure*. A continuación seleccionar en la parte derecha la ficha *Product Structure* y en el campo *Part Number*, marcar la casilla **Manual Input**.



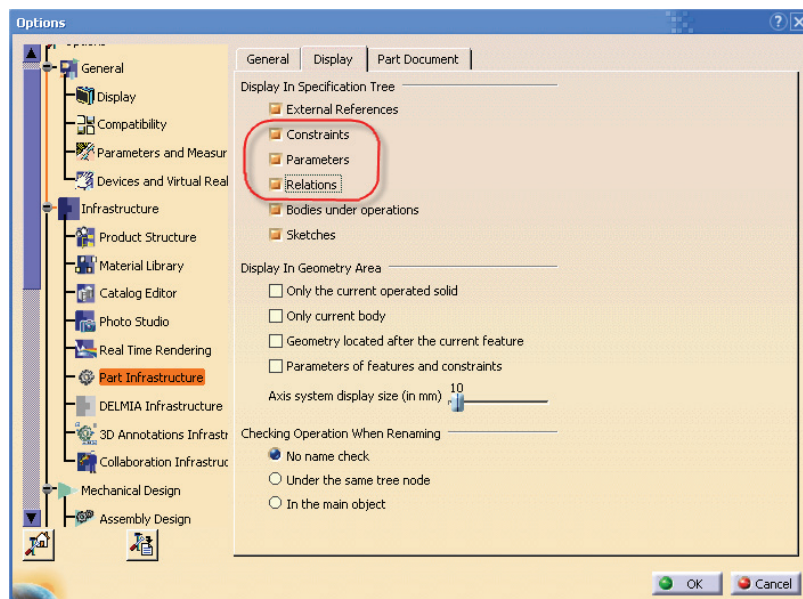
Posteriormente seleccionamos la ficha *Tree Customization* y activamos los valores **Parameters** y **Relations**. Para ello deberemos seleccionarlo y pinchar en **Activate**. Con esto conseguiremos que estos elementos aparezcan en el árbol de especificaciones.



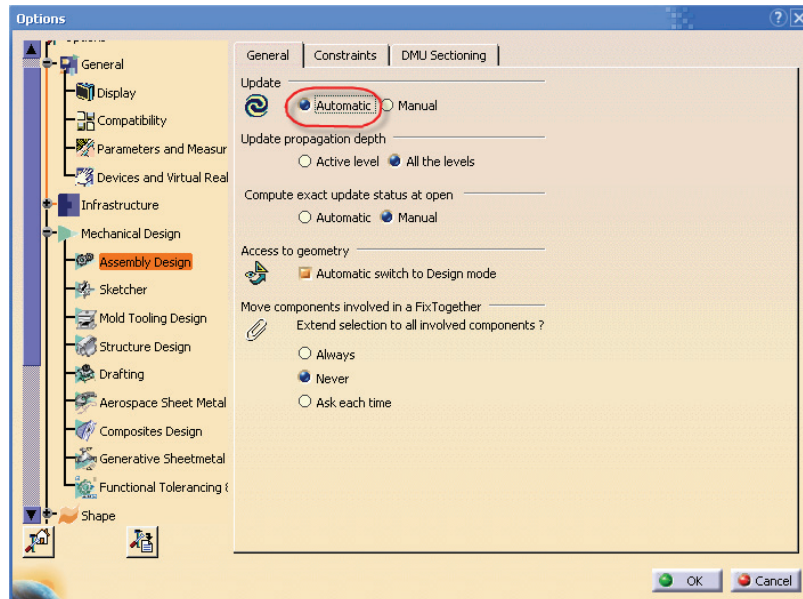
En la parte de la izquierda, en el árbol que aparece bajo *Infrastructure*, seleccionar *Part InfraStructure*. A continuación seleccionar en la parte derecha la ficha *General* y en el campo *External References*, marcar las casillas **Keep link with selected object** y **Confirm when creating a link with selected object**. Al marcar estos parámetros se conserva el enlace cuando se diseña una pieza en el contexto de un conjunto, de manera que cada vez que se cree un enlace aparecerá un mensaje.



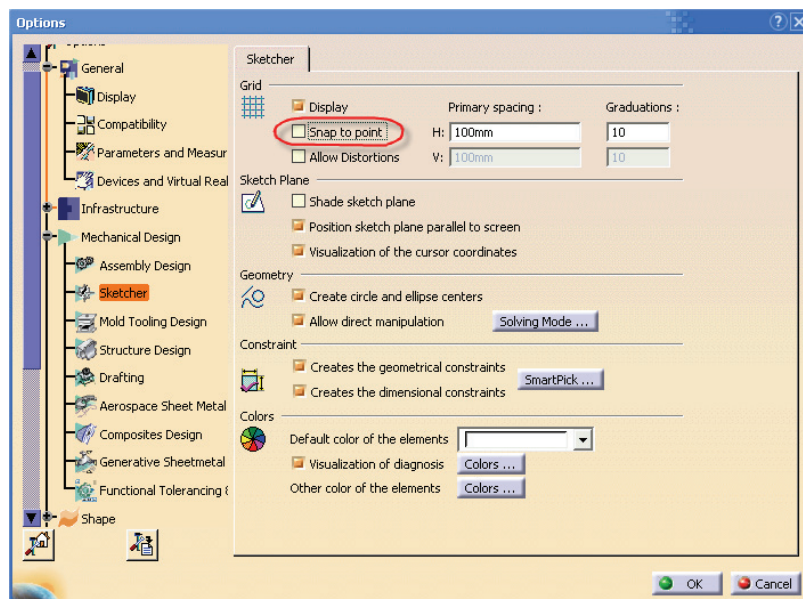
A continuación seleccionamos la ficha *Display*, y en el campo *Specification Tree* marcamos **Constraints**, **Parameters** y **Relations**, consiguiendo así que el árbol muestre toda la información.



3) Mechanical Design: En el árbol que aparece bajo *Mechanical Design*, seleccionamos *Assembly Design*. En la parte de la derecha elegimos la ficha *General* y en el campo *Update* marcamos **Automatic**. Con esta opción las piezas seleccionadas se colocarán en su sitio cuando se aplique una restricción.

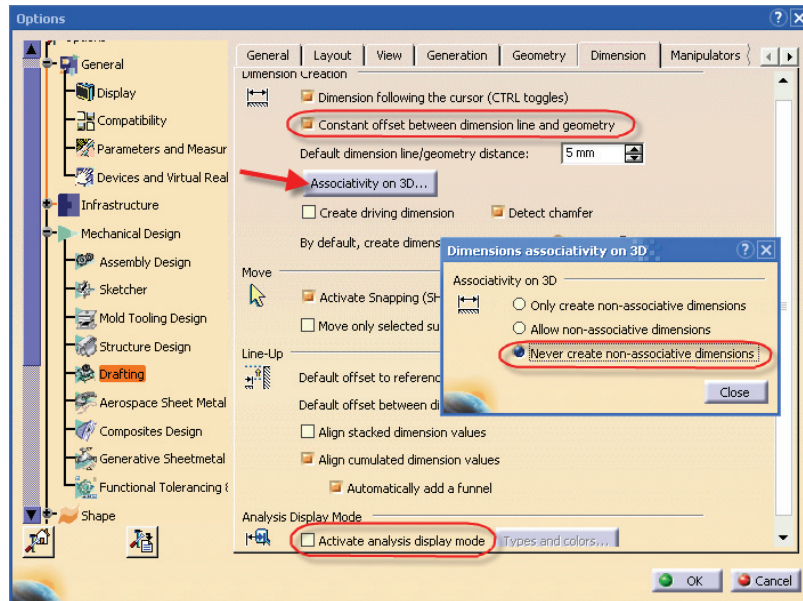


El siguiente paso será seleccionar *Sketcher* bajo *Mechanical Design*, y en el campo *Grid* desactivar **Snap to point**, facilitando así el movimiento al esbozar y arrastrar una geometría.



A continuación, en el árbol que aparece bajo *Mechanical Design*, seleccionar *Drafting*, y en la parte derecha la ficha *Dimension*. Realizar lo siguiente:

- Marcar **constant offset between dimension line and geometry**.
- Pinchar en *Associativity in 3D* y marcar **Never create non-associative dimensions**.
- Desactivar la casilla **Active analysis display mode**.



Llegados a este punto ya tenemos configurado CATIA para un uso más cómodo y eficiente.

4. Espacio de trabajo

Las partes más características y que siempre se repetirán serán:

- **El árbol**

A la izquierda, que podemos ocultar o mostrar con *F3*, o picando en *View > Especifications*. Es una de las partes más importantes en este tipo de programas CAD, en él se conserva toda la información de piezas, ensamblados, análisis, mecanizados, juntas, materiales y cualquier propiedad que demos a la pieza. Con un doble clic entramos en la operación que seleccionamos y podemos modificar los parámetros que hayamos dado con anterioridad. Podemos modificar el tamaño de este árbol si picamos en una de las ramas verticales de éste cuando el cursor se convierte en una mano en vertical. En este momento la pieza en pantalla se bloquea, y las operaciones de zoom se realizan sobre el árbol. Cada módulo de programa tendrá sus iconos característicos, que iremos conociendo a medida que conozcamos el programa.

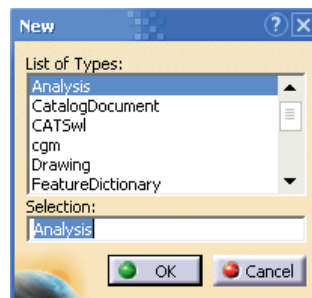
- **La barra estándar:**



Normalmente se encuentra en la parte inferior izquierda de la pantalla, y digo normalmente porque podemos configurarla y situarla con libertad en cualquier punto de la pantalla, como en todos los programas Windows. Los iconos que aparecen son conocidos para todos. Si vamos de izquierda a derecha tenemos:



➤ Nuevo documento: Al igual que en cualquier tipo de programas Windows, abre un nuevo documento. El programa nos pedirá el tipo de archivo que queremos abrir dentro de la siguiente lista:



➤ Abrir documento existente: Buscamos y seleccionamos el documento que queremos abrir dentro del esquema de directorios, y podemos filtrar la búsqueda al tipo de documentos que CATIA abre.



➤ Guarda el documento activo.



➤ Imprimir: Imprime el documento activo en la impresora predeterminada.



➤ Corta: Borra la selección y llévala al portapapeles.



➤ Copia: Copia la selección al portapapeles.



➤ Pega: Pega el contenido del portapapeles en la posición seleccionada.



➤ Undo: Deshace las últimas acciones, hasta el punto en el que se guardaron los cambios.



➤ Redo: Repite la última de las acciones canceladas.



➤ Fórmula: Crea fórmulas y parámetros para incorporar a las restricciones de diseño.



➤ Design Table: Permite la creación de una tabla de diseño.



➤ Ayuda Contextual: Picamos para pedir la ayuda y luego sobre la entidad de la que queremos obtener información.

▪ La barra de visualización:

Los comandos de la barra de visualización son unos de los más utilizados a la hora de trabajar en 3D, porque en todo momento estamos cambiando nuestro punto de vista para tener la mejor visualización posible según la operación que vayamos a realizar con la pieza. Hacemos distintos tipos de zoom, acercándonos o alejándonos, podemos colocarnos perpendicularmente al plano de trabajo, etc. Todo esto lo explicamos a continuación pero primero hemos de reseñar una característica importante. Los comandos de visualización son activos, esto quiere decir que en todo momento visualizamos la pieza o las entidades que tenemos en nuestro entorno de trabajo; pero no son comandos transparentes, porque cuando seleccionamos alguno de ellos (desde la barra de herramientas) salimos del comando que teníamos activo en ese momento. Sólo los comandos de visualización introducidos por el ratón son activos y transparentes, y están limitados al *Pan*, *Rotate* y *Zoom*.



➤ Pan: Nos movemos a lo largo del plano de trabajo en la dirección que especificamos manteniendo la misma escala y orientación.



➤ Rotate: Rota la información en pantalla según una esfera, en la que nosotros especificamos el centro.



➤ Zoom +: Aumenta la escala de visualización, dejando en el centro de pantalla el punto seleccionado.



➤ Zoom -: Disminuye la escala de visualización, dejando en el centro de pantalla el punto seleccionado.



➤ Vista Normal: Coloca el plano de trabajo perpendicularmente, al punto de vista.



➤ Vistas normalizadas: Aplicamos al espacio de trabajo un punto de vista normalizado según la ISO. Dentro de las vistas que podemos seleccionar están la vista isométrica, y luego como si considerásemos una de las caras de un cubo: frontal, posterior, inferior, trasera, derecha e izquierda.



➤ Modos de visualización: En el trabajo, a la hora de visualizar la pieza tenemos distintas opciones: Vista de las aristas (todas), ocultar las ocultas, ocultar al girar, sombreado de las superficies,

superficies sombreadas con aristas, modo de visualización personalizado.



➤ Ajustar todo: Este comando realiza un zoom adaptando toda la información del espacio de trabajo la pantalla del PC.



➤ Gestor de capas: Definimos capas a las que vincularemos la información de las distintas piezas.



➤ Sets fly mode: picando en este icono lo que hacemos es activar el modo volar, es un tipo de zoom que simula, nuestro movimiento por el espacio de trabajo, y en el que nos marcamos nuestra propia trayectoria, y la velocidad con la que pasamos por ahí. Los comandos disponibles son:



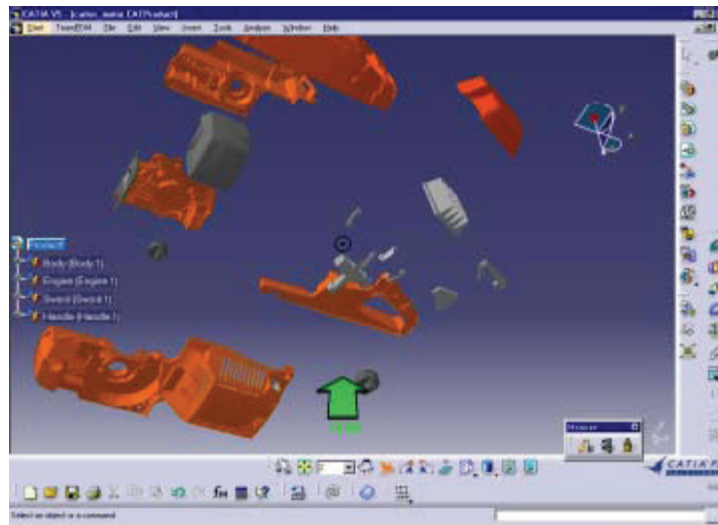
➤ Turn head: Gira la cabeza. Hace el efecto de mirar hacia un lado, o alrededor mientras vamos variando nuestro punto de vista a una velocidad constante que podemos cambiar en unos iconos que veremos a continuación.



➤ Accelerate: Incrementa la velocidad del vuelo, o la velocidad de paso por el espacio de trabajo.



➤ Decelerate: Disminuye la velocidad con la que pasamos por el espacio de trabajo. Con los botones derechos o izquierdo, volamos hacia delante o hacia atrás.



En el entorno de trabajo de la figura anterior, vemos que cuando ejecutamos este tipo de zoom, aparece en pantalla una flecha que nos indica la velocidad del vuelo y la dirección, moviendo el ratón hacia un lado o hacia otro controlamos la dirección, si nos situamos en el pequeño círculo central. Esto nos indica que nos estamos moviendo en línea recta y con velocidad constante. Para ejecutar este tipo de zoom tenemos que mantener pulsado el botón central del ratón y a continuación hacer un clic en el botón derecho o izquierdo.

Nota: El modo Estándar hace el efecto de que son las piezas las que giran y las que se mueven, las que se acercan o las que se alejan. En el modo Fly, es el observador el que esta variando su posición con respecto a la información en pantalla en cada momento.

▪ Ejecución de los comandos de zoom desde el ratón.

Como hemos visto podemos distinguir dos modos de visualización: el Estándar, y el modo Fly. Si estamos en el modo Estándar, el ratón funcionará de la siguiente forma:

- El botón central activa el modo zoom en el ratón. En cualquier operación de zoom en el ratón hemos de mantener pulsado este botón. Si lo pulsamos sólo activamos el Pan, que ya se ha explicado con anterioridad, y desplazamos la información en pantalla manteniendo la orientación y el factor de escala.
- Si pulsamos el botón central primero y a continuación uno de los botones derecho o izquierdo (y lo mantenemos) activamos Rotate, y podemos mover las entidades visualizadas siguiendo la trayectoria esférica.
- El modo zoom se activa manteniendo pulsado el botón central y haciendo clic en uno de los otros dos botones. Moviendo el ratón hacia arriba nos acercamos (zoom +), con el ratón hacia abajo nos alejamos (zoom -).

Por otra parte si estamos en el modo Fly, las distintas entradas del zoom por el ratón son muy parecidas:

- El botón central del ratón, al igual que en el caso anterior, activa el zoom y el Pan. Siempre ha de mantenerse pulsado.
- Si pulsamos el botón central y mantenemos pulsado uno de los otros botones, lo que hacemos es activar Rotate. Pero en este modo somos nosotros los que giramos, las entidades en pantalla conservan su posición.
- Si con el botón central pulsado, pulsamos uno de los otros botones para hacer una rotación (y hacemos la rotación), y luego soltamos el botón lateral que hemos pulsado entramos en un modo de zoom un tanto especial. Moviéndonos hacia arriba y hacia abajo hacemos zoom + ó zoom -. Si nos movemos con el ratón hacia la izquierda o la derecha lo que hacemos es girar la pieza en ese sentido.
- Por último si mantenemos pulsado el botón central y hacemos un clic rápido en uno de los laterales, entramos en el modo Fly directamente y sin pasar por los iconos. El sentido en el que volamos podemos cambiarlo con un clic en uno de los botones laterales.

Los comandos de visualización introducidos por el ratón serán de los más utilizados a la hora de trabajar con un programa de este tipo, pero siempre recurriremos en determinadas circunstancias a los iconos para ajustar la pantalla al dibujo, por ejemplo. La destreza con estos comandos se adquiere sobre todo con el uso, por eso no haremos ejemplos de ello.

Nos restan ahora dos iconos muy utilizados en la visualización: los comandos Hide y Show. Estos comandos funcionan de la siguiente forma:



➤ Hide/Show: es el comando oculta o muestra. Si queremos ocultar una pieza hemos de estar en el espacio visible, seleccionar la pieza y a continuación picar en el icono. De hecho este comando siempre oculta, pero si estamos en el espacio oculto, y seleccionamos una pieza para ocultar, esta pasa al espacio visible y por lo tanto la hemos mostrado o visualizado.

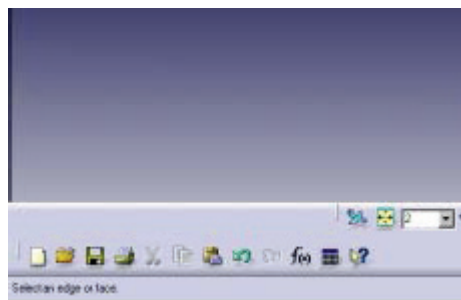


➤ Swap visible space: Este comando nos cambia del espacio visible al espacio oculto. Ambos se diferencian por el color y porque en el espacio oculto no se pueden hacer operaciones geométricas.

En el esquema que tenemos a continuación ocultaremos el pistón, para ello lo seleccionamos y picamos en el icono *ocultar*. Nos cambiamos de espacio de trabajo y allí vemos el pistón oculto (con el fondo verde).



Veamos ahora la Status Bar o barra de estado, es la ventana de comunicación entre el programa y el usuario y en ella nos va a pedir la información que se necesita para ejecutar los comandos. Siempre hemos de estar pendientes de ella. Por ejemplo, si pretendemos hacer un redondeo nos pedirá que seleccionemos una cara o una arista:



5. Sketcher

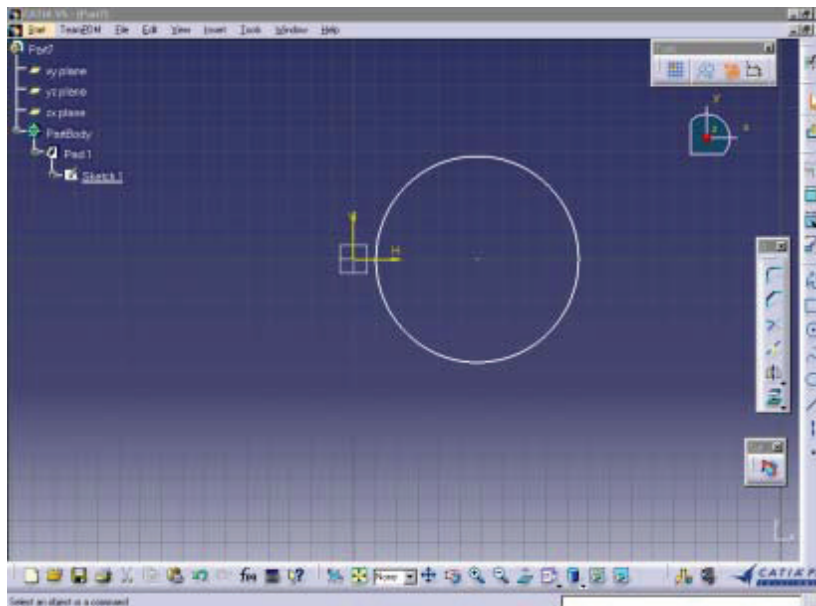
▪ Introducción

Podemos definir el Sketcher como la interfaz en la concepción de un diseño y su modelo 3D (es un generador de perfiles). En las barras de herramientas encontraremos todos los comandos necesarios para definir nuestro perfil, acotarlo, restringirlo y animarlo. Nos ayudaremos en medida de lo posible de los perfiles predeterminados, de la rejilla, proyecciones de aristas al plano de trabajo, etc.

▪ El espacio de trabajo del Sketcher

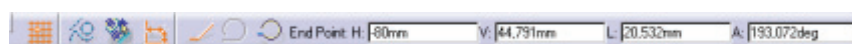
Para entrar en Sketcher desde la barra de herramientas nos vamos a Start > Mechanical Design > >Sketcher. Otra forma que tenemos es picando en el icono de insertar Sketcher . A continuación seleccionar un plano que pasará a ser nuestro plano de dibujo.

El espacio de trabajo del Sketch tiene la siguiente apariencia:



▪ La rejilla

Es una ayuda al modelado de la que disponemos en la mayoría de los programas CAD. Es configurable por los usuarios, útil en la construcción de perfiles aproximados, y sabemos que después podemos acotarlo y llevarlo a sus dimensiones definitivas. En otros trabajos, se emplean dimensiones fijas; por ejemplo en construcción se cuenta de cinco en cinco centímetros (normalmente). Por lo tanto podemos ayudarnos de una malla de esa densidad para dibujar de una forma definitiva. Para activarla o desactivarla, podemos tener habilitada una barra de herramientas llamada *Sketch Tools*, en la que tenemos los siguientes iconos:



El icono que está más a la izquierda es el que cambia el estado de la rejilla, en estos momentos la tenemos activada. Los otros iconos de la barra son ayudas al dibujo:



➤ Elementos de construcción referencia: Este icono permite que la geometría seleccionada, se convierta en geometría de referencia, y no entre en los cálculos de las operaciones geométricas que el programa realiza para pasar al espacio 3D.



➤ Restricciones Geométricas: Este icono crea y detecta restricciones en un sketcher. Estas restricciones se conservan siempre a no ser que se cambien en el proceso.

Estos son los símbolos de las restricciones geométricas que tendremos en nuestro dibujo.

Symbol	Constraint Type
	Perpendicularity
	Coincidence
	Verticality
	Horizontality
	Fix/Unfix
	Parallel
	Radius/Diameter



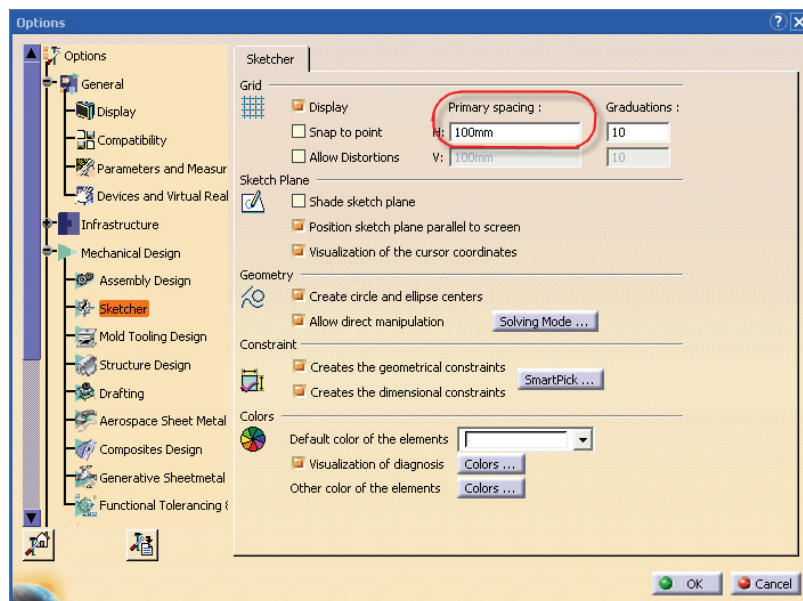
➤ Restricciones de Dimensión: Cuando está activado incluye las restricciones de dimensión introducidas por teclado.

A la derecha, cuando tenemos que especificar algún punto, tenemos sus coordenadas absolutas y distancia absoluta con respecto al otro. Se nos aparece un cuadro de diálogo en el que podemos introducir nuestros datos.



➤ También podemos especificar los tipos de operaciones cuando estamos ejecutando el comando polilínea, como por ejemplo arcos, tangencias y segmentos de líneas.

Si volvemos a la configuración de la rejilla, en la barra de menús tenemos todas estas opciones y muchas más. Para ello picamos en *Tools > Options* y seleccionamos en el menú de la izquierda la opción *Mechanical Design > Sketcher*. Todo esto lo podemos ver en la siguiente imagen:



Este menú es una parte muy importante en el programa porque desde él podremos hacer todas las modificaciones de los parámetros. Sería muy pesado explicar todos sus apartados ahora, por eso de

momento se dirá que la parte del espacio que tenemos con la rejilla, que es un plano cuadrado, la especificamos con *Primary Spacing*. El numero de divisiones de ésta o su densidad, que es lo mismo, la introducimos como *Graduations*. La rejilla se puede visualizar activando *Display*, así como forzar el cursor a las intersecciones activando *Snap to point*.

▪ **Tabla de comandos y opciones**

Los comandos generales ya se han explicado con anterioridad: cómo entrar en el sketcher, las opciones de rejilla, y las opciones sobre las restricciones. Queda sin embargo el comando para regresar del Sketcher al espacio de trabajo:



➤ Picando en este icono salimos del Sketcher, normalmente a Part Design.

▪ **Líneas, puntos y curvas**

Veamos el menú perfiles:



➤ **Polilínea**: Una polilínea es una línea múltiple formada por líneas y arcos de circunferencia.

El gancho que tenemos en la figura lo hemos construido con el comando polilínea, y utilizando las opciones del comando:



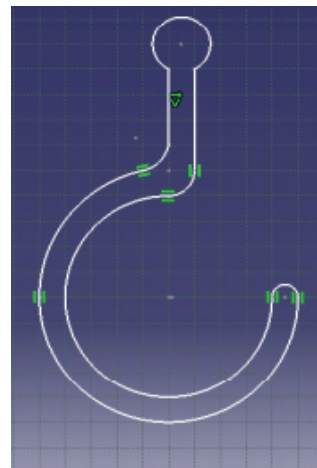
➤ Línea



➤ Arco por tres puntos.



➤ Arco tangente.



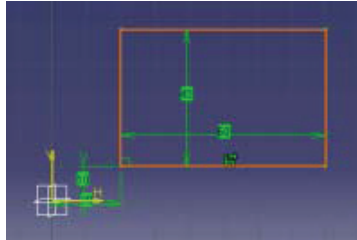
➤ **Rectángulos**

Dentro del comando rectángulo disponemos de varias opciones, que son otros tipos de polígonos basados en una geometría de cuatro lados (la mayoría) y que llamamos perfiles predefinidos. Explicaremos los comandos de izquierda a derecha:





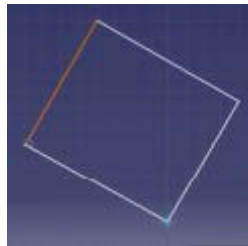
♦ Rectángulo: Construimos un rectángulo, bien dando los vértices de la diagonal como puntos con el ratón o desde la barra de herramientas *Tools*, introducimos el primer punto y luego introducimos la altura y anchura, o las coordenadas del segundo punto.



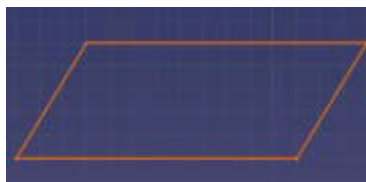
Con un doble clic en las restricciones se abre un cuadro de diálogo en el que podemos cambiar las dimensiones. A veces las restricciones están entre paréntesis y eso significa que están referenciadas a otras, por lo que no podremos cambiarlas.



♦ Rectángulo orientado: Orientamos una de las arista del rectángulo en una dirección. Primero damos como dato uno de los lados, el que es perpendicular a la dirección, y luego la dirección y longitud del otro lado.



♦ Paralelogramo: creamos un paralelogramo introduciendo como datos tres de las aristas.



♦ Agujero alargado: con este comando creamos una geometría basada en un rectángulo redondeado en los extremos con semicircunferencias. En este comando introducimos primero la distancia entre los centros del redondeo, y a continuación el radio de redondeo.



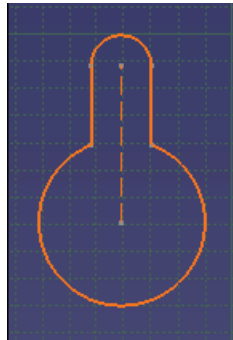


♦ Agujero alargado cilíndrico: Este comando es básicamente igual que el anterior, pero el eje central es el que va a coger curvatura.

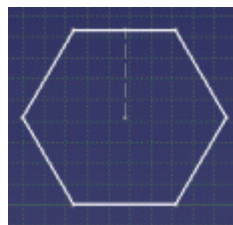
Los comandos entran de la siguiente forma: primero introducimos el radio de curvatura. Picamos para aceptar pero el punto en el que piquemos ya será el centro del primer redondeo, tendremos que dar un último punto para determinar la longitud del arco.



♦ Keyhole: crea el perfil de un agujero de cerradura. Es un comando muy específico. Se suele utilizar en diseño de muebles cuando a las piezas que queremos poner cerradura han de llevar un agujero con esta forma, para introducir el cilindro. Las dimensiones dependen del fabricante del mecanismo. Volvemos otra vez a lo que es metodología del diseño: tenemos que pensar siempre a donde queremos llegar, poner a nuestro servicio las herramientas de las que disponemos, y tratar de englobar siempre funcionalidad y diseño.



♦ Hexágono: Es un comando muy utilizado en ingeniería y en cualquier tipo de diseño mecánico, sobre todo para tuercas y tornillos. El dato que introducimos es la apotema del polígono, es decir, la longitud del centro al punto medio de uno de los lados.



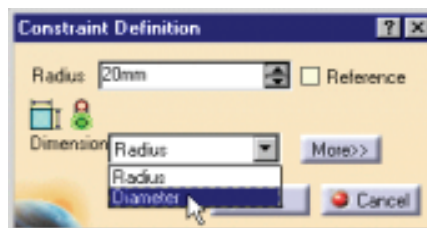
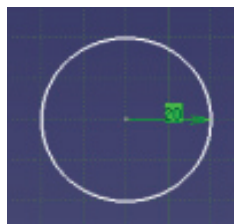


➤ **Círculos y arcos**

El siguiente tipo de perfiles que tenemos son los círculos y arcos:



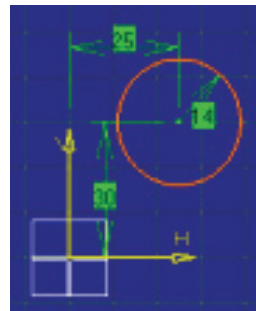
♦ **Círculo:** Creamos un círculo dando como entradas al sistema el centro y el radio del mismo. Si lo acotamos podemos cambiar la acotación a diámetro dando un doble clic en la cota.



♦ **Círculo por tres puntos:** Este comando genera un círculo que pasa por tres puntos, que el usuario da como datos al sistema. Podemos variar en cualquier momento las medidas dando doble clic en las cotas.



♦ **Círculo usando coordenadas:** Mediante este comando se crean círculos dando como datos las coordenadas del centro por teclado y a continuación el radio:



♦ **Círculo tritangente:** Con este comando introducimos al sistema tres curvas o rectas, o combinación de ambos, y éste procesa la información para crear un círculo tangente a las tres geometrías que hemos introducido como dato.





♦ **Arco por tres puntos:** Con esta herramienta se crea un arco de circunferencia entrando como datos tres puntos de referencia dados en orden, y por los cuales la curva ha de pasar. Las restricciones detectadas mediante la creación del arco son memorizadas.



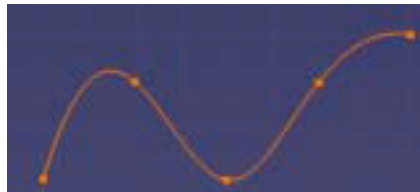
♦ **Arco: dos puntos y radio:** Especificamos el punto inicial y final por los que ha de pasar el arco de circunferencia, y a continuación damos el radio.



♦ **Arco básico: centro, inicio, fin.** Para especificar el arco damos como datos las siguientes entradas y en este orden: primero el centro del arco, luego el punto inicial que determinará el radio, y por último el punto final que determina la longitud del arco.



➤ **Spline:** Es una curva de grado tres o superior que se adapta lo mejor posible para pasar por un conjunto de puntos, introducimos los puntos uno a uno, bien por teclado bien por pantalla con el ratón. Las restricciones se guardan como datos del dibujo y se mantienen. Con un doble clic en un punto de control, podemos modificar sus coordenadas y si activamos *tangencia*, la curva mantiene la misma tangente en ese punto, aunque lo desplazemos.



➤ **Curvas cónicas**

Dentro del comando curvas cónicas disponemos de las siguientes opciones:



♦ **Elipse:** Los datos que entran en el sistema son centro de la elipse, radio mayor y radio menor. Si tenemos activado las restricciones dimensionales y sabemos con exactitud las medidas de nuestro perfil, podremos introducirla directamente mediante teclado.





♦ **Parábola desde el foco:** con este comando dibujamos un arco de parábola, especificando la longitud en cada una de las dos direcciones a partir del vértice. En un primer momento especificamos el foco, y a partir de este vértice, damos la curvatura. Después de aceptar tenemos que especificar la longitud de cada arco a partir del vértice.



♦ **Hipérbola por foco:** Con este comando conseguimos hacer una hipérbola dando como datos: en primer lugar el foco, luego el vértice de las asíntotas, y a continuación el vértice de la hipérbola (cuanto más acercado este al foco mayor curvatura daremos a la hipérbola, cuanto más cercano al vértice de las asíntotas menos). Por último, una vez que hemos determinado el camino introducimos los límites de la curva que delimitan el segmento de curva con el que nos quedamos.

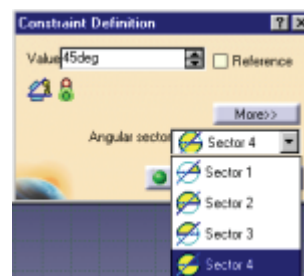
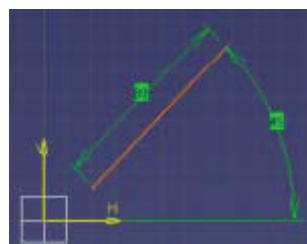


► Líneas

Dentro del comando líneas disponemos de las siguientes opciones:

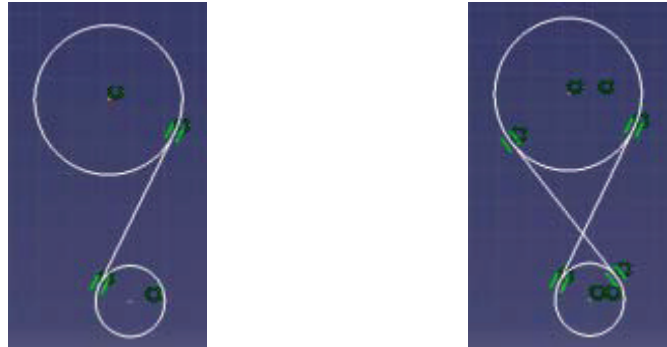


♦ **Línea:** Una línea la definen dos puntos, por ello para dar una línea sólo tenemos que introducir con el ratón dos puntos o dar sus coordenadas por teclado. Si vamos a polares, damos el punto inicial, y a continuación la longitud y el ángulo. El ejemplo de abajo está hecho con la última de las posibilidades. El sistema de acotación de los ángulos podemos seleccionarlo en el siguiente menú, dando un doble clic en la cota.





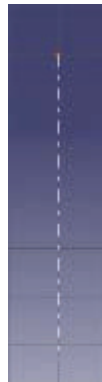
◆ **Línea bitangente:** En un tipo de línea tangente a dos curvas. El sistema procesa la información del Sketcher y saca por pantalla la línea que cumpla las restricciones que hemos dado (si existe). Hemos de tener cuidado a la hora de dar los puntos de las curvas que delimitan la tangencia. Cuando hay varias posibilidades el sistema escoge la que mejor se ajuste a los puntos de selección de las curvas. Véase el caso:



La figura de la derecha muestra las distintas posibilidades de tangencia entre los dos círculos, pero en la figura de la izquierda se han dado puntos cercanos a los de tangencia, por eso el sistema ha visualizado la forma correcta.



➤ **Ejes:** Si picamos en el icono y entramos como datos del sistema el punto inicial y final, el eje quedará determinado. También podemos definir la recta con coordenadas polares. Podemos cambiar una recta a eje si la seleccionamos y a continuación picamos en icono de eje. Cuando hagamos el Sketcher de una pieza que pensemos transformar por revolución hemos de especificar el eje en el Sketcher, de la misma manera que si queremos hacer una simetría.



Puntos

Dentro del comando puntos disponemos de las siguientes opciones:





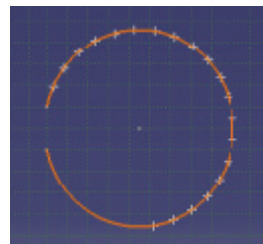
♦ Punto: Este comando nos permite introducir un punto por pantalla, seleccionándolo con el ratón o bien por el teclado si tenemos seleccionadas las restricciones dimensionales.



♦ Punto especificando coordenadas: Es otra forma de dar los puntos especificando las coordenadas literalmente en un cuadro de diálogo que se nos abre a tal efecto. Podemos escoger la forma en la que metemos los datos; estas pueden ser cartesianas o polares.



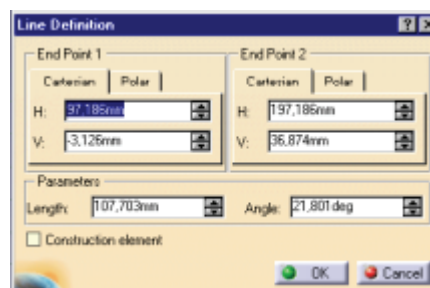
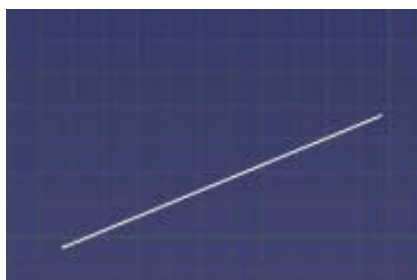
♦ Puntos equidistantes: Para crear un conjunto de puntos equidistantes damos como dato una línea o una curva, a lo largo de la cual vamos a situar estos puntos. Introducimos a su vez el punto origen a partir del cual comenzamos a hacer las equidistancias. Se nos abre un cuadro de diálogo en el que introducimos el *número de puntos* y la distancia entre ellos para ese camino *espaciado*.

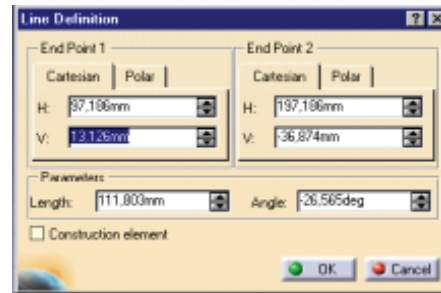
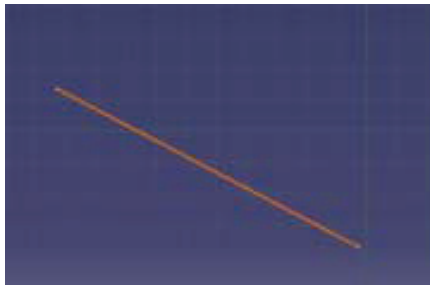


▪ Modificación de la geometría

Toda la geometría que hemos visto hasta ahora podemos cambiarla en cualquier fase del diseño, esto es podemos variar los puntos, líneas, ángulos, curvas, etc.

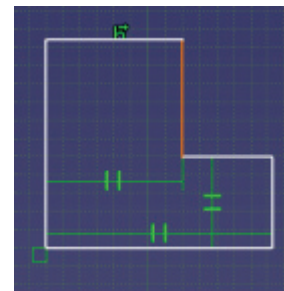
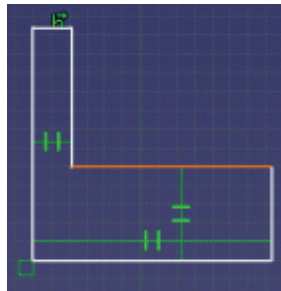
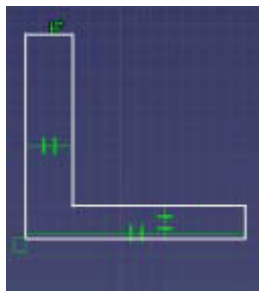
Catia V5 interpreta que queremos modificar o ver las características específicas de la geometría de un objeto cuando damos un doble clic sobre el si no tenemos nada seleccionado, ni estamos ejecutando ningún comando. Se nos abrirá un cuadro de diálogo que dependerá del objeto seleccionado. Veremos que se parece mucho a los cuadros de diálogo por los que hemos creado la geometría. Veamos la modificación de una línea:





- **Modificar la forma y el tamaño de un perfil**

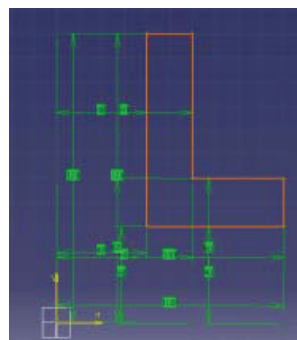
Estas operaciones son sencillas y al mismo momento muy útiles. Para poder realizarlas hemos de tener en primer lugar un Sketcher o una geometría en 3D. Si partimos de un modelo 3D recurrimos al árbol de operaciones y buscamos el Sketch de la operación que pretendemos modificar, hacemos doble clic sobre ella y ya estamos en él. Para ver estos comandos partiremos de una geometría sencilla, como la de la figura de la izquierda:



De esta geometría que podríamos asimilar a un perfil de construcción queremos cambiarlo totalmente y modificarlo haciéndolo mucho más ancho. Para ello seleccionaremos las aristas que pretendemos modificar y las deslizaremos en la pantalla hasta un nuevo punto. Se puede comprobar que las restricciones de paralelismo y perpendicularidad se mantienen y la pieza cambia las dimensiones de sus aristas para adaptarlas a la nueva geometría, tal y como muestran las figuras central y derecha.

Si la pieza estuviese acotada, bien porque hemos introducido restricciones de cotas o bien porque se han introducido las dimensiones por teclado cuando el icono de restricciones dimensionales está activado, sólo podremos modificar el perfil modificando las cotas o restricciones.

En esta figura todos los puntos que limitan el perfil de la polilínea se han introducido por teclado y el sistema ha creado restricciones dimensionales respecto al sistema de coordenadas. Por ello no podremos cambiar ninguna de las cotas con el ratón.



▪ **Borrar elementos en un Sketcher**

El borrar elementos en la geometría de un Sketcher es tan fácil como seleccionar lo que queremos borrar (manteniendo pulsado control cuando son más de un elemento) y a continuación presionar *Supr* o bien ir al menú contextual del ratón (botón derecho) y hacer clic en *Delete*. Podemos borrar tanto geometría como cotas y restricciones. No se pueden borrar los elementos que no están en el plano del Sketch (puedo seleccionarlos pero no borrarlos).

▪ **Operaciones con perfiles**

Estos comandos hacen redondeos entre dos rectas o entre curvas o rectas y curvas, con arcos tangentes a las curvas. Los redondeos han de ser tangentes a la geometría, por eso a veces no será factible cualquier radio de curvatura, y en ocasiones limitaremos las posibilidades a un solo radio.

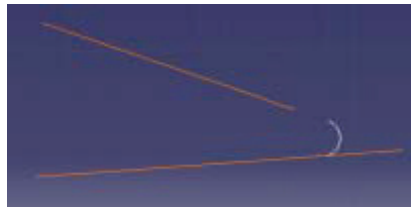
Dentro de este tipo de operaciones que podemos hacer con los perfiles distinguimos los redondeos y chaflanes. Cuando seleccionamos alguno de estos comandos en la barra de herramientas *Tools* aparecen las siguientes opciones:



Los cuatro primeros iconos de esta barra ya nos son conocidos porque han sido explicados con anterioridad. Los tres siguientes activan las distintas opciones cuando hagamos una operación con un perfil:



♦ **Cortar elementos:** elimina la geometría sobrante cuando realizamos un redondeo. En el caso de rectas el sistema puede alargarlas para hacer factible el redondeo. Veamos un ejemplo:



Cuando seleccionamos el redondeo el sistema nos va a pedir que seleccionemos los elementos entre los cuales se va a hacer el redondeo. Seleccionamos el radio de curvatura, y si metemos como dato el radio de la figura de la izquierda, el sistema alargará la recta superior y cortará la inferior. El resultado se muestra en la derecha.

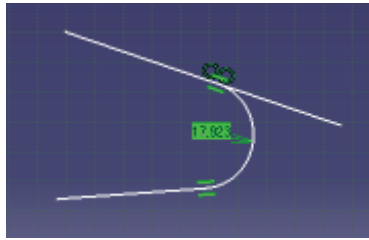


♦ **Cortar uno de los elementos:** Con esta opción en el comando activada, el primero de los elementos que indiquemos para hacer el redondeo será el que se corte, el otro permanecerá intacto.



♦ **No cortar ninguno:** Con esta opción el sistema ejecutará el comando sin modificar ninguno de los elementos que entran a formar parte en el Sketcher.

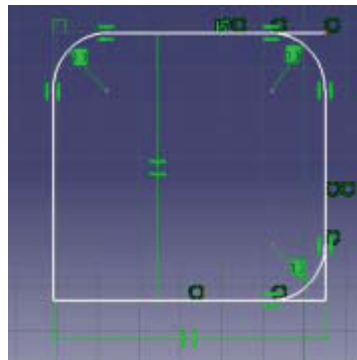
Veamos un ejemplo de cada caso:



Operaciones

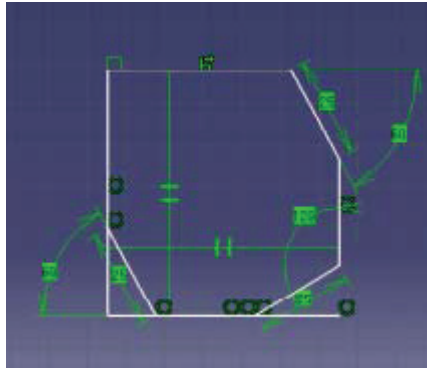


♦ **Redondeo:** Indirectamente ya hemos explicado como se realiza esta operación al introducir las opciones de comando. Realizamos un redondeo entre dos entidades con un arco de circunferencia. Seleccionamos el icono y las entidades, damos el radio de redondeo y pinchamos en OK. Existe otra forma de realizar los redondeos cuando la geometría es una polilínea, un rectángulo, un rectángulo orientado o un paralelogramo. Consiste en seleccionar toda geometría dando el redondeo a todos los vértices.



♦ **Chafilán:** Este comando es fiel reflejo de una operación industrial muy utilizada. Lo veremos con más detalle en las operaciones sobre piezas en 3D, pero por ahora podemos decir que se utiliza bastante en el mecanizado, siempre en las aristas que van a ser soldadas, para una mejor deposición del cordón de soldadura, en la embocadura de los tornillos, etc.

Las opciones del comando son las mismas que para los redondeos, y la selección de los vértices de rectángulos paralelogramos y polilíneas a las que queremos dar el mismo bisel, también está activo. El bisel se define como ángulo con respecto a la primera entidad seleccionada y su longitud. Véase el ejemplo.



▪ Trimado de elementos

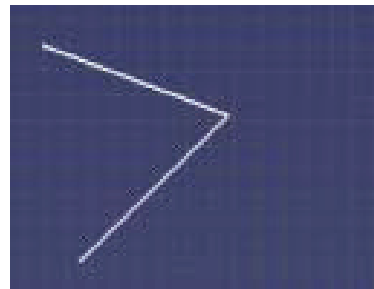
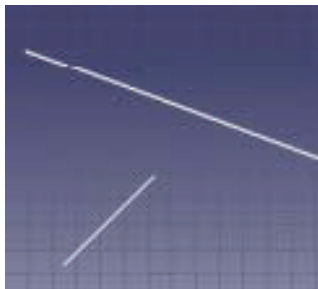
Por trimado entendemos la operación de alargar o recortar una curva o una recta con geometría bien definida (círculos, arcos y rectas) hasta otra geometría para que ambas se adapten. La parte de la recta o del arco que vamos a alargar esta en función del punto de selección de la entidad. No es lo mismo seleccionarla hacia un extremo que hacia el otro.

En *Tools* cuando seleccionemos el comando nos van a aparecer una serie de opciones, muy parecidas a las de los redondeos y los chaflanes. El comando Trim se ejecuta siempre vinculado a alguna de estas opciones. Por eso se ha de seleccionar la que más nos interese.



♦ **Trimmar:** Para trimar una línea, la seleccionamos por el extremo opuesto al que queremos alargar o recortar, y a continuación nos vamos a la recta o curva hasta la que queremos llegar o con la que queremos cortarla.

En el ejemplo seleccionaremos la línea inferior. Vemos que la recta se va alargando hasta llegar a la superior y una vez que se cortan podemos seleccionar con que parte de la segunda recta nos quedamos. Eso pasa porque tenemos *Trim All*, activado y trimamos las dos rectas.



▪ Opciones del trimado



♦ **Trim All:** Esta opción recorta o alarga las dos entidades que entran a formar parte del comando, por lo que la unión es siempre un vértice.



♦ **Trima el primer elemento:** Esta opción solo permite el trimado de la primera entidad. El límite de trimado permanece invariable.

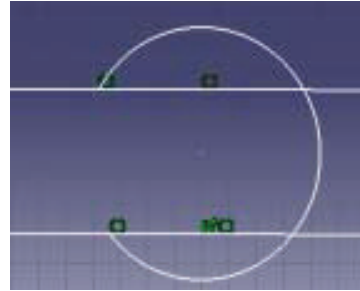
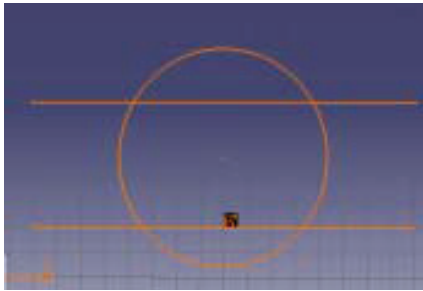


◆ Cierra: Este comando cierra arcos de circunferencia, convirtiéndolos en círculo.



◆ Quick Trim: Es un borrado rápido. Borrarnos el elemento seleccionado. Si tenemos un objeto delimitado por otros, ya sean rectas o curvas, cuando seleccionemos este tipo de trimado, se borrará únicamente entre los límites de la geometría.

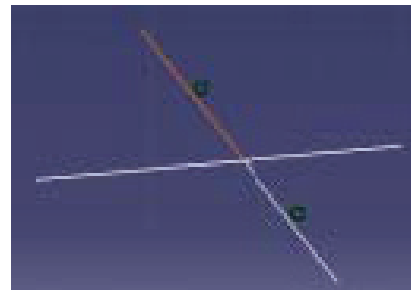
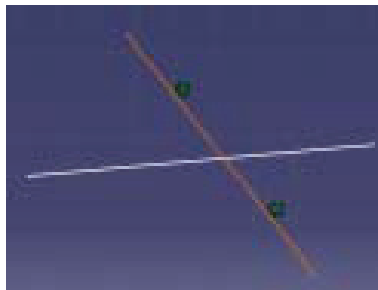
Veamos un ejemplo de este tipo de trimado:



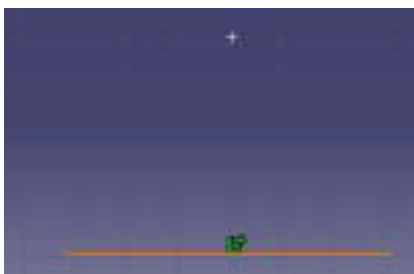
Esta misma operación podríamos hacerla como veremos a continuación explotando o dividiendo la geometría por sus puntos de intersección con otra, pero con más pasos.



◆ Broken: Rompe la geometría por un punto. Para ello hemos de seleccionar primero el elemento a romper y luego la arista cortante cerca de donde queremos que rompa.



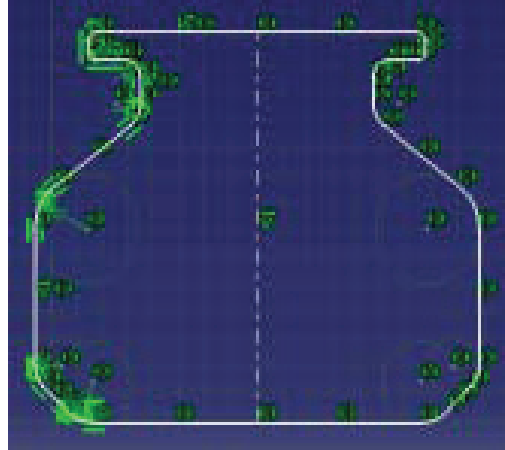
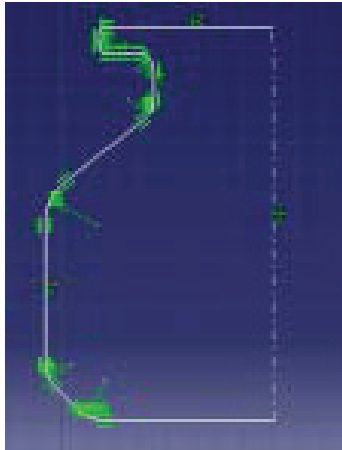
Existe también otro tipo de rotura, la de una línea por la perpendicular que pasa por un punto.



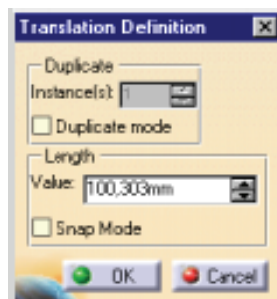
Transformaciones



♦ **Simetría:** Es un comando que bien utilizado simplifica mucho los procesos de diseño ya que la mayoría de las veces las piezas son simétricas, y esto nos facilita tener que dibujar sólo la mitad de la pieza. Para ejecutarlo, especificamos el perfil al que vamos a hacer simetría, y luego el eje de simetría. Recordar que los ejes hay que especificarlos como tales, o transformarlos a partir de una línea.

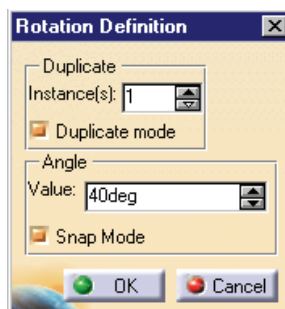


♦ **Trasladar:** Este comando nos permite mover una geometría seleccionada en una dirección determinada por una recta definida por el punto inicial y final. Se nos abre un cuadro de diálogo en el que podemos especificar un número de copias en esa dirección y la distancia entre ellas.



♦ **Rotación:** Comando rotar, seleccionamos la geometría que queremos rotar (en el plano del Sketcher), y definimos el centro de giro y el ángulo de giro.

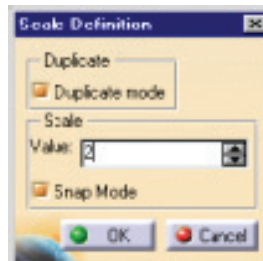
Al mismo tiempo que giramos podemos hacer copias de esta geometría, al estilo de una matriz circular. A su vez en el cuadro de diálogo podemos especificar el paso en los giros con "rejilla".





♦ **Escalar:** Este es un comando muy útil porque nos permite adaptar dimensiones de una misma pieza guardando la proporcionalidad entre sus medidas. El método de ejecución del comando es muy sencillo: en primer lugar picamos en el icono, indicamos qué geometría queremos escalar, e introducimos el punto base del escalado.

En el caso de la figura hemos dibujado un rectángulo en el Sketch y queremos escalarlo al doble, por lo tanto, lo seleccionamos todo, aceptamos, picamos en el punto origen del escalado, y en el cuadro de diálogo introducimos como valor de escalado 2, activando modo duplicado, para no borrar el original. Con *Snap mode* activado, nos movemos por la pantalla, para indicar el valor de escalado, a través de la rejilla.



♦ **Offset:** Este comando crea un duplicado de un elemento, donde todos los puntos de la nueva entidad están a la misma distancia.

En el ejemplo de la figura el círculo que esta seleccionado en el de origen, y el otro es el de offset. Podemos introducir un valor por teclado para el offset en la barra de estado.



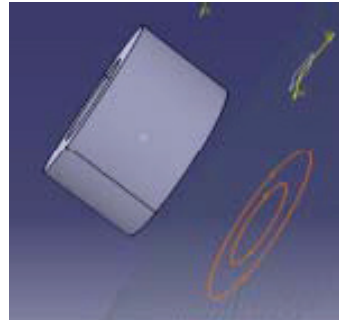
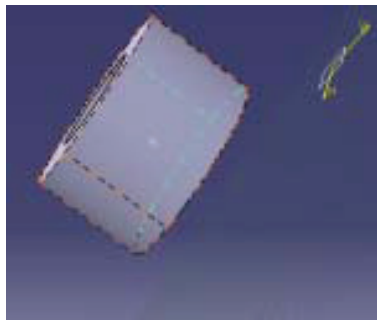
▪ Intersección de elementos 3D con el plano de trabajo

Estos dos iconos son tremendamente útiles, ya que nos permiten focalizar en el plano de trabajo cualquier geometría que tengamos en el espacio de trabajo. Ambos son parecidos pero explicaremos sus diferencias:



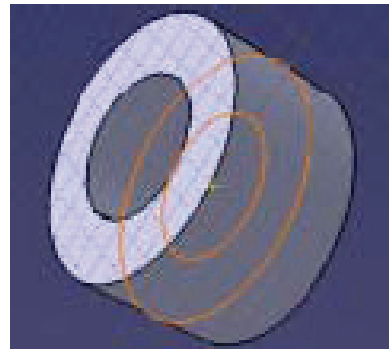
♦ **Proyectar objetos 3D al plano de trabajo:** Este comando se utiliza cuando queremos proyectar de la dirección normal al plano de trabajo la geometría de una pieza, aristas casi siempre.

Esta pieza está por encima del plano de trabajo. Queremos información sobre sus aristas en el plano de trabajo. Picamos en el icono y picamos en el árbol o en las aristas.



♦ **Intersección de un objeto 3D con el plano de trabajo.** Como su nombre indica, este comando lleva al plano del Sketch su intersección con una pieza 3D.

Si nos valemos de la pieza de antes, vemos que el plano de trabajo la atraviesa. Pues bien, este comando lo que hace es calcular la intersección con este plano.

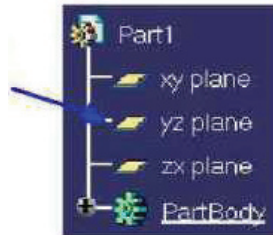


6. Ejemplo Sketcher

En este capítulo se van a explicar los pasos a seguir para realizar una pieza usando el banco de trabajo de Sketcher.

Lo primero sería abrir una nueva pieza → Start + Mechanical Design + Part Design.

1. Seleccione un plano, una cara sólida o una superficie plana para iniciar el boceto.

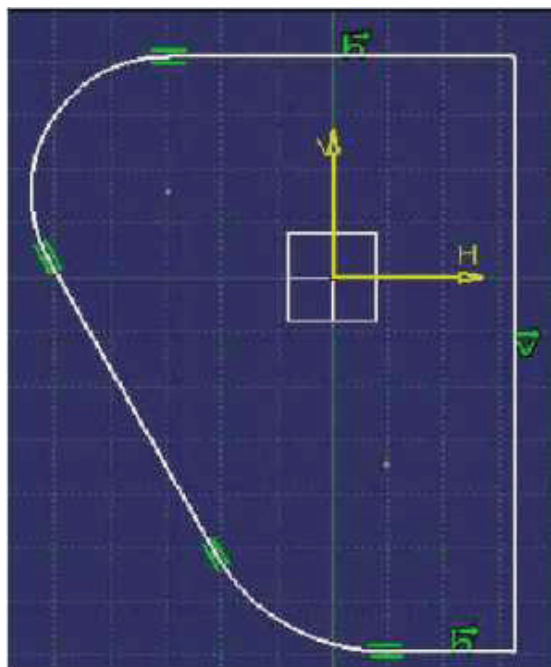


2. Vaya al área de trabajo de Sketcher



3. Seleccione el icono Polygon  y esboce un diseño como aquí se indica:

- a. Haga clic con BR1 y suéltelo donde desee que empiece una línea
- b. Haga clic con BR1 donde desee que finalice la línea
- c. Mantenga pulsado BR1, mueva el ratón y suelte BR1 para dibujar un arco
- d. Haga doble clic cuando desee finalizar el perfil



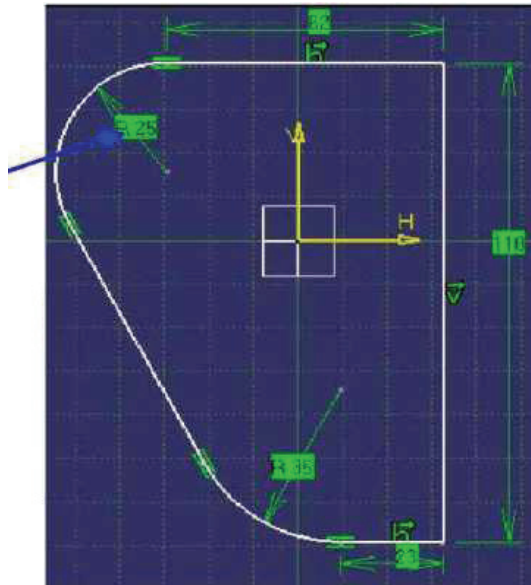
Nota: Para salir de esta función, hacer clic en el icono Select



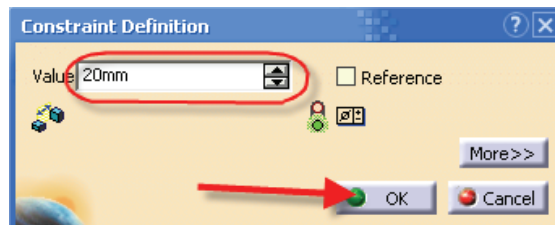
4. Seleccione el icono Constraints  y especifique las cotas. Para especificar una cota seleccione una línea y arrastre la cota hasta la posición que desee, haciendo clic para crearla.

5. Modifique las cotas del modo siguiente:

- a. Para modificar una cota haga doble clic en el cuadro verde que contiene el valor de la cota.



- b. Cambie el valor y haga clic en OK para validarlo.

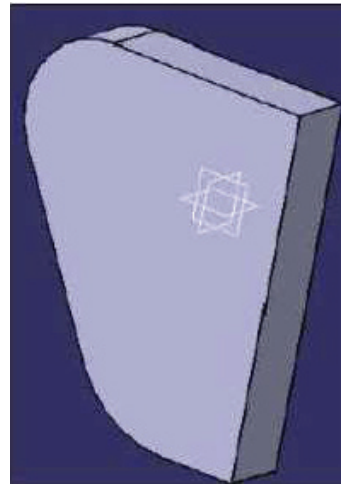
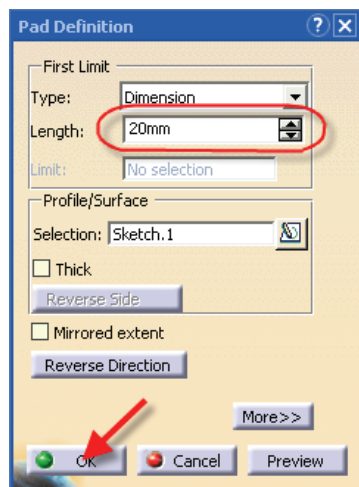


6. Salga de Sketcher 

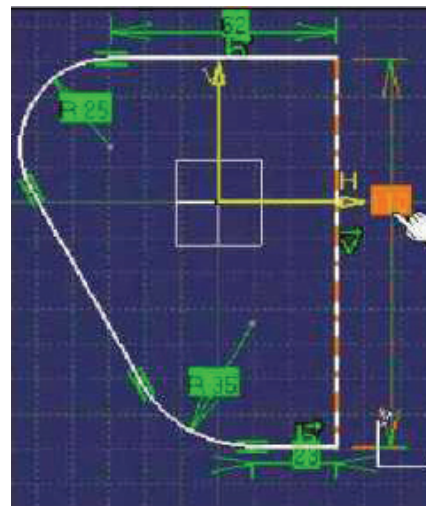
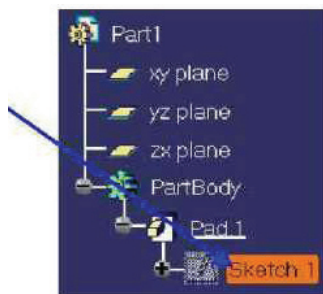
7. Haga clic en el icono Pad . Seleccione el boceto si es necesario.



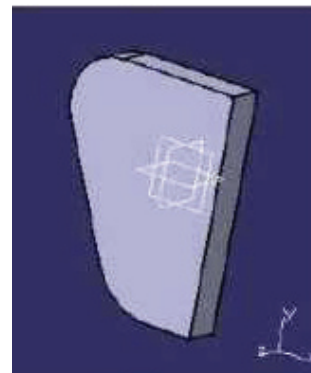
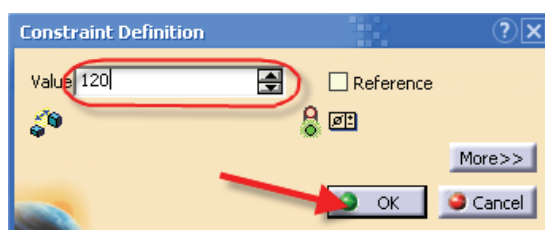
8. Haga clic en OK para validar los valores, pudiendo cambiar el valor de la longitud antes de la validación.



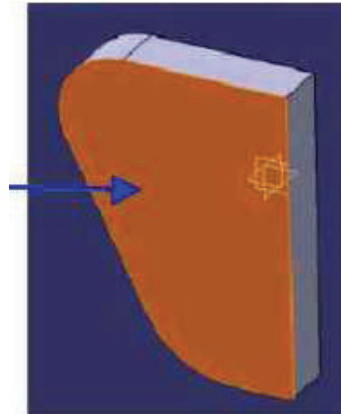
9. Haga doble clic en Sketch.1 del árbol para abrir Sketcher



- Haga doble clic en las dimensiones 110
- Cambie el valor a 120
- Haga clic en OK para validarlo
- Salga de Sketcher.



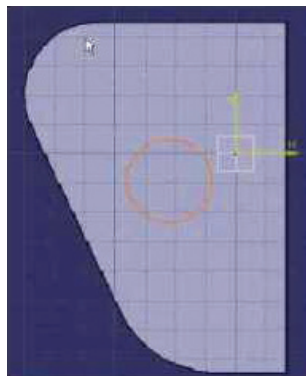
10. Seleccione la cara como se muestra debajo y abra Sketcher.



11. Seleccione el icono Circle



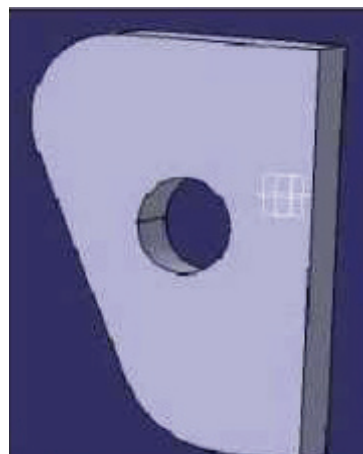
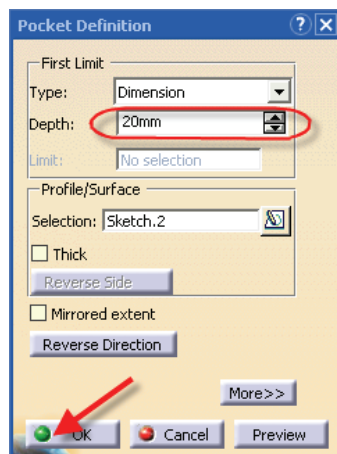
- Haga clic para definir el centro del círculo
- Arrastre el ratón para definir el radio
- Haga clic para crear el círculo



12. Salga de Sketcher.



13. Seleccione el icono Pocket . Una vez abierto, haga clic en OK para validarlo, pudiendo cambiar el valor de la profundidad antes. Con este último paso finaliza el ejemplo.



7. Diseño de piezas I (Part Design)

Catia V5 hace posible un diseño preciso de piezas mecánicas en 3D usando un interfaz intuitivo y flexible, desde el Sketch hasta el ensamblaje de las piezas. Los comandos disponibles se acomodan al diseño de las piezas desde las más simples a las más complejas.

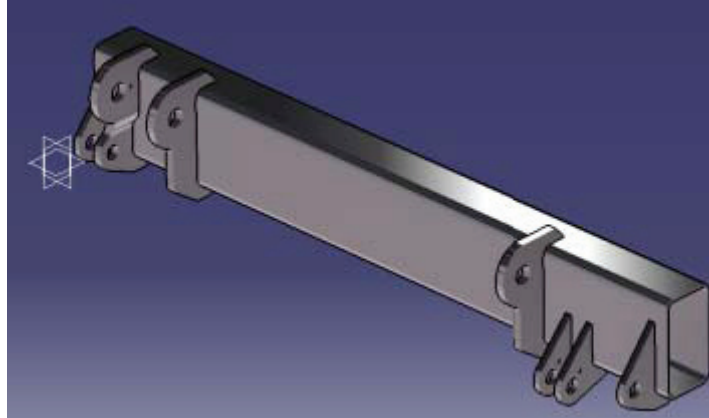
En este capítulo veremos el proceso de creación de una pieza utilizando los diferentes comandos disponibles, pero hemos de saber que existen diferentes caminos para la construcción de una pieza, que dependen de la forma de trabajar de cada persona. Con el tiempo terminaremos escogiendo la que nos lleve menos tiempo.

Antes de empezar a trabajar, y realizar la construcción de una pieza, conozcamos la filosofía de trabajo cuando nos disponemos a modelar una pieza sólida.

- Antes de pasar al modelo 3D, dibujamos el perfil en 2D en el Sketcher, que es la interfase entre la concepción de la pieza y el modelo. A este perfil le aplicaremos las operaciones convenientes para pasar a 3D. Las más utilizadas son, como veremos, las extrusiones y las revoluciones de perfiles. Se usan también los barridos a lo largo de un camino, o las piezas que se adaptan a varios perfiles, etc. Volviendo a los perfiles, Catia es un programa paramétrico, esto quiere decir que guarda información de todas las operaciones que se realizan sobre la pieza en un árbol que podremos modificar en el momento que más nos interese.
El procedimiento adecuado sería dibujar primero un perfil aproximado, que luego acotaremos y estableceremos las restricciones adecuadas hasta que la pieza se adapte completamente al perfil que queremos obtener. En cualquier momento podemos regresar a este Sketch y cambiar el perfil, cambiando con él la pieza. Este es uno de los puntos más importantes de este tipo de programas.
- Cuando realizamos alguna de estas operaciones que nos permiten pasar al 3D, existen una serie de características que han de estar presentes en el modelo que pretendemos obtener. Por poner un ejemplo, los ángulos de desmoldeo que es un campo que damos como dato en una extrusión.
- Miraremos siempre en el proceso de diseño hacia la pieza final que queremos obtener, teniendo en cuenta el proceso de producción por el que materializaremos el diseño (molde, fresado, pultrusión, etc.), los materiales que utilizaremos, especificaciones de calidad, acabados, facilidad en el montaje, rango de actuación, etc.
- En Catia se han de dibujar piezas individuales, que luego se montarán en un ensamblaje o conjunto.
- Como ya hemos explicado la filosofía del programa comienza en el Sketch. Si usted trabaja con unos buenos perfiles (bien determinados) obtiene buenas piezas.

En este capítulo se tratarán en un primer momento todas las operaciones que nos permiten el paso del 2D a la tercera dimensión. Son siempre operaciones con perfiles.

Una vez explicado este punto abordaremos operaciones de modificación con las que podemos actuar sobre nuestra pieza o perfil para conseguir los acabados deseados.

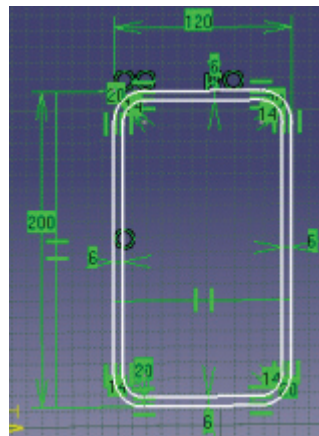


La pieza de la figura forma parte de un conjunto, que será una plataforma elevadora para camiones de mercancías. A lo largo de esta sección diseñaremos todas las piezas.

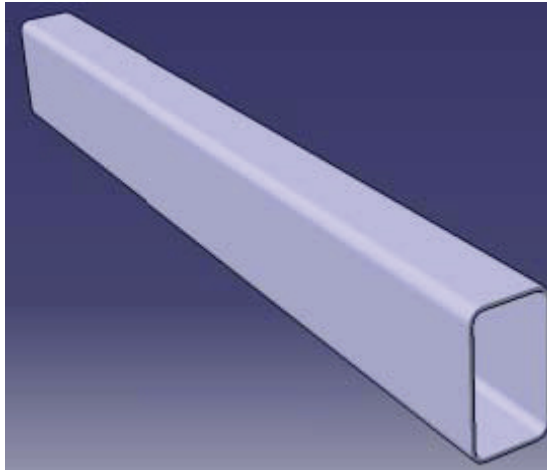
Comandos de cambio de dimensión

▪ **Pad (Extrusión)**

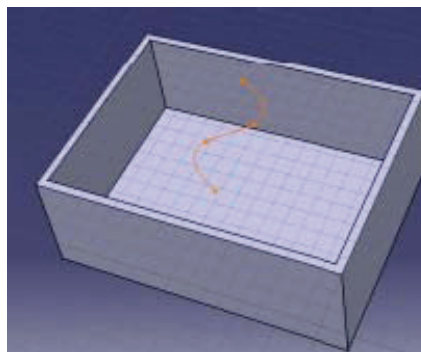
Es uno de los comandos más utilizados, para la construcción de geometría. Para ejecutarlo necesitamos un perfil que tenga todos sus puntos en el mismo plano y que este perfil sea cerrado. Veamos un ejemplo:



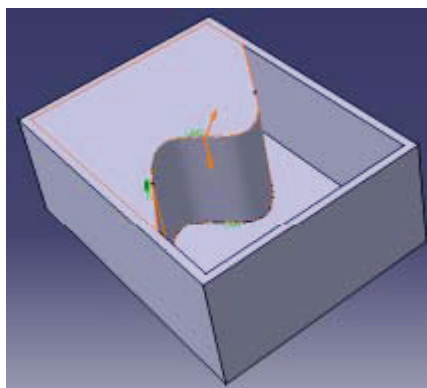
- Dibujamos el Sketch, con las medidas de la figura procurando parametrizarlo, haciendo que las cotas iguales sean iguales, para que cuando usted tenga que hacer alguna modificación, sea más cómodo y más rápido.
- Seleccione el icono de extrusión  e indique la distancia y dirección.



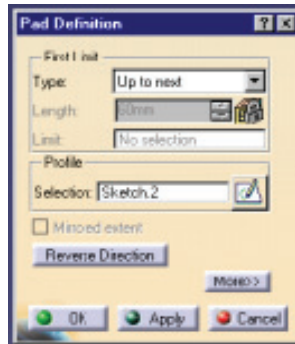
Si disponemos de una geometría de referencia, no necesitamos utilizar un perfil cerrado para realizar la extrusión, el propio programa hará una proyección de éste hasta hacerlo llegar a la geometría (siempre que sea posible), veamos uno caso de este tipo.



- Dibuje un perfil de este tipo en la cara superior de la caja, y haga una superficie de cierre como el perfil.
- Picaremos en extrusión , y seleccionaremos el lado de la superficie hacia la que queremos rellenar.



Como puede ver el perfil se ha cerrado utilizando la arista de la caja. Los tramos nuevos que se han añadido son tangentes a la curva, y en el cuadro de diálogo de la extrusión seleccionamos hasta la "Up to Next", para que cierre hasta la superficie siguiente. Picando en las flechas usted puede cambiar el lado del relleno y la dirección de relleno.

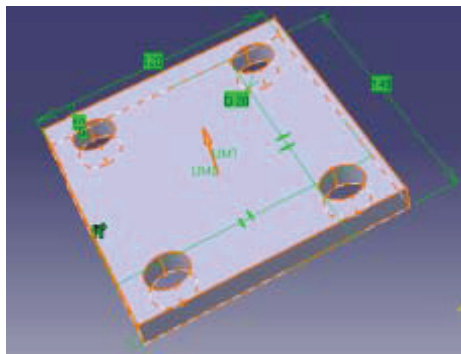


Aplicamos los cambios que realicemos antes de aceptarlos para tener una primera visualización de los resultados antes de aceptarlos. Veremos ahora más en detalle las distintas opciones de las extrusiones, utilizando casos sencillos para una mejor comprensión.

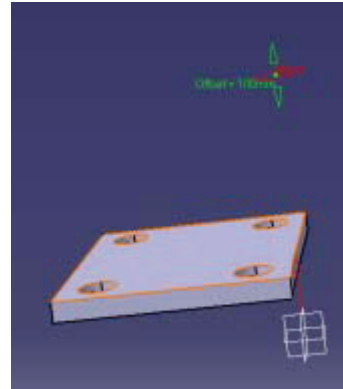
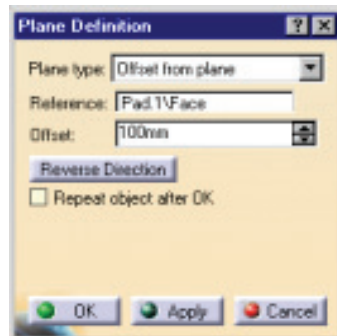
○ **Pad "Up to Next" (Extruye hasta el siguiente plano)**

En este caso haremos un tubo con un grosor de 5 mm que extruiremos uniéndolo a una pieza plana que hará de soporte. Para ello lo primero será diseñar la base con sus taladros respectivos, por donde luego pasarán los pernos.

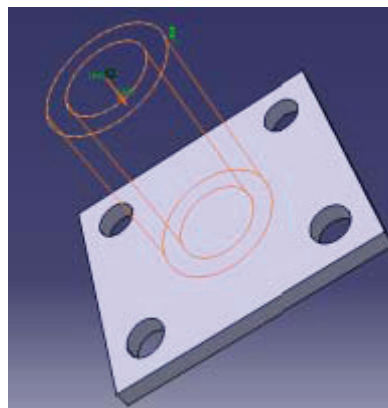
- Seleccione el icono insertar Sketcher . Dibuje el siguiente perfil y extrúyalo 10 mm. A continuación fijaremos un plano de referencia a 100 mm de la superficie del soporte, para después en él dibujar el Sketch con el que haremos este tipo de extrusión.



- Pique en el icono de crear plano  y seleccione la opción de plano de Offset. Seleccione la cara superior del soporte e indique una distancia de 100 mm. Vemos que el plano aparece en rojo, junto con su distancia.

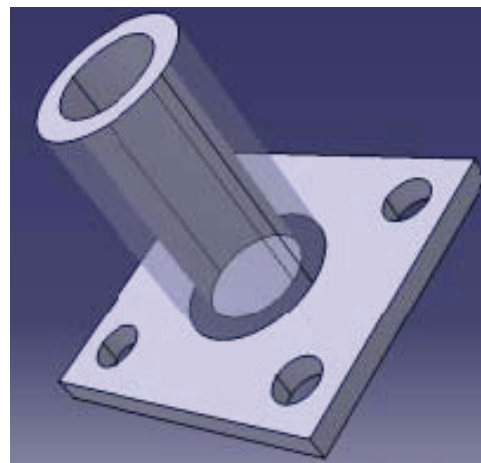


- Introduzca un nuevo Sketch en el plano que acabamos de crear, y dibuje al perfil.
- A continuación seleccione *extruir hasta la superficie* .



Automáticamente el programa lleva la extrusión hasta la superficie como podemos apreciar en la imagen. Aceptamos, y para obtener una visualización distinta, seleccione la superficie exterior, pulse en el botón derecho del ratón y seleccione la opción de propiedades. Aplique a continuación un valor de transparencia a la superficie.

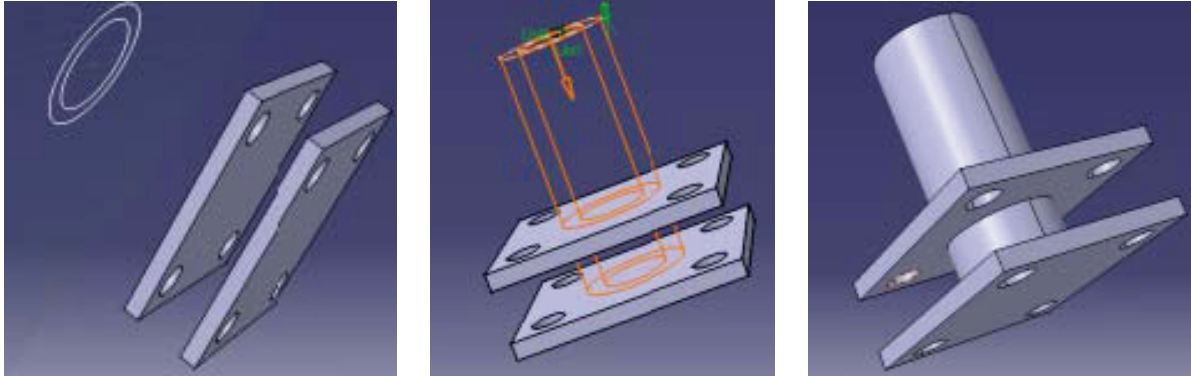
En este cuadro de propiedades podría también cambiar el color de la superficie, el grosor de las aristas en la visualización o incluso desactivar su selección.



En este caso hemos seleccionado una superficie y cualquier valor la hará transparente. En el caso de seleccionar un sólido, sí podremos aplicar un porcentaje de transparencia.

- **Pad "Up to Last" (Extruye hasta el último plano)**

El comando es básicamente igual al anterior, con la salvedad de que la extrusión en este caso llega hasta el último plano en el sentido de la extrusión.



Véase la secuencia de operaciones que tenemos que seguir:

- Inserte un Sketcher en el plano de offset que se ha creado a 20 mm bajo la superficie de la base.
- Lleve al plano de trabajo la geometría de la base, y extruya 10 mm para conseguir otra pieza igual que la anterior.
- Volvemos al Sketch, hacemos dos círculos concéntricos, y dentro de las opciones de extrusión seleccionamos *hasta el final*. Véase la proyección en la imagen central.
- Aceptamos. Ahora las bases superior e inferior quedan unidas por el tubo.

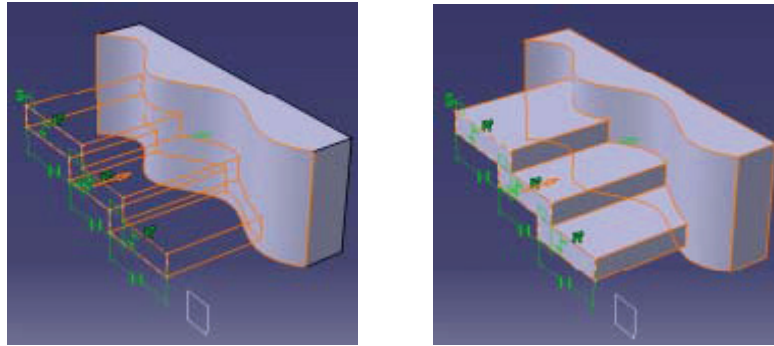
Nota: Todas las partes que pertenecen al mismo *Body*, se comportan como si estuviesen unidas, aunque no se toquen. Para poder referirnos a ellas por separado hemos de hacer distintos *Body* 's para la misma *Part*.

- **Pad "Up to Plane" (Extruye hasta el plano)**

Esta opción del comando realiza la extrusión hasta el plano más cercano, en el sentido de la extrusión.

- **Pad "Up to Surface" (Extruye hasta una superficie)**

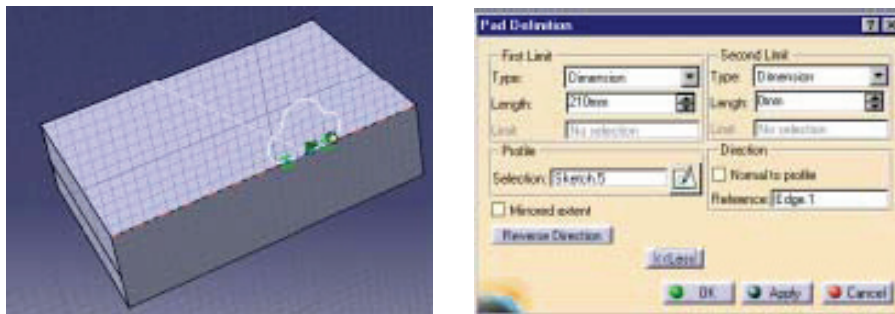
Con esta opción del comando realizamos una extrusión hasta una superficie que indicamos. En el ejemplo de la figura vemos un perfil en forma de escalera, llevado sobre una superficie irregular.



○ **Pad "Not Normal to Sketch Plane" (Extrusión no normal al plano de trabajo)**

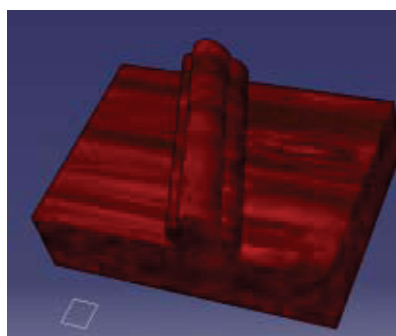
Para ejecutar esta opción se ha de especificar en un Sketch el perfil que se quiere extruir y en otro la dirección que quiere que siga la extrusión. Veamos el siguiente caso de una moldura, por ejemplo.

En la figura vemos el perfil y el camino que seguirá la extrusión.



Seleccione el icono de extrusión y extienda el cuadro de diálogo picando en "more". Desactive la restricción de normal al perfil, e indique la línea de referencia para la extrusión.

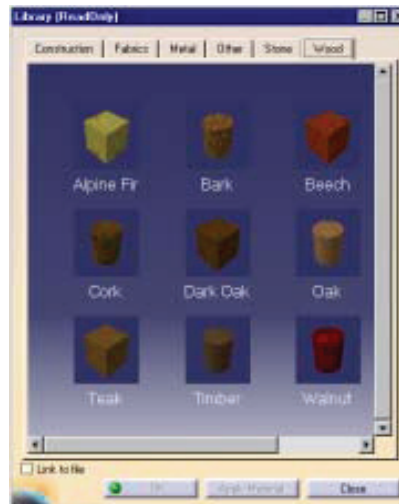
Indicamos una dimensión, que en este caso es de 210mm, y el resultado es el de la figura de abajo.



Es este caso, y como habíamos dicho de hacer una moldura, escogemos como material la madera, y lo aplicamos a la pieza.

➤ Seleccionamos el icono de asociar materiales 

➤ Se nos abre un cuadro de diálogo en el que podemos escoger distintos tipos de materiales. Cada uno de ellos tiene sus propiedades de masa y mecánicas, de forma que podemos obtener información física sobre las piezas que estamos modelando.

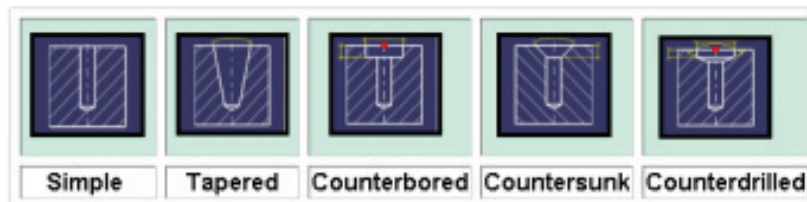


Podemos trabajar en todo momento con las propiedades del material aplicadas al diseño y en otro modo de visualización, y todas las combinaciones. Suele ser mejor para la vista trabajar con otra vista distinta a la de los materiales, ya que tanto color termina cansando.

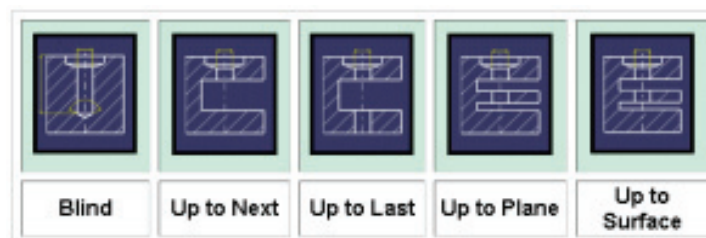
▪ **Hole (Agujeros o taladros)**

Con este comando lo que hacemos es retirar material de la pieza, bien para hacer una perforación o bien un agujero pasante. Dentro de las opciones del comando podemos definir todas las características de estos tipos de agujeros, que como se verá son muy útiles para tornillería.

Los tipos de agujeros de los que dispone Catia aparecen en la siguiente tabla, y son los siguientes: simple, achaflanado, cabeza taladrada, cabeza achaflanada y cabeza fresada.

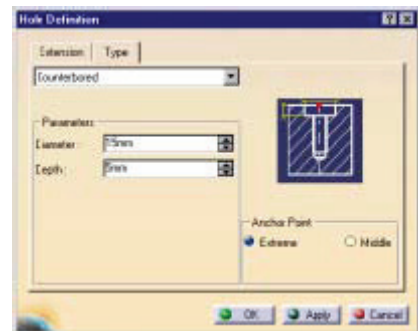
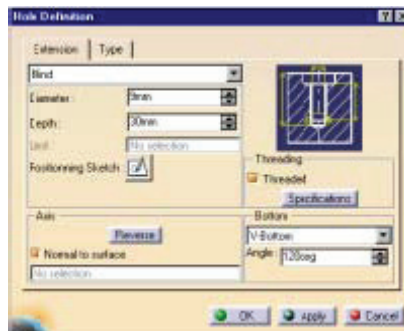
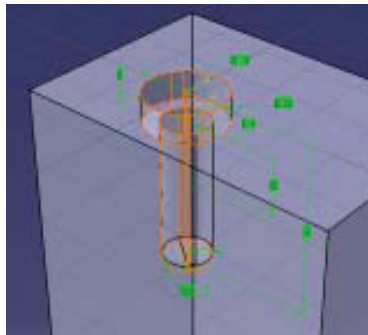


La extensión del agujero puede ser, al igual que en las extrusiones, de cualquiera de los siguientes tipos: distancia, hasta la siguiente, hasta el final, hasta un plano, hasta una superficie.



Ejemplo:

- Haga una pieza a la que aplicarle a continuación los agujeros.
- Seleccione el icono *Hole* .
- En el cuadro de diálogo seleccione las opciones que le interesen. En este caso seleccionaremos un tipo Centerbored, con rosca y con el fondo en V. Estos serían los cuadros de diálogo a completar.



Seleccione "*Threading*" que se corresponde con el hilo del tornillo. Si pica en especificaciones podrá cambiar los datos característicos de la rosca, como el tipo, paso, sentido de giro y profundidad de roscada.

El eje del taladro será normal a la superficie y el ángulo en V del fondo va a 120°.

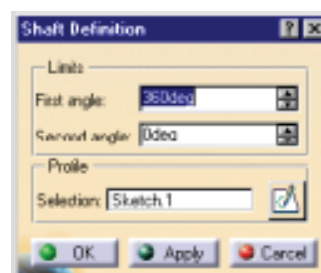
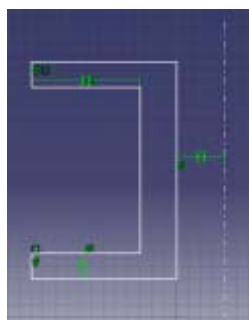
Se podría hacer un taladro siguiendo una dirección no normal a la superficie de la misma forma que una extrusión, para ello hemos de especificar una dirección con un Sketch.

○ **Shaft (Revoluciona un perfil)**

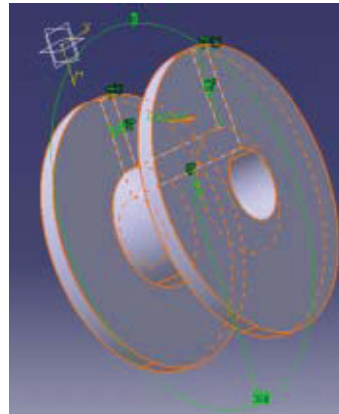
Este comando crea un sólido revolucionando un perfil cerrado. En el Sketch ha de especificar el eje de revolución, sino el programa no realizará la operación. En el cuadro de diálogo asignado a este icono puede indicar dos límites en grados, entre los cuales se hará la revolución.

Como ejemplo realizaremos un carrete de hilo:

- Dibuje un Sketch aproximado y el eje de revolución.
- Seleccione el icono *Shaft* .
- En el cuadro de diálogo seleccione la revolución completa, es decir de 0° a 360°.



Puede ver el resultado antes de aceptar la aplicación picando en *Apply*. En este caso el resultado aparece en la figura de abajo.

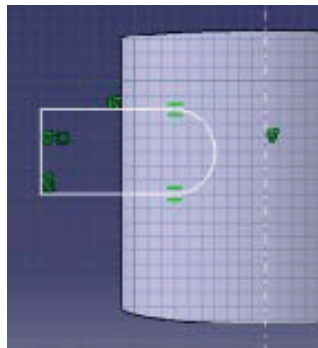


- **Groove (Ranura)**

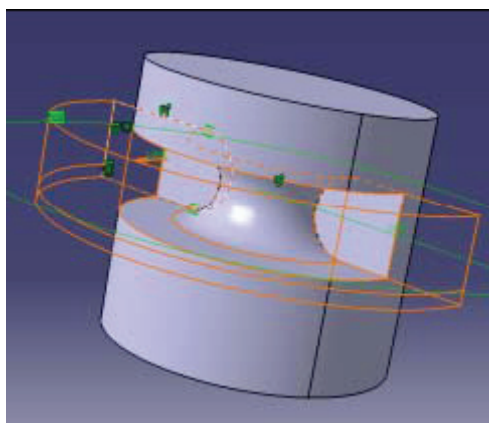
Con este comando puede ranurar o desbastar una pieza por la revolución de un perfil. Se podría decir que este comando está integrado por otros dos, una revolución y un corte.

Hagamos un ejemplo:

- En uno de los planos medios de un cilindro, dibuje un Sketch como el de la figura. Es importante el eje de simetría o de revolución.
- Seleccione el icono *Groove* y complete el cuadro de diálogo.



- El resultado es el que se muestra en la figura siguiente.

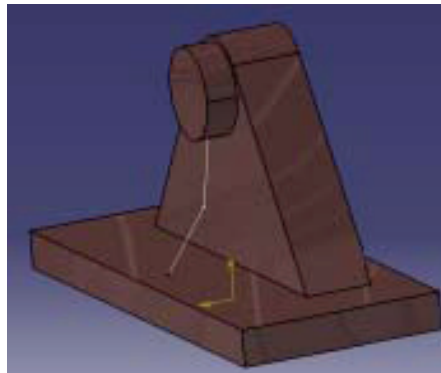


○ **Stiffener (Refuerzo)**

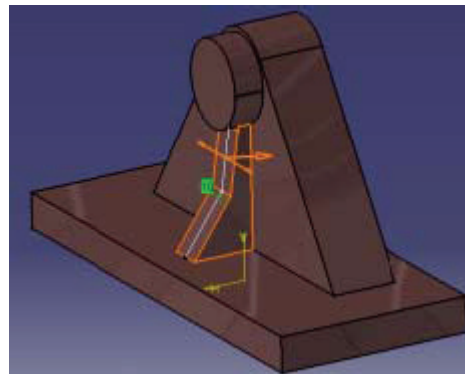
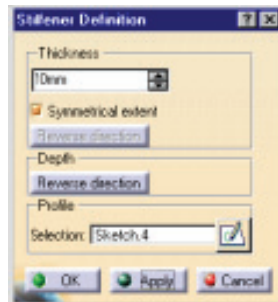
Con este comando reforzamos las piezas por medio de nervios que le confieren una mayor resistencia mecánica. Para ello hemos de dibujar un perfil, que no tiene porque ser cerrado, ya que el programa lo prolongará hasta hacerlo llegar a la superficie y le dará un espesor por defecto desde el centro.

En el ejemplo de la figura el perfil no toca con el sólido, pero de todas formas cuando ejecute el comando, el nervio se unirá a la superficie.

- Modele un sólido como el de la figura y un perfil.



- Seleccione el icono de Refuerzo .
- Complete el cuadro de diálogo con el espesor, y las opciones de simetría desde el centro o en una única dirección. En este caso hemos dado un espesor de 10 mm, desde el centro.



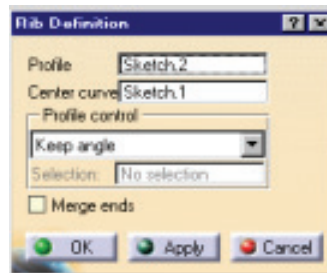
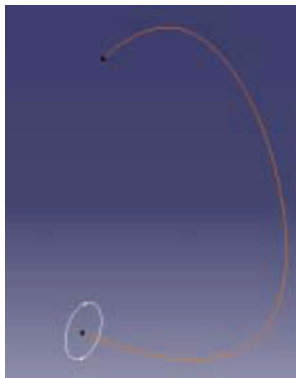
○ **Rib (Barrido)**

Con este comando se genera un sólido por barrido de un perfil a lo largo de un camino. El perfil ha de ser cerrado y el camino continuo. Cuando ejecutamos este comando tenemos diferentes opciones:

- Keep Angle: Mantiene el valor del ángulo usado entre el plano de Sketch usado para el perfil y la tangente con el centro de la curva.
- Pulling Direction: Hace el barrido del perfil según una dirección que usted indicará.

Veamos un ejemplo en el que modelaremos un asa de una taza de café.

- Dibuje el perfil y el camino con la forma que usted quiera que describa el asa. Ambas cosas recordemos han de estar en Sketch 's diferentes.
- Seleccione el icono Rib  y cubra el cuadro de diálogo.
- Aplique los cambios realizados y obtendrá una previsualización de la pieza final. En el caso propuesto aquí sería la siguiente:



○ Slot (Ranura)

Este comando es un barrido en el que en vez de crear un sólido lo que hacemos son modificaciones a uno existente, sacándole material.

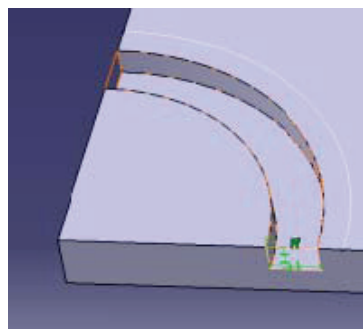
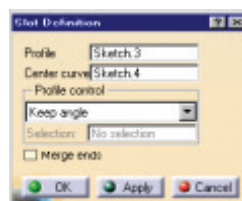
Ha de tener en cuenta lo siguiente:

- Los perfiles con los que ranuremos han de ser cerrados.
- El camino del barrido ha de estar en un plano normal al plano del perfil.

Esta herramienta puede ser útil en trabajos de mecanizados, donde estas operaciones se utilizan mucho.

Véase un ejemplo sencillo, para familiarizarnos con este comando:

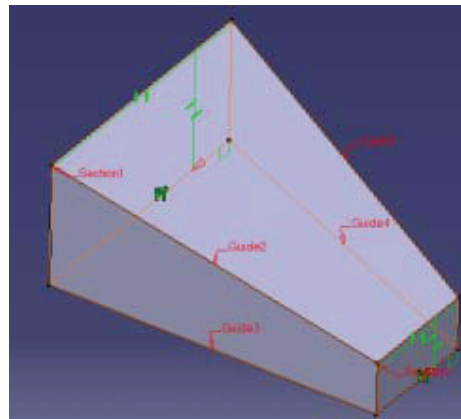
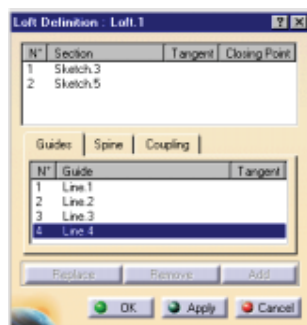
- Cree al igual que en un barrido dos Sketch, uno con el perfil y otro con el camino. Recordemos que los planos de estos dos bocetos han de ser perpendiculares al plano de trabajo.
- En la siguiente imagen pueden verse tanto el perfil como el camino.
- Seleccione el icono .
- Cubra el cuadro de diálogo:



○ **Loft**

Este comando se utiliza para generar una superficie de adaptación entre perfiles con unas restricciones, es decir, unas guías por donde ha de pasar la superficie. Los perfiles irán variando a lo largo de esta guía. Esta herramienta puede utilizarse en calderería para generar las piezas de adaptación entre distintas conducciones.

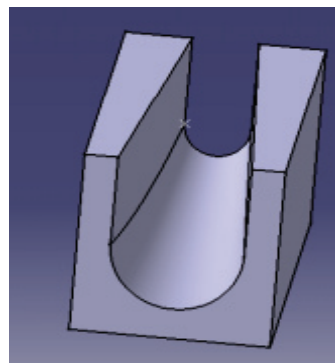
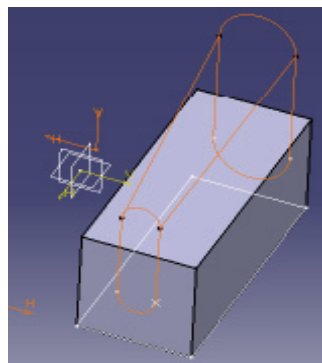
- Haga dos secciones rectangulares en planos diferentes.
- Ahora una los vértices mediante líneas 3D , estas líneas serán las guías.
- Seleccione ahora el icono de Loft , y cubra el cuadro de diálogo indicando las aristas, que serán las secciones y las rectas que serán las guías.



○ **Removed Loft (Borra mediante Loft)**

Este icono funciona de igual forma que el anterior creaba un sólido. Hemos de tener cuidado y asignar a alguno de los perfiles un punto de cierre. Para ello pulsamos el botón derecho del ratón, y picamos en *Closing Point*.

- Dibuje al menos dos perfiles en dos Sketch diferentes para poder crear el Loft.
- Mediante líneas 3D , asigne las guías.
- Pique en el icono Removed Loft , y cubra el cuadro de diálogo, asigne un punto de cierre.



Con esto hemos acabado con los comandos que nos permiten generar sólidos directamente, partiendo de geometría 2D.

8. Diseño de piezas II. Operaciones de acabado

Operaciones de acabado

Las operaciones que se van a ver a continuación se aplican una vez que ya hemos creado los modelos 3D, y todas ellas se corresponden con acabados.

Se tratará en medida de lo posible de simplificar los diseños y cuando se trabaje con piezas o conjuntos de gran complejidad desactivar estas operaciones, para que las visualizaciones sean más rápidas.

Se verán los redondeos y todos los tipos de los que dispone el programa, tales como chaflanes, desmoldeos y tipos, vaciados y espesores.

▪ Redondeo de aristas

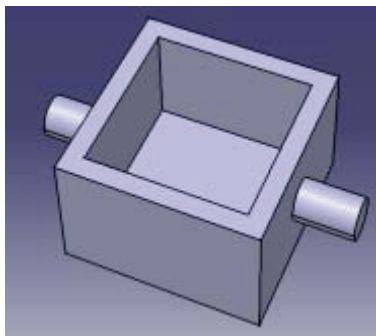
Con este comando aplicaremos un radio de redondeo a una o varias aristas. No es necesario salir del comando para seleccionar nuevas entidades. Si selecciona una cara todas las aristas de esa cara se redondearán con el radio asignado en el cuadro de diálogo.

Este comando se utilizará en el mecanizado de piezas, bien porque alivian las tensiones que se concentran en las aristas rectas, o bien por seguridad se eliminarán las aristas vivas.

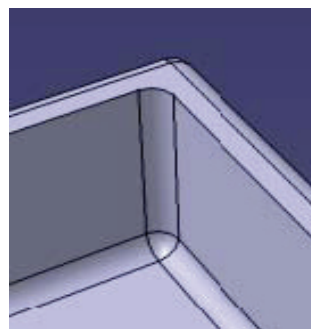
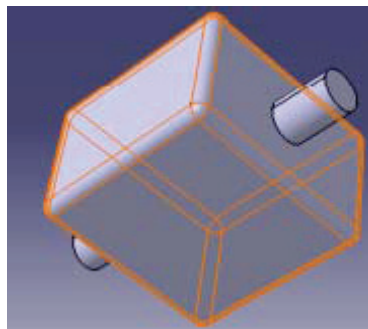
Se utilizarán para incluir en un diseño final los cordones de soldadura.

- Dibuje un boceto 2D, y extrúyalo hasta conseguir un sólido.

- Seleccione el icono de redondeo .

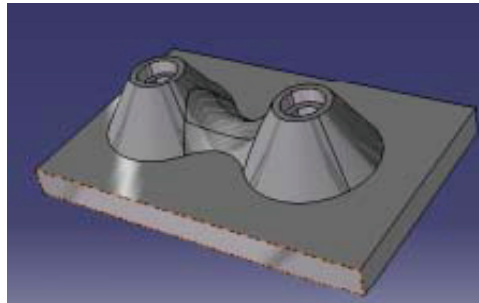


- Cubra el cuadro de diálogo especificando el radio de redondeo que quiera aplicar, en este caso hemos escogido 5 mm, y seleccione caras o aristas que quiera redondear.
- Redondee ahora las aristas internas, seleccionando sólo las aristas.

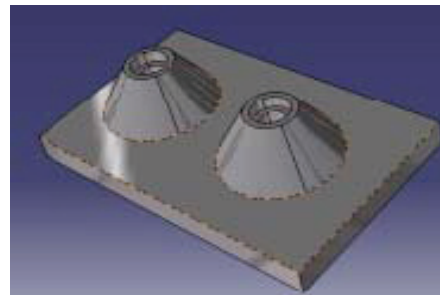


○ Redondeo "de cara a cara" (Face-Face Fillet)

Este comando realiza una superficie de adaptación con redondeo entre dos superficies que no entran en contacto. Realizaremos una pieza como la de la figura. El redondeo se utiliza para dar una mayor rigidez al conjunto, porque se prevén cargas normales a la dirección del taladro.



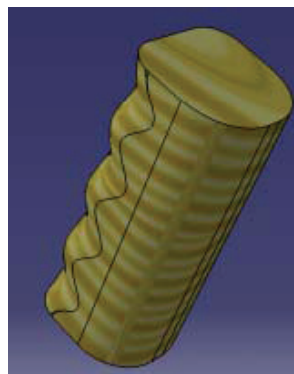
- Utilizando los Sketch construya la siguiente geometría. Realice la placa de la base con una extrusión y los troncos de cono con Shaft, sólido por revolución. Para los taladros utilice Hole.
- Seleccione el icono Fillet Face-Face .
- Cubra el cuadro de diálogo indicando un radio para el redondeo.
- Seleccione las superficies exteriores para que el programa calcule el redondeo. Acepte cuando sea el que usted quiere.



○ Redondeo con Radio Variable (Variable Radius Fillet)

Esta opción del comando le va a permitir realizar redondeos variables, en función de unos radios que nosotros indicaríamos en los puntos críticos.

Como ejercicio para practicar este comando modelaremos una empuñadura como la de la figura.

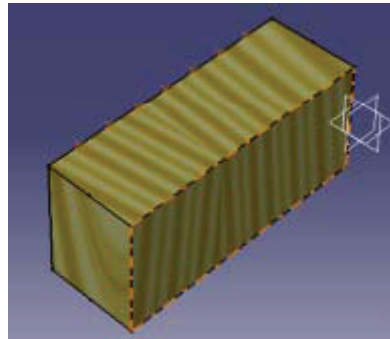


Para ello partiremos de un prisma recto al que aplicaremos distintos radios de redondeo en distintos puntos uniformemente distribuidos en la arista a redondear. Existen muchas formas de conseguir este resultado final, pero mientras no se vean matrices haremos las modificaciones en la mitad del sólido y a continuación se hará una simetría. Para un mayor realismo aplicaremos como material madera de pino.

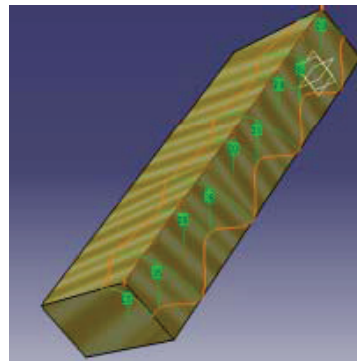
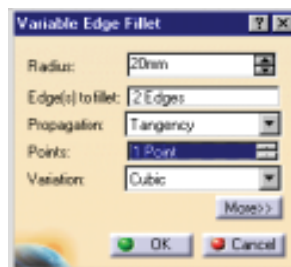
Dicho esto comencemos por hacer un prisma recto con las siguientes medidas de alto x ancho x alto: 35 x 200 x 80

Una vez hecho esto ya estamos en disposición de realizar las modificaciones al sólido que se habían dicho.

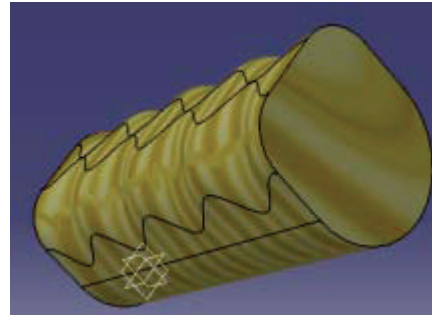
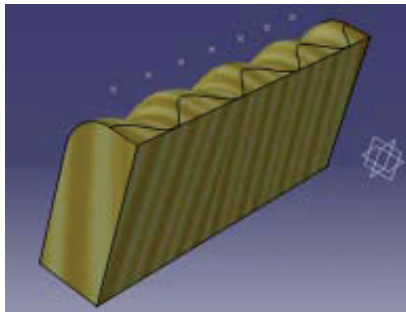
- Haga una distribución de ocho puntos 3D en una de las aristas mayores, utilizando el comando Point  junto con la opción colocar en el punto medio dado por otros dos. Seleccione los puntos finales de la recta y vaya segmentando la arista.



- Seleccione el icono redondeo con radio variable . En el cuadro de diálogo introduzca un radio de 20 mm, seleccione la arista a redondear, el modo de propagación tangencial, y seleccione los 7 puntos que ha creado anteriormente.



- Mediante un doble clic modifique cada una de las cotas que usted quiera y acepte O.K. En este caso cambie las intermedias (una no una si) a 35 mm.
- Seleccione ahora el icono de *Mirror*  y haga un reflejado de la pieza por el plano interno.

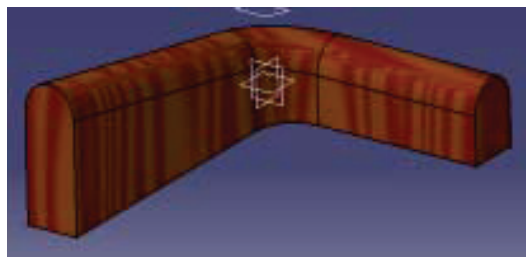
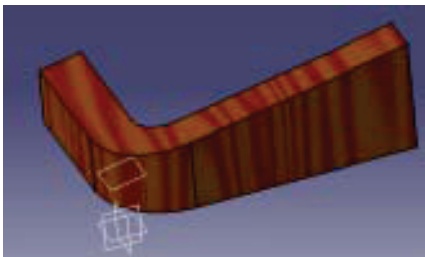


- **Redondeo tri-tangente (Tritangent Fillet)**

Con este comando generamos una superficie tangente a otras tres y con un redondeo. El icono es el

siguiente 

Este comando implica que tenemos que borrar una de las tres caras seleccionadas. En este caso escogeremos la superior. Este es un ejercicio sencillo. Supongamos que generamos una pieza como la de la imagen siguiente



- **Chaflán (Chamfer)**

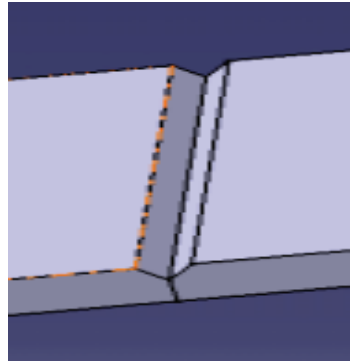
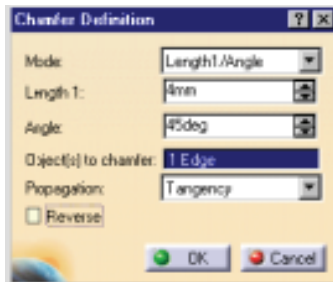
Los chaflanes consisten en crear una superficie bisel entre dos superficies o lo que es lo mismo, en una arista.

Los dos parámetros característicos son, por un lado la longitud de una de las aristas y en una de las caras que indica el material que achaflanamos, y en segundo lugar el ángulo del chaflán con la superficie de referencia que hemos mencionado con anterioridad. Esta superficie aparece indicada con una flecha. Podemos hacer el chaflán inverso picando en *Reverse* en el cuadro de diálogo.

Esta operación es importante entre piezas que vayan soldadas, pues se incrementa la superficie de la unión sobre la que se depositará el cordón de soldadura.

Hemos seleccionado como ejemplo un caso de dos placas que van a unirse, y que tienen 10 mm de espesor. Realizamos un achaflanado de 4 x 45°.

- Diseñe una pieza rectangular con aristas rectas. Una vez que la obtenga seleccione el icono .
- Cubra en el cuadro de diálogo. 4 x 45°.
- Haga un *Mirror*  de la pieza.
- El resultado es el siguiente:



▪ Desmoldeos (Draft)

Estas operaciones se definen en las piezas con moldes para poder sacar la pieza en el proceso productivo con una mayor facilidad.

Los elementos característicos son:

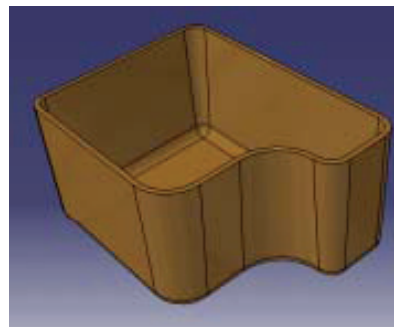
- Dirección de tirada (pulling direction): indica la dirección en la que el Draft va a ser definido.
- Ángulo de desmoldeo (Draft Angle): Hace referencia al ángulo que forman las caras del Draft con las caras de la dirección de la tirada.
- Elemento de partición (Parting element): Especificamos un plano o superficie a partir de la cual empieza a aplicarse el desmoldeo.
- Elemento neutral (neutral element): Determina la superficie que no sufrirá variación en el desmoldeo.

Supongamos que la siguiente pieza queremos hacerla más fácil para su desmoldeo.

En el ejemplo de la figura se va a diseñar una carcasa que trataremos que sea lo más desmoldeable posible. Lo más importante es dar un ángulo de desmoldeo al espesor. En este caso 5°. Las aristas se han redondeado también para favorecer esto.



- Parta de un sólido y seleccione el Desmoldeo
- Cubra el cuadro de diálogo.
- Seleccione vaciado y aplique los redondeos.

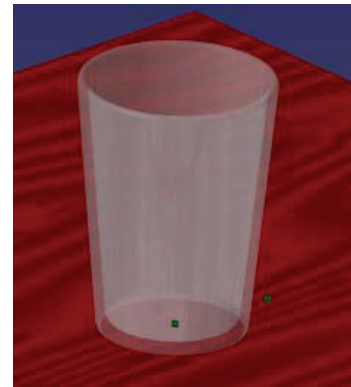
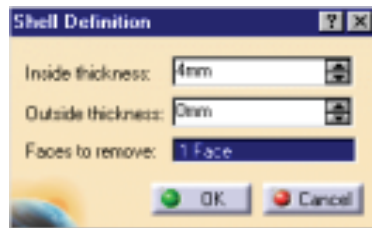


▪ Vaciados (Shell)

Este comando elimina el material de una pieza, realizando un vaciado, para ello hemos de especificar un sólido o una polisuperficie cerrada. La superficie externa será tomada como referencia y a partir de ella especificamos el espesor, puede ser hacia el interior o hacia el exterior.

Como ejemplo tratemos de modelar un vaso, para ello comience por un perfil que luego revolucionaremos hasta conseguir un sólido.

- Seleccione el icono de vaciado , y especifique un espesor.
- Aplique como material cristal (glass).
- Redondeamos los bordes apara un mayor realismo.
- A una superficie aplicamos como material madera para simular la superficie de la mesa.

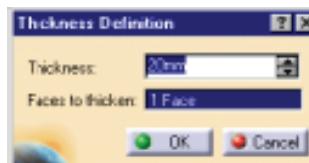


▪ Espesor (Thickness)

Algunas veces hemos de añadir o eliminar espesor en un sólido. Para ello seleccionamos la superficie a partir de la cual queremos que nuestro sólido modifique sus características.

Este comando solo funciona cuando seleccionamos alguna de las superficies de un sólido.

- Modele un sólido.
- Seleccione el icono de espesor  y una superficie. En el cuadro de diálogo indique el valor.



Operaciones con superficies



Faltarían por explicar los siguientes iconos, pero como todos ellos hacen referencia a superficies y parten de las superficies para generar sólidos, no se detallarán hasta que se vea el módulo de superficies.

Operaciones de transformación

▪ **Translación**

Con este comando movemos un Body (cuerpo) según una dirección determinada una distancia.

Podemos también especificar la dirección por un vector X Y Z.

- Seleccionamos el icono .
- La dirección por la que nos queremos desplazar en el cuadro de diálogo.



▪ **Rotación**

Operación para girar una determinada pieza un cierto ángulo alrededor de un eje.

Estos son los dos parámetros característicos: eje y ángulo de giro.

- Seleccione el icono rotación .
- Cubra el cuadro de diálogo.



▪ **Simetría**

Transforma un objeto en su simétrico. Como datos sólo hemos de indicar la pieza y el plano de referencia.

- Seleccione icono de simetría .
- Indique el plano.



▪ **Matrices**

Comando que permite crear entidades idénticas a partir de una existente. Para ello tan sólo hemos de indicar la posición de las piezas nuevas.

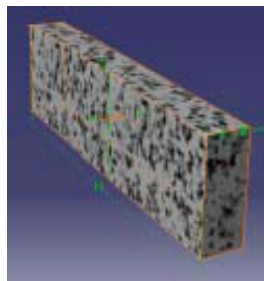
Catia permite definir tres tipos de matrices:

- Rectangulares
- Circulares
- De usuario

○ **Matriz rectangular**

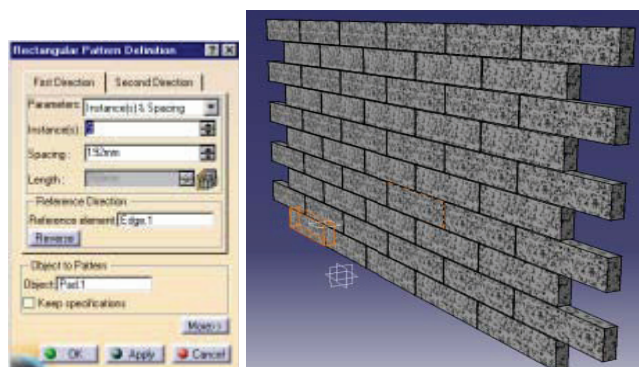
Permite hacer los duplicados de piezas en forma de red rectangular, en la que definimos los espaciados entre filas y columnas.

Para este ejemplo modelaremos un bloque de granito de 190 x 50 x 20.



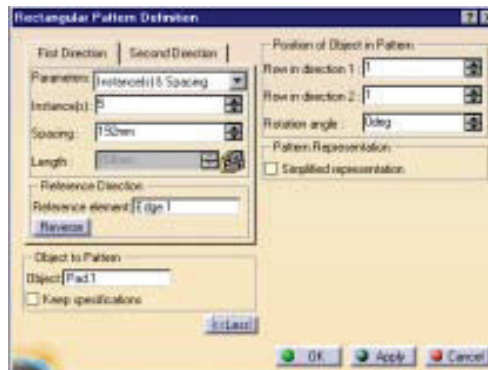
Lo que nos proponemos en este ejemplo es construir una pared con bloques de esta medida, y para ello utilizaremos el comando matriz rectangular.

- Seleccione el icono matriz 
- Rellene el cuadro de diálogo indicando cinco columnas y cinco filas, o lo que es lo mismo, cinco entidades en la dirección de la longitud de la pieza (columnas) y cinco entidades en la dirección de la altura (filas).
- Los espaciados son de 104 para filas y 192 para columnas.
- Aplique los cambios y note que las filas son discontinuas. Esto se hace para insertar nuevos bloques que solapen las juntas.
- Copie el bloque original y sitúelo en el espaciado entre las filas.
- Haga una nueva matriz.



En el cuadro de diálogo puede escoger la posición de la pieza dentro de la matriz indicando su posición fila y columna.

Si prueba a hacer esto vemos que las matrices se desplazan. Para ampliar el cuadro de diálogo seleccione *More*, y seleccione *Posición del Objeto en la Matriz*.

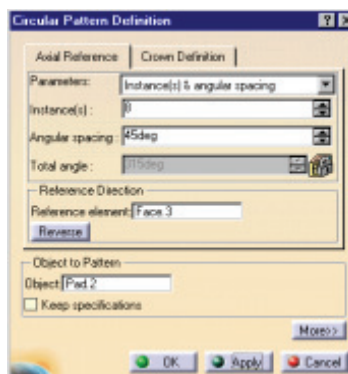


○ **Matriz circular**

Esta operación crea copias de elementos a lo largo de un camino circular. Los parámetros característicos son: el número de copias y el espaciado angular entre ellas.

En el ejemplo de la figura extruya un círculo y sitúe en él un anclaje.

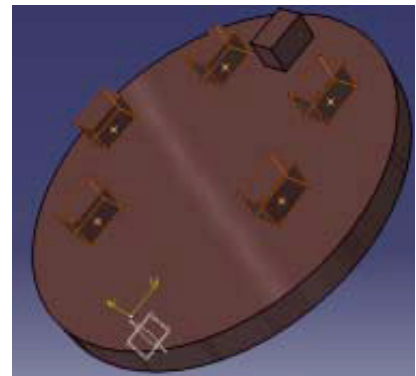
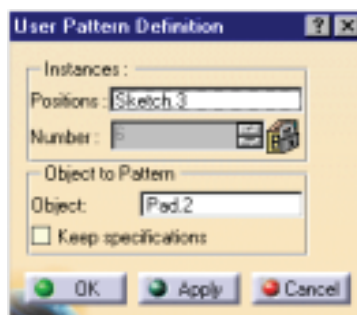
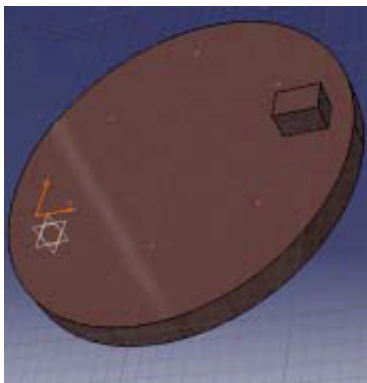
- Seleccione el icono matriz circular .
- Rellene el cuadro de diálogo.
- Seleccione la entidad que formará la matriz.
- Ocho entidades espaciadas un ángulo de 45°.
- Seleccione la dirección que se cogerá como referencia (pique en *Reverse* si quiere cambiar el sentido de la matriz).
- Repita los pasos con el anclaje interior, y tendremos el siguiente resultado.



○ **Matriz definida por el usuario**

Con este comando es el usuario el que define en un Sketch los puntos en los que se van a situar las copias de los elementos que forman la matriz.

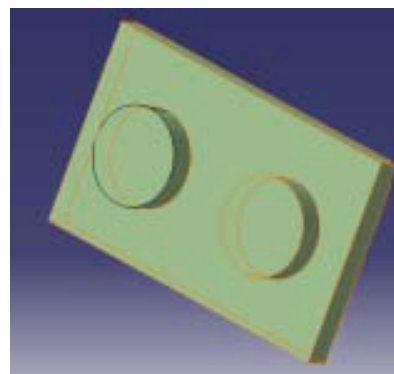
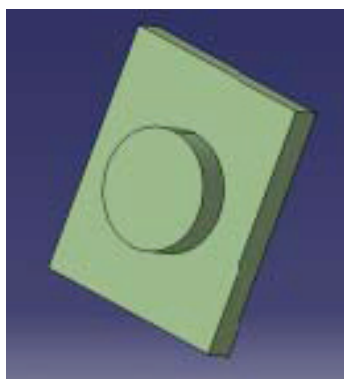
- Sitúese en un plano de Sketch, sobre el que hará una distribución de puntos sobre los que quiere que descansen las entidades.
- Seleccione el comando matriz definida por el usuario .
- Introduzca los puntos de posición en los que irán situados los objetos.



○ **Reflejar (mirror)**

Reflejar un cuerpo consiste en duplicarlo usando una simetría. El comando le pedirá un plano o una cara, que será la superficie de referencia.

- Diseñe una pieza sencilla como la de la figura.
- Seleccione el icono *Reflejar* .
- Seleccione el plano de reflejado

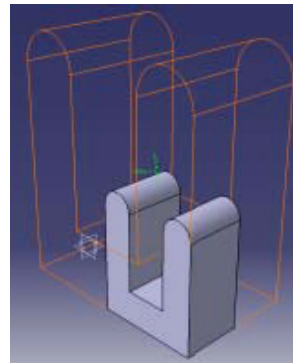


- **Escalado (Scaling)**

Escalar una pieza es redimensionar una pieza. Cuando seleccionamos un plano aplicamos el factor de escala a la magnitud perpendicular a esa cara.

Si seleccionamos un punto, aplicamos el factor de escala a toda la pieza a partir de ese punto. Veamos un ejemplo de este último caso.

- Seleccione el icono .
- Aplique un factor de escalado de 2.
- Seleccione un punto de referencia.



Elementos de referencia

- **Puntos**

En Catia podemos crear puntos por los siguientes métodos:

- *Por coordenadas*: Introduzca las coordenadas X Y Z.
- *En una curva*: El programa va a seleccionar por defecto el punto final, y a partir de él puede situarlo introduciendo una coordenada, o seleccionando la opción punto medio. Está también disponible la opción *Reverse*, que utilizamos para hacer cambiar el punto de referencia al extremo contrario.
- *En un plano*: Seleccione un plano y sobre él introduzca las coordenadas de un punto o introdúzcalo directamente con el ratón.
- *En una superficie*: Seleccione una superficie sobre la que situará el punto, e introduzca un punto de referencia sobre el que se computarán las coordenadas. Hemos de seleccionar también una dirección.
- *En el centro de un círculo*: Sitúa un punto en el centro de un círculo. Para ello ha de seleccionar el icono y el círculo.
- *Tangente a una curva*: Selecciona una curva y una línea de dirección.

Seleccione O.K. para aceptar el punto.

▪ Líneas

Métodos para crear líneas:

- *Punto a punto*: Selecciona dos puntos que definen una recta.
- *Punto y dirección*: Con dos puntos y una dirección también creamos una línea.
- *Ángulo o normal a curva*: Seleccionamos una superficie de referencia y a continuación un punto. Si la línea es normal a la superficie con esto ya queda definida. En el caso de la opción ángulo hemos de introducir el ángulo.

Seleccione O.K. para aceptar la línea.

▪ Planos

Métodos para crear planos de referencia:

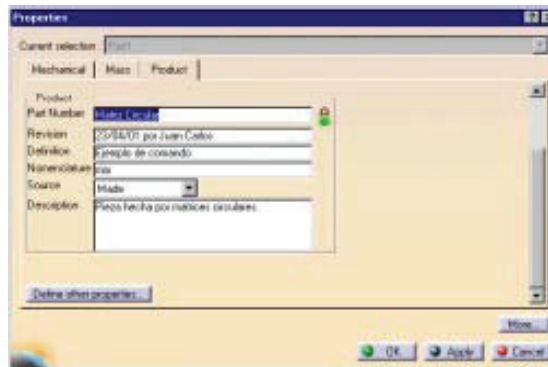
- *Offset desde plano*: Seleccione el plano de referencia e introduzca el valor de la distancia del nuevo plano.
- *Con ecuación*: Introduzca las componentes A, B, C Y D de la ecuación del plano:
$$Ax + By + Cz = D$$
- *Por tres puntos*: Tres puntos definen un plano, por lo tanto sólo hemos de indicarlos.
- *Por dos líneas*: Dos líneas paralelas definen un plano.
- *Punto y línea*: Un punto y una línea definen un plano.
- *Por una curva planar*: Si la curva está contenida en un plano, este queda definido.
- *Tangente a una superficie*: Seleccione una superficie y un punto de tangencia.
- *Normal a una curva*: Seleccione la curva y el punto por el que ha de pasar el plano.
- *De offset por un punto*: Seleccione la superficie de referencia y el punto por el que pasa el plano.
- *Ángulo a un plano*: Seleccione una superficie de referencia y una línea paralela a ese plano. Introduzca el valor del ángulo. El plano especificado pasa a través de la línea seleccionada.
- *A través de puntos*: Seleccione tres o más puntos. El programa calculará el plano que pasa por estos puntos.

Visualización y edición de propiedades

Esta sección tratará de cómo conseguir información relativa a piezas, cuerpos y operaciones. El tipo de información variará según el caso en el que nos encontremos, pero siempre accederá a ella a través de **Editar > Propiedades**.

El cuadro de diálogo se puede clasificar en tres grandes módulos:

- Información de Producto.
- Información Mecánica.
- Información de Masa.



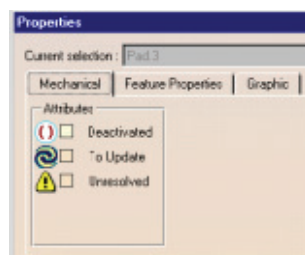
Dentro de la información sobre producto podemos:

- Nombrar las piezas: el nombre que asigne en esta etiqueta aparecerá en el árbol de especificaciones.
- Fecha de modificación o revisión del diseño y por quién.
- Definición de la pieza.
- Nomenclatura.
- Origen: Por si ha sido hecho por su empresa o comprado al exterior.
- Descripción: El usuario puede escribir aquí lo que crea conveniente.

Sin embargo las propiedades de masa no se pueden variar, las calcula automáticamente el programa en el momento que asignamos un material.

Dentro de las propiedades mecánicas tiene los siguientes atributos:

- Desactivado: Si esta opción está activa, la operación del modelo no está activa.
- Para actualizar: Indica que la operación que estamos tratando, aún no está actualizada.
- No resuelta: Indica que la operación no puede ser tratada por la aplicación.



Cómo redefinir parámetros de operaciones

Como ya se ha dicho en alguno de los ejemplos tratados con anterioridad, para redefinir una operación en Catia solamente hemos de hacer doble clic sobre ella en el árbol de operaciones y podrá modificar en el cuadro de diálogo de la operación el parámetro que desee.

Reordenar operaciones

Con esta opción de propiedades se puede cambiar el orden de las operaciones. Vease un ejemplo:

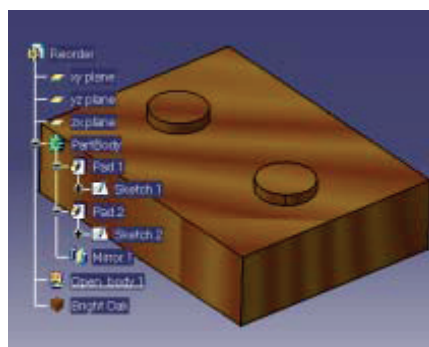


En la imagen podemos ver que hemos dado espesor al prisma rectangular, hecho un reflejado, y a continuación construido un prisma circular, ambos por extrusión.

Suponga ahora que quiere cambiar la secuencia de operaciones, y hacer primero la extrusión dos (Pad2), antes que la uno (Pad1). Sitúese con el cursor encima de Pad2, y pulse el botón derecho del ratón. Seleccione *Reordenar*, *Pad2* por *Pad1*.



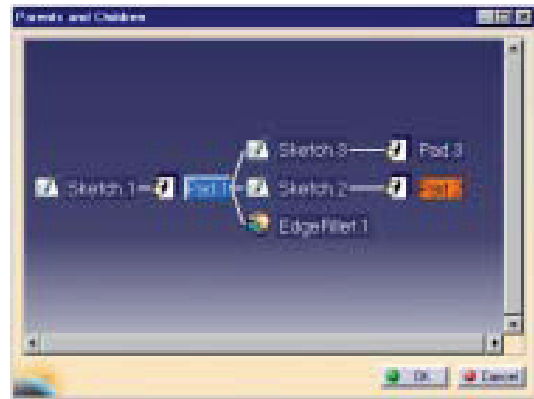
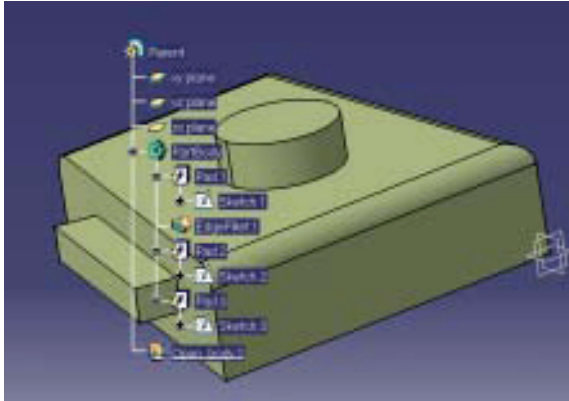
El resultado de la operación es el siguiente:



Nótese que ahora el reflejado se hace al acabar la segunda operación, por lo que el cilindro entra también en el reflejado.

Padres e Hijos

Este comando permite ver las relaciones genealógicas entre los diferentes componentes de una pieza. En piezas complicadas antes de borrar una operación, es conveniente utilizar este comando para comprobar si vamos a perder información sobre otra operación que nos interese conservar.



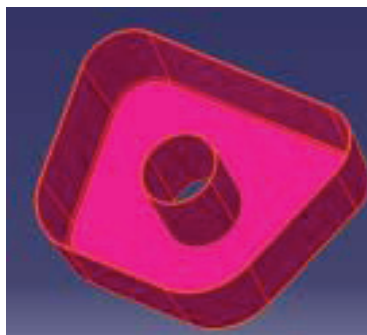
Como se puede apreciar en la figura de la derecha, si borrarse el Sketch1 eliminaría toda la pieza, porque las demás operaciones dependen de él.

Por suerte, Catia inhabilita esta operación. No podemos eliminar varias operaciones de una vez si éstas eliminan completamente la pieza. Esto se hace por seguridad.

Escaneado de las operaciones de una pieza

Catia dispone de un comando que nos permite ir visualizando una a una todas las operaciones hasta llegar a la pieza final. Con este comando puede también detenerse en la operación que quiera y hacer las modificaciones oportunas.

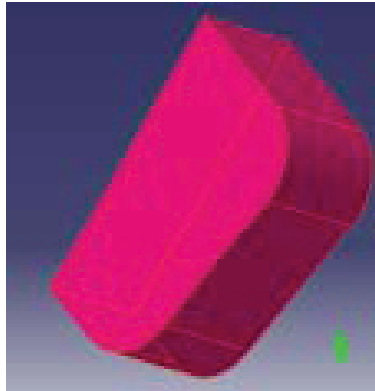
Véase el caso de la pieza de la figura.



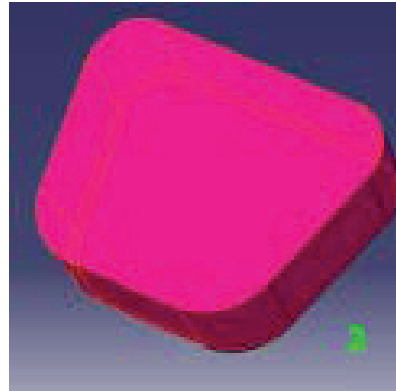
Seleccione la opción dentro de *Edit > Scan or Define in Work Object...*

Le aparecerá la barra de control de operaciones, vaya paso a paso:





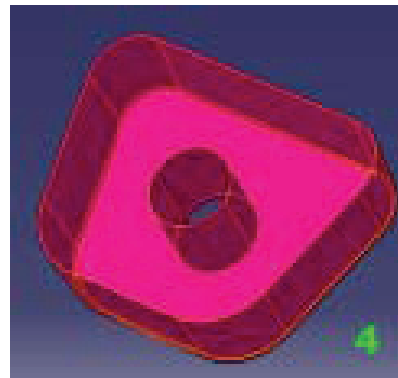
Extrusión



Reflejado



Taladrado



Vaciado

Operaciones Booleanas

En el diseño de una pieza con Catia, muchas veces usted necesitará dividir el modelo en partes y usar "cuerpos" que han de ser ensamblados en la pieza final mediante las operaciones Booleanas.

Son una herramienta común a todo tipo de programas CAD y muy utilizadas. Los tipos son los siguientes:

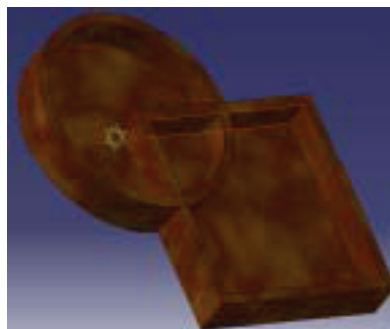


Estos son los tipos de operaciones que podemos hacer:

- **Ensamblado** : Con este comando usted une dos piezas en su posición original, sin realizar ninguna operación entre ellas. Note que uno de los cuerpos puede tener una operación de corte. En ese caso el ensamblaje podría parecer una operación de borrado.
- **Intersección** : Este comando calcula la intersección física de dos piezas, si es que ésta existe. En caso de que no, el programa muestra una ventana de información sobre la operación.

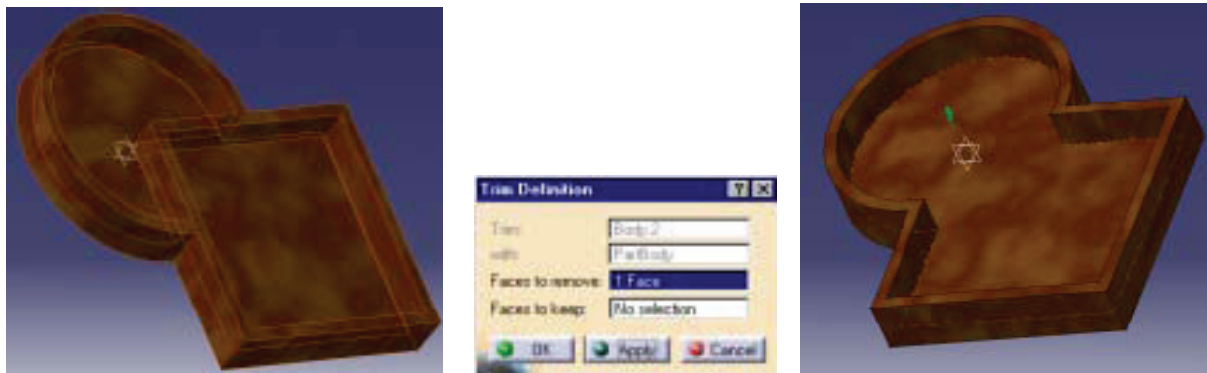
- **Suma** : Utilice este comando cuando quiera formar un único sólido de dos cuerpos, respetando las dimensiones totales del conjunto.
- **Borrar** : Así borraremos a uno de los cuerpos de la pieza, la intersección con otro.
- **Trimar** : Este comando realiza la unión de dos cuerpos, pero podemos indicar las superficies o porciones de sólido que queremos eliminar, o señalar también las que queremos mantener. Veamos un ejemplo.

Realice una pieza con dos cuerpos como los de la imagen y seleccione la opción unir trimando. Seleccione los cuerpos, y en el cuadro de diálogo seleccione las caras que quiere borrar.



En un primer momento seleccione la cara circular en el interior del cajón, y aplique los cambios.

Seleccione ahora la cara interior del cajón, para suprimirla también.



- **Borra la selección** : Este comando lo que hace es borrar una selección de una pieza con diferentes cuerpos. Podemos especificar la parte que queremos mantener o la que queremos borrar.

9. Diseño de piezas III. Superficies y Alambres

La versión 5 de CATIA permite trabajar con superficies y alambres dentro del modelado sólido. Con esto podemos crear elementos durante los diseños preliminares, y enriquecer los diseños de piezas metálicas con operaciones con superficies.

Como complemento del diseño sólido, todas las operaciones con superficies tienen que estar orientadas a obtener polisuperficies cerradas. Las piezas obtenidas así serían híbridas con los dos tipos de modelado.

Este módulo de programa puede ser usado junto con el de diseño de piezas sólidas (Part Design), el módulo de ensamblajes (Assembly Design) y el generador de planos (Generative Drafting) .

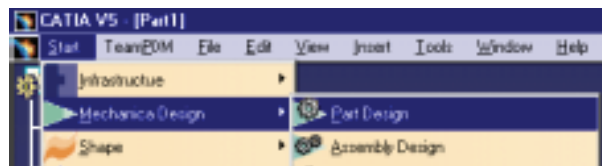
Ejemplo:

Antes de comenzar a explicar en detalle cada uno de los comandos relacionados con superficies, se hará un ejemplo sencillo: se modelará el capó de un coche.

Al igual que en el modelado sólido, para superficies necesitamos esbozos (Sketchs), y para ello planos en los que dibujar. En este tipo de modelado lo más importante es la geometría de alambre que generamos. Si se parte de buenas curvas se obtienen buenas superficies.

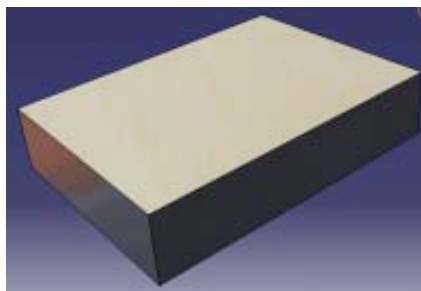
- Abra una nueva pieza y pásese al módulo de modelado sólido.

Start> Mechanical Design > Part Design

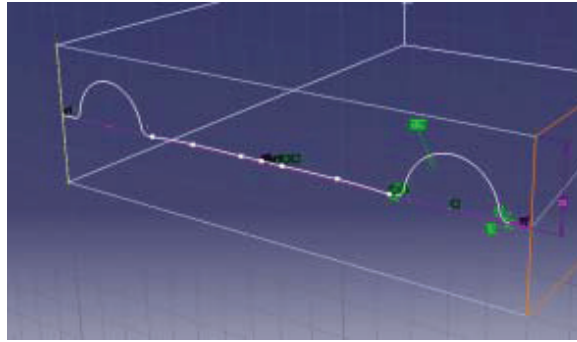


- Seleccione el comando rectángulo  y haga uno de las siguientes medidas: 150 x 40 mm.
- Extrúyalo 200 mm . Esta construcción nos servirá como referencia para los perfiles de alambre. Ahora cámbiese a módulo de modelado por superficies.

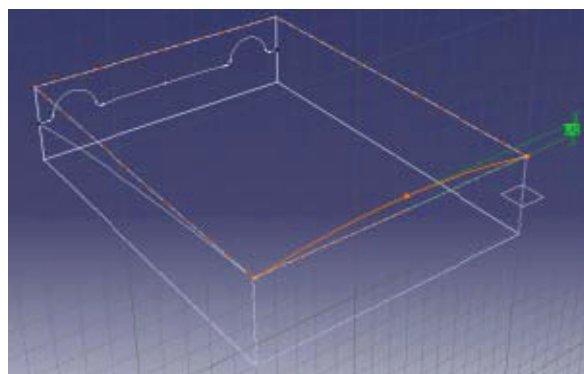
Start> Mechanical Design > Wireframe and Surface Design.



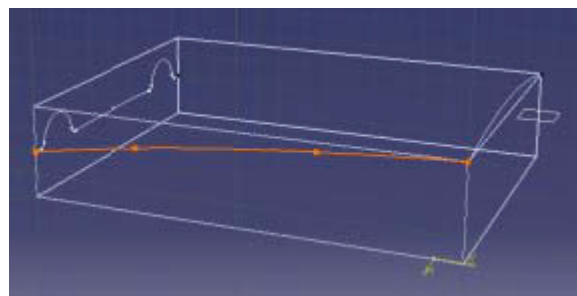
- En el primer boceto se modelará la parte delantera del capó. Guiándose por el boceto de la imagen modele el alambre.



- Ahora se modelará la parte más cercana al parabrisas. Este boceto ha de tener una mayor coordenada Z para obtener en la superficie final una forma aerodinámica.



- Generaremos la superficie con una operación de barrido. Estos dos primeros bocetos serán las guías, y ahora se dibujará el perfil.



- Ahora que tiene los tres perfiles, seleccione el icono de **Superficie por Barrido** . Para rellenar el cuadro de diálogo de la figura, en tipo de perfil marcar explícito porque lo vamos a indicar con un boceto. El perfil es el seleccionado en la figura superior. Como guías para el barrido seleccione los bocetos inferior primero; y a continuación en *Elementos Opcionales* seleccione la segunda guía y el boceto correspondiente al perfil superior.



Aplique la configuración y obtendrá una primera previsualización de la superficie:



Creando geometría de alambre

En este punto se verán todas las herramientas de las que dispone CATIA para generar geometría, que será orientada al modelado de superficies.

CATIA, como ya se ha dicho, es un programa paramétrico, es decir, guarda información sobre todos los pasos que se han dado hasta llegar a la consecución de una pieza.

Cuando se trabaja con superficies a veces esta propiedad no es primordial, porque nos orientamos al modelado con NURB'S.

El icono *Creando Datos* permite activar o desactivar esta opción del programa. Cuando no se guarda información de las operaciones elementales, el programa corre más rápido en la máquina.

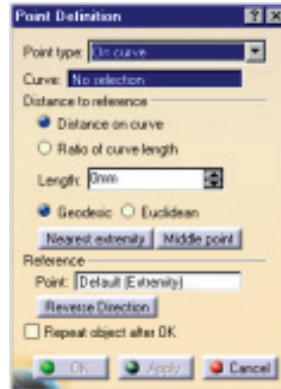
▪ **Puntos**

Este comando como su nombre indica crea puntos. Las opciones son las siguientes:

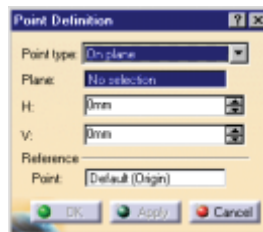
- *Punto por coordenadas:* Introducimos las coordenadas X, Y, Z.



- *Punto en una curva:* Seleccione una curva, y opcionalmente un punto de referencia. Si este punto no está sobre la curva será proyectado sobre la misma. Si no se introduce punto de referencia, el extremo de la curva será considerado como tal. Podemos seleccionar un punto cercano a la extremidad (*Nearest Extremity*) o el punto medio (*Middle Point*) como opciones directas.



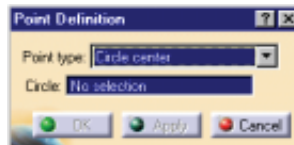
- *Punto sobre un plano:* Seleccione un plano y opcionalmente un punto, a partir del cual se computarán las coordenadas de los puntos en ese plano.



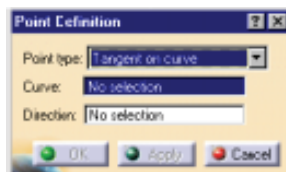
- *Punto sobre una superficie:* Seleccione una superficie donde el punto será creado. Seleccione una línea o un plano para la dirección de referencia. Introduzca una distancia desde el punto de referencia para monitorizar el punto.



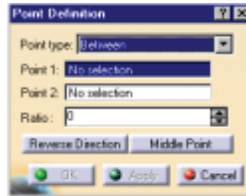
- *Punto central de un círculo:* Seleccione el círculo, en cuyo centro quiere localizar el punto.



- *Punto tangente a una curva:* Seleccionaremos la curva y la dirección en la que queremos calcular los puntos de tangencia.



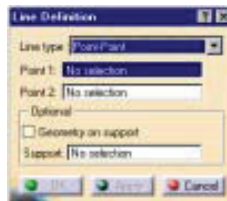
- *Punto entre otros dos:* Este comando calcula el punto medio entre otros dos puntos. Seleccione los dos puntos extremos para que el programa calcule el punto medio.



▪ **Líneas**

Al igual que con los puntos existen varios métodos para crear líneas con CATIA:

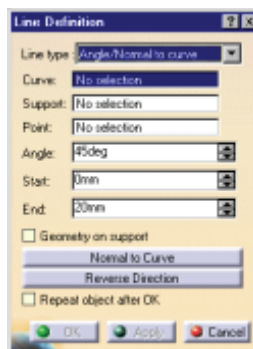
- *Línea punto a punto:* Seleccionamos dos puntos y la línea correspondiente aparece visualizada.



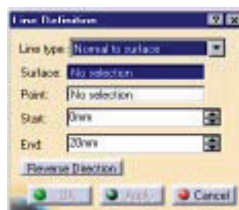
- *Línea por un punto y según una dirección:* Seleccione un punto y la dirección que seguirá la línea, a continuación introduzca la longitud ésta. Está activa la opción de invertir la dirección de la recta.



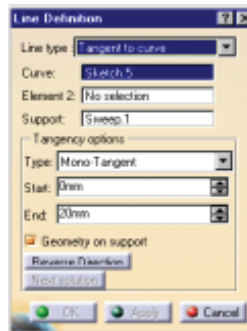
- *Línea con ángulo o normal a una curva:* Seleccione la curva desde la que se medirá el ángulo, el soporte al cual la línea debe ser tangente, un punto para el comienzo de la línea y por último el ángulo.



- *Línea normal a una superficie:* Seleccione un punto de referencia y un punto por el que pasará la línea. Seleccione los puntos de inicio y fin para indicar una longitud.



- *Línea tangente a una curva:* Seleccione un punto de referencia y una curva. El vector tangente a la curva por ese punto es visualizado. Especifique las magnitudes de inicio y final a partir del punto para concretar la recta.

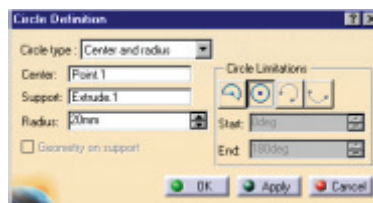


▪ Círculos

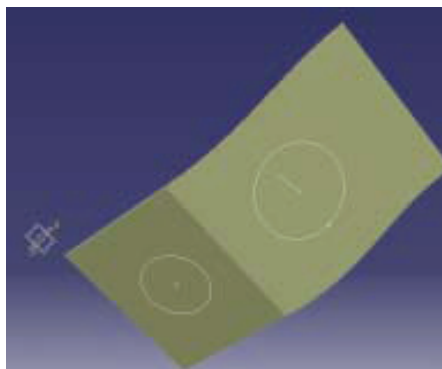


CATIA dispone de los siguientes métodos para crear círculos y arcos circulares:

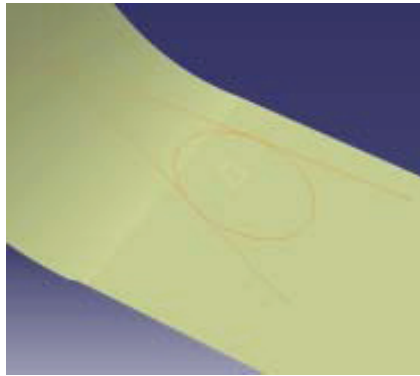
- *Círculo por centro y radio:* Cubra el cuadro de diálogo indicando la información que éste le solicita: centro del círculo y plano de construcción (*Support*). Una vez que el círculo queda determinado, usted puede seleccionar arcos de circunferencia o círculos completos, con las opciones de *Limitaciones de Círculo*.



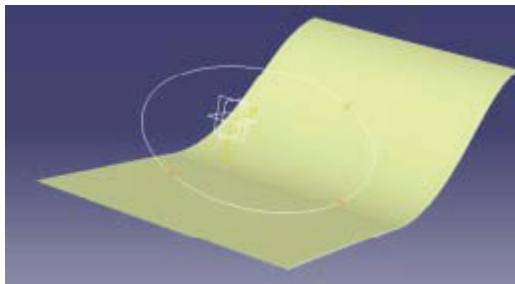
- *Círculo por centro y punto:* En esta opción del comando necesita como datos mínimos dos puntos, uno para determinar el centro y otro para el radio. Veamos un ejemplo:



- *Círculo por dos puntos y radio:* Seleccione dos puntos por los que pasará el círculo e indique el radio para determinar el círculo. El círculo se crea en el plano que contiene a las geometrías de tangencia, en este caso, dos rectas. A medida que se cambia el radio, el programa calcula el nuevo círculo, manteniendo las restricciones.



- *Círculo por tres puntos:* Indique los tres puntos por los que pasa el círculo. El plano de soporte del círculo es el que contiene a los tres puntos dados.

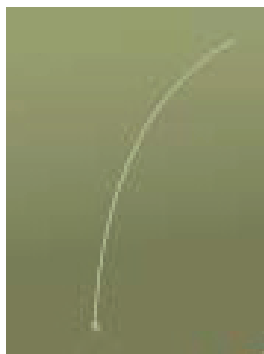


- *Círculo bitangente y radio:* La secuencia de los datos que ha de indicar es: seleccionar las dos curvas a las cuales el círculo es tangente, una superficie soporte, indicar el valor del radio y cuando haya más de una solución posible indicar la región en la que ha de situarse el círculo.
- *Círculo bitangente y punto:* La sintaxis es igual que en la opción anterior con la salvedad de que ahora no indicamos un valor para el radio, sino un punto por el que el círculo ha de pasar.

▪ **Curvas paralelas**

Con este comando puede crear una curva que es paralela a una curva de referencia.

- Suponga que tiene una curva en una superficie, como en la figura:



- Seleccione el icono de *curva paralela*



- Rellene el cuadro de diálogo con los datos que se solicitan, que son:
 - *Curva origen del paralelismo*
 - *Superficie sobre la que hará la simetría.*
 - *Magnitud de offset para el paralelismo.*



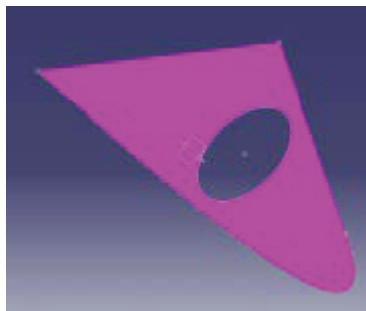
- El resultado se previsualiza antes de aceptar los valores, como puede verse en la siguiente imagen. Se ha creado una curva paralela a la primitiva a 10 mm, hacia el interior de la curva.



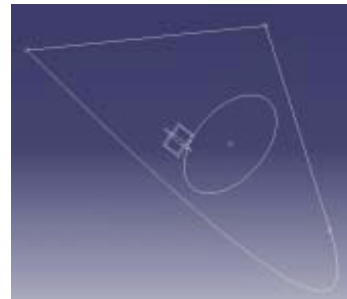
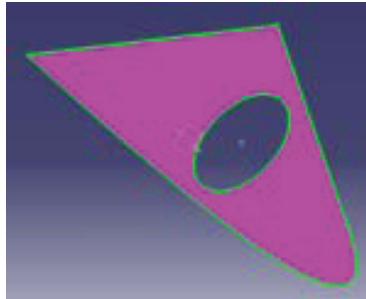
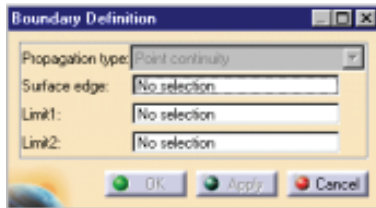
▪ **Curvas de contorno (Boundary Curves)**

En este apartado se tratará como crear curvas de contorno en una superficie. En algunos casos tenemos superficies pero no las curvas con las que han sido generadas. Este comando le devuelve las curvas de contorno de la superficie para utilizarlas luego en operaciones posteriores.

- Modele una superficie como la de la figura.



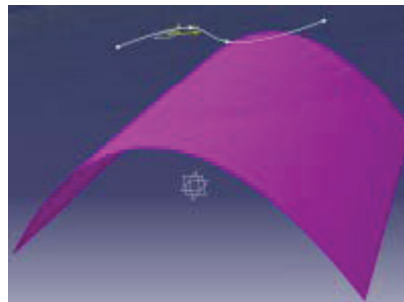
- Seleccione el icono de *curvas de contorno*.
- Cubra el cuadro de diálogo con el tipo de propagación del contorno que más le interese. En este caso seleccionaremos contorno completo.



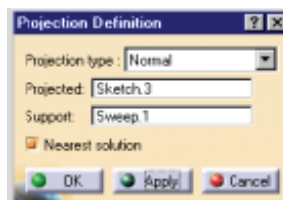
▪ Proyecciones

Este comando crea proyecciones de:

- Un punto a una superficie o plano de trabajo.
- Geometría del plano de trabajo sobre una superficie soporte.
- Parta de una geometría como la de la figura, una superficie y una curva que está sobre ella. Lo que se hará es proyectar la curva sobre la superficie.



- Seleccione el icono de *Proyectar* .
- Cubra el cuadro de diálogo, indicando los parámetros característicos:
 - *Superficie a proyectar.*
 - *Superficie soporte.*
 - *Dirección de la extrusión.*



- Aplique la configuración para tener una previsualización y acepte con O.K.

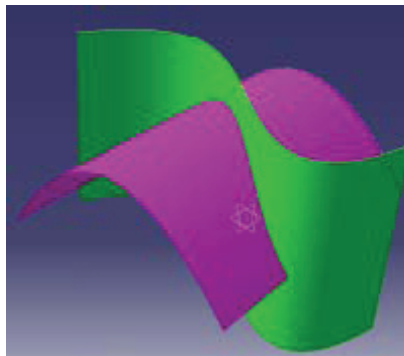


Intersecciones

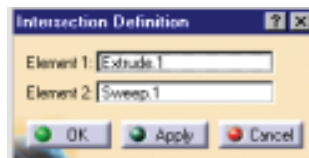
Esta herramienta muestra como crear elementos de alambre por intersección de:

- Dos elementos de alambre (*Wireframe Elements*).
- Dos superficies.
- Un elemento de alambre y una superficie.

En el ejemplo que se muestra a continuación, se tienen dos superficies, y la finalidad del comando es calcular la curva de intersección de las dos.



- Seleccione el icono de *Intersección* .
- Cubra el cuadro de diálogo, indicando las dos superficies.



- Seleccione aplicar para previsualizar, y O.K. para aceptar. Si oculta las superficies podrá ver la curva de intersección.



Comandos de creación de superficies

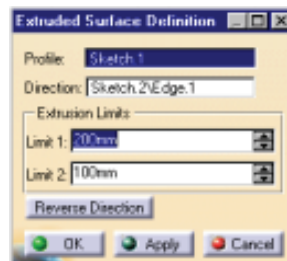
▪ Extrusión de superficies

Con este comando realizaremos la extrusión de un perfil según una dirección. Como ya se ha visto en este módulo de programa, la distancia de la extrusión se especifica según dos límites.

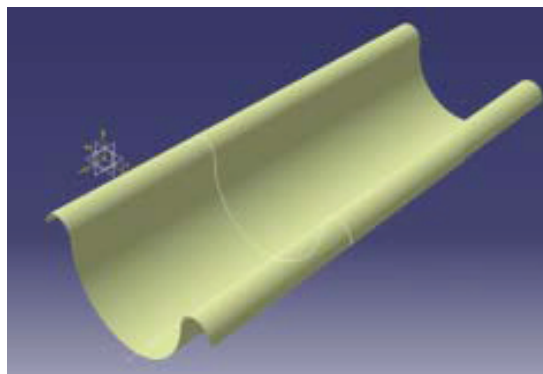
- Dibuje un perfil para la extrusión y una línea que indique la dirección. Estas operaciones se harán en dos bocetos distintos, o ayudándose de geometría que ya haya en el dibujo (por ejemplo, puntos). En el ejemplo de la figura queremos simular un canalón.



- Seleccione el icono de extrusión de superficies .
- Ante usted aparecerá el siguiente cuadro de diálogo. Indique el perfil de la extrusión y la dirección. Indique a su vez los límites de la extrusión.



- Aplique los cambios y ante usted aparecerá la superficie.

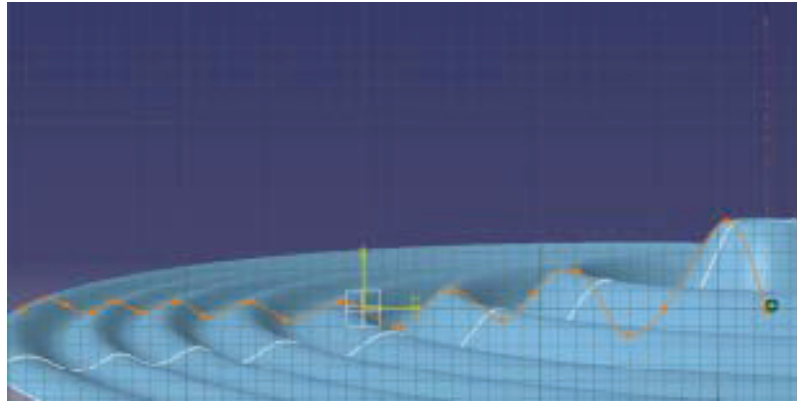


▪ Superficies por revolución

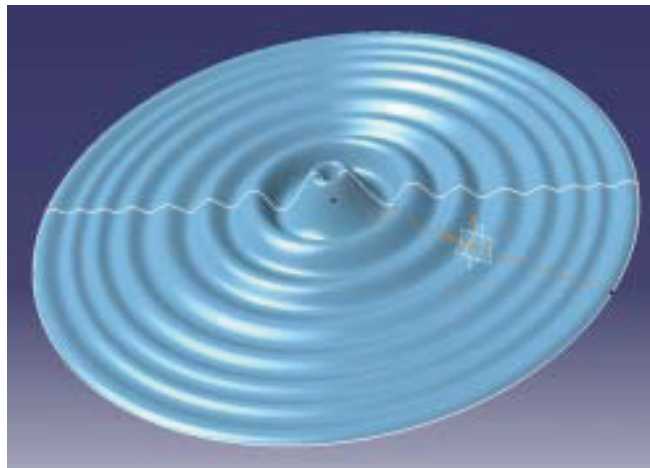
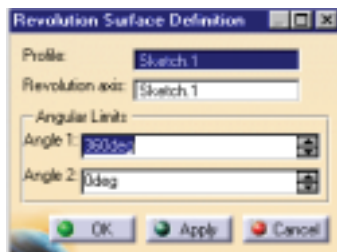
Crea una superficie por revolución de un perfil según un eje. Para ejecutar este comando necesita un boceto, si el perfil a revolucionar está en el mismo plano que el eje de revolución, o dos si están en planos distintos.

Como ejemplo de este caso haremos el modelado de una superficie de agua, una superficie ondulada.

- Dibuje un perfil para la revolución aproximándolo al de la figura, utilizando para ello Spline y una línea en el mismo plano, para el eje.



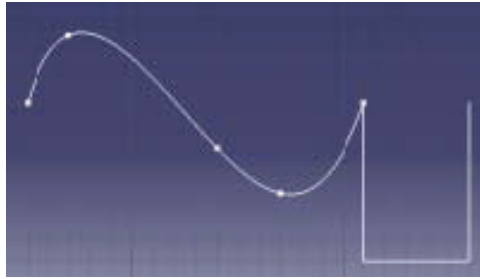
- Seleccione el icono de revolución , y al cubrir el cuadro de diálogo indique el perfil y el eje de revolución.



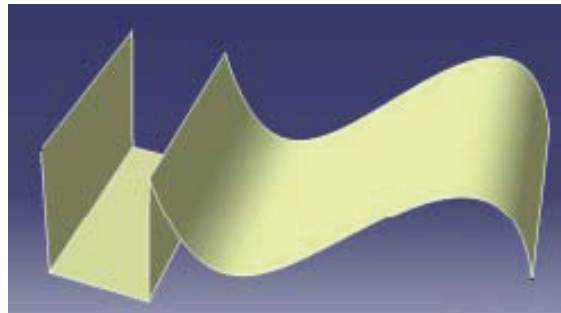
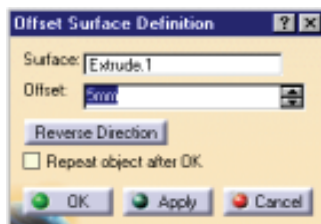
▪ Superficies equidistantes (Offset Surfaces)

Esta herramienta nos muestra como podemos hacer una superficie por offset a partir de otra existente. La equidistancia se mide en las perpendiculares a la superficie.

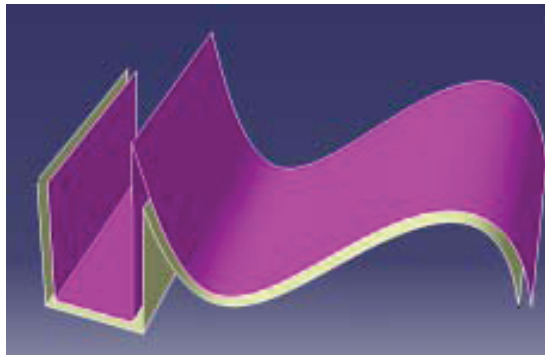
- Suponga que tiene una superficie como la de la figura, y de la que queremos obtener una superficie de offset.



- Seleccione el icono de superficie equidistante  e indique un valor para la magnitud de offset.



- Seleccione la superficie, e indique la dirección pulsando en la flecha.

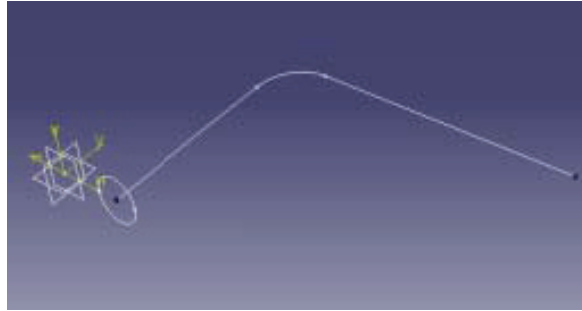


▪ Superficies por Barrido (Swept Surfaces)

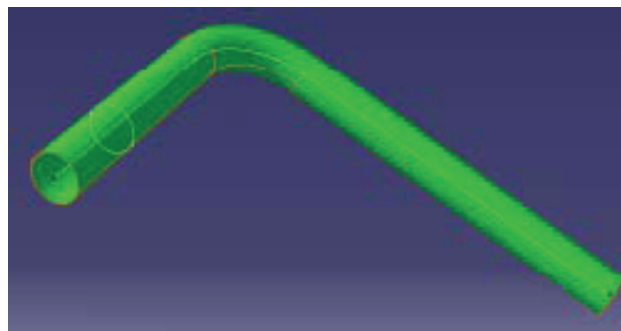
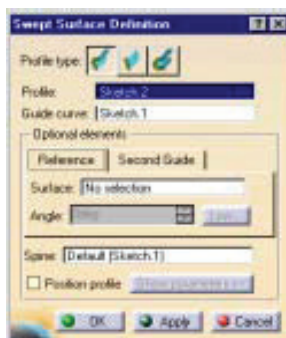
Podemos crear una superficie por el desplazamiento de una curva a lo largo de un camino.

Este comando dispone de múltiples opciones. La más importante es el barrido a lo largo de dos caminos. Aquí el perfil varía adaptándose a los caminos.

- Hacer la superficie de una tubería para ello. Lo primero es hacer los bocetos del camino que ésta seguirá, y el perfil circular en este caso.



- Seleccione el icono de *Superficies por Barrido*  e indique los parámetros característicos en el cuadro de diálogo. En este caso serán el perfil de revolución y la curva guía. Pulse el botón de aplicación para previsualizar la superficie.



- Cambie al módulo de diseño de piezas (*Part Design*), y seleccione el icono de **Espesor de Superficies** (*Thick Surface*) . Especifique el valor del espesor y la dirección en la que éste se aplicará. Con este comando lo que se consigue es crear un sólido a partir de una superficie y dando un espesor. Si se aplica como material una acero (Steel) y se pone como vista actual *Vista con Parámetros Personalizados*, el resultado es el siguiente:

