

Creación de objetos 3D

AutoCAD admite la creación de tres tipos de modelos 3D: modelos alámbricos, modelos de superficie y modelos sólidos. Cada uno de ellos se distingue de los demás por sus técnicas de creación y de modificación.



objetos 2D



modelo 3D



malla



sólido

Ejercicio 1.- Adición de altura extruida a los objetos

Comando Dibujo / sólidos / Extrusión

Para definir la altura de objetos nuevos

- 1 En el menú Formato, seleccione Altura del objeto.
- 2 En la línea de comando, escriba el valor para la altura.

Los nuevos objetos se crean a la altura actual.

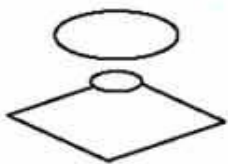
Línea de comando THICKNESS

Para cambiar la altura de los objetos existentes

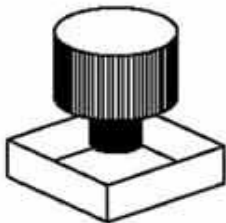
- 1 Designe los objetos cuya altura desea cambiar.
- 2 Haga clic con el botón derecho en los objetos y elija Propiedades en el menú contextual.
- 3 En la paleta Propiedades, seleccione Altura e introduzca un valor nuevo.

Barra de herramientas Estándar

Línea de comando PROPIEDADES



elevación modificada



altura añadida



Ejercicio 2.- Creación de superficies



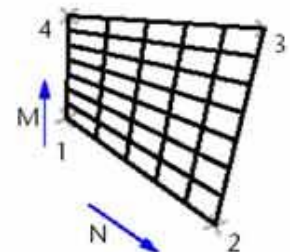
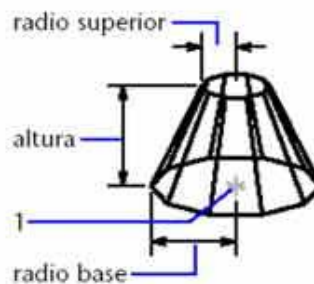
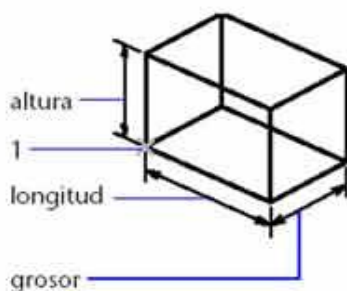
M abierta
N abierta

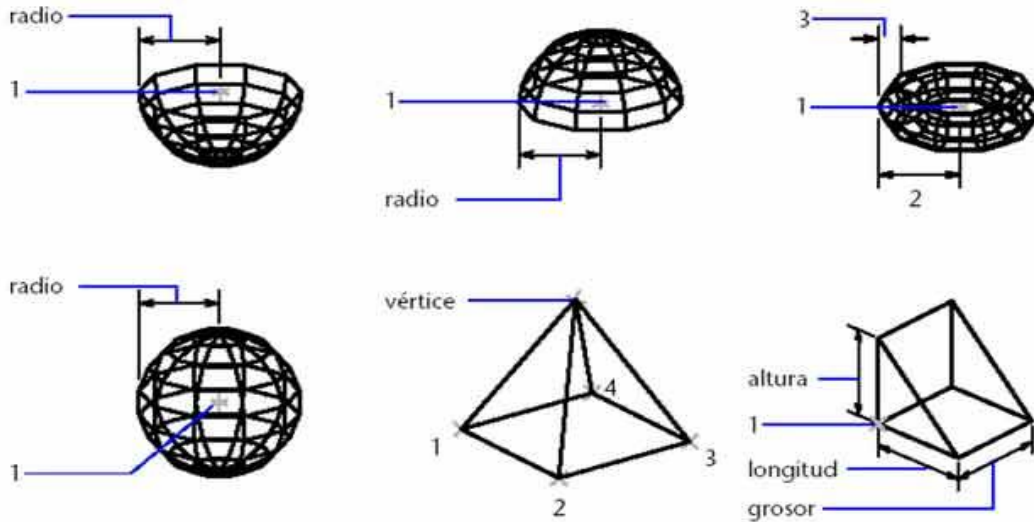
Una malla representa la superficie de un objeto mediante facetas planas. La densidad de malla, o número de facetas, se define en función de una matriz de vértices M y N , comparable a una rejilla que constara de columnas y filas.

Creación de una malla de superficie 3D predefinida

El comando 3D permite crear las siguientes formas 3D: prismas rectangulares,

En la figura siguiente, los números indican los puntos que se precisan para crear la malla.





Ejercicio 3.- Creación de mallas rectangulares.

Con el comando 3DMALLA se pueden crear mallas poligonales abiertas en las direcciones M y N (similares a los ejes X e Y de un plano XY). Las mallas pueden cerrarse con el comando EDITPOL. Si desea construir superficies irregulares, emplee el comando 3DMALLA. En la mayoría de los casos, puede emplear el comando 3DMALLA junto con archivos de comandos o con rutinas AutoLISP, siempre y cuando conozca los puntos de la malla.

Ejemplo:

Comando: **3dmalla**

Tamaño de malla en dirección M: **4**

Tamaño de malla en dirección N: **3**

Vértice (0, 0): **10,1,3**

Vértice (0, 1): **10,50,5**

Vértice (0, 2): **10,100,3**

Vértice (1, 0): **15,1,0**

Vértice (1, 1): **15,5,0**

Vértice (1, 2): **15,10,0**

Vértice (2, 0): **20,1,0**

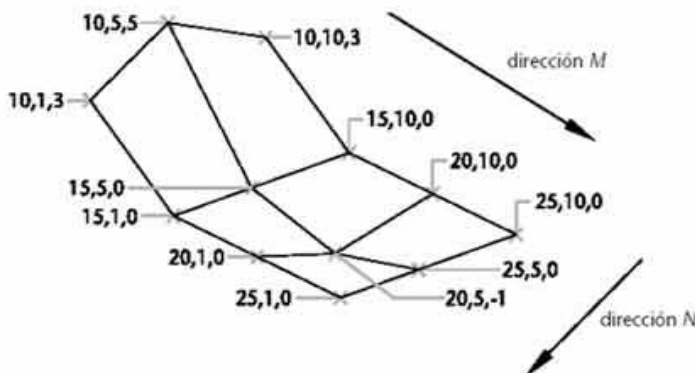
Vértice (2, 1): **20,5,-1**

Vértice (2, 2): **20,10,0**

Vértice (3, 0): **25,1,0**

Vértice (3, 1): **25,5,0**

Vértice (3, 2): **25,10,0**



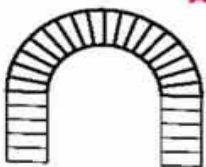
En el siguiente ejemplo de texto de línea de comando, debe indicar una coordenada para cada vértice con el fin de crear la malla de la figura.

Ejercicio 4.- Creación de una malla de superficie reglada. Realizar los tres ejemplos.



A

El comando SUPREGLA permite crear una malla de superficie entre dos objetos. Para definir los lados de una superficie reglada puede utilizar dos objetos diferentes: líneas, puntos, arcos, círculos, elipses, arcos elípticos, polilíneas 2D, polilíneas 3D o splines. Los dos objetos que se utilicen como "guías" de las superficies regladas deben coincidir, es decir, los dos abiertos o los dos cerrados. Los objetos de punto se pueden emparejar con un objeto cerrado o abierto.



resultado

Para concluir el comando SUPREGLA puede precisar dos puntos cualesquiera de una curva cerrada. En curvas abiertas, AutoCAD construye la superficie reglada según la posición de los puntos definidos en la curva.



B



resultado

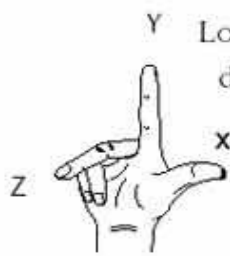


C



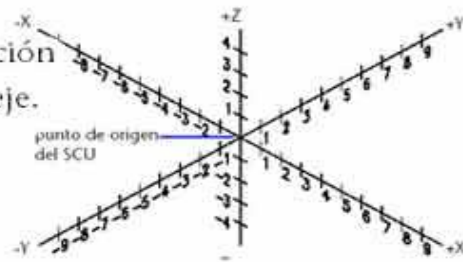
resultado

Practica 5.- Realizar el sólido de las figuras de abajo.



Los dedos doblados indican la dirección de rotación positiva alrededor del eje.

Las cotas de coordenadas de referencia.

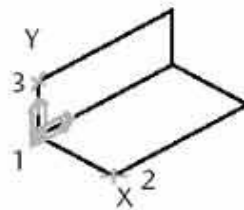


Para cambiar el plano XY

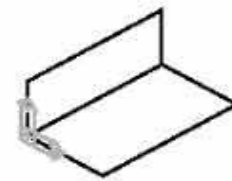
- 1 En el menú Herr., elija Nuevo SCP. A continuación, diseñe 3 puntos.
- 2 Precise un punto de origen para el nuevo SCP (1).

Tener activado REFERENT

Abrir en barra de herramientas Sombreado, Órbita 3D y referencia a objetos.



puntos precisados



nuevo SCP

1.-

Ir a Dibujo - Sólidos - Prisma rectangulas

Fijamos Centro (0,0,0) + enter.

C = dibujar cubo o L para prisma.

Ponemos L + enter

Longitud = 40

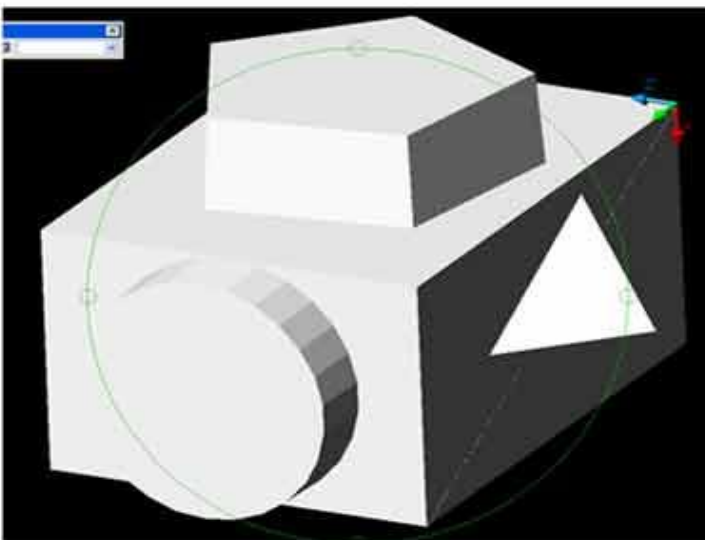
Anchura = 60

Altura = 80

Pinchamos en zoom - extensión.

Ver - Órbita 3D

Ver - Sombras (Probar todas).



2.-

Fijamos un nuevo SCP en una cara. Dibujamos una diagonal.

Pinchamos en círculo y referencia en punto medio. radio 20.



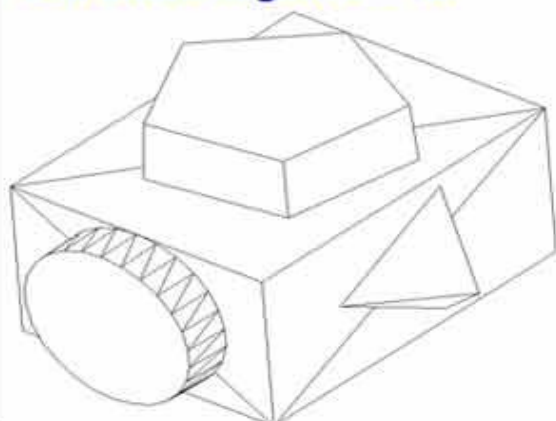
3.-

Dibujo- Sólidos - Extrusión.

Designe objeto al círculo.

Altura 10 y ángulo 2.

Si no sale bien, probamos con altura negativa - 10.



Hacemos lo mismo en las otras caras. En el triángulo lo extruimos con altura 60 y ángulo 30 formandose un tetraedro.

Las diagonales se pueden suprimir.

Guardar como.. en la unidad D.

Ejercicio 6 .- Crear la pieza definida y girar.

Crear pieza mediante Dibujo / Sólidos / Extrusión.

Unir las piezas con: Modificar / Editar sólidos / Unión
Seleccionar todas piezas + Enter.

Para girar un objeto 3D sobre un eje

- 1 En el menú Modificar, seleccione Operación en 3D ► Girar 3D.
- 2 Designe los objetos que desee girar (1).
- 3 Precise el punto inicial y final del eje alrededor del cual deben girarse los objetos (2 y 3).

La dirección positiva del eje es la comprendida desde el punto inicial hasta el punto final, y la rotación sigue la regla de la mano derecha (véase "Utilización de los sistemas de coordenadas universales y personales en 3D" en la página 242).

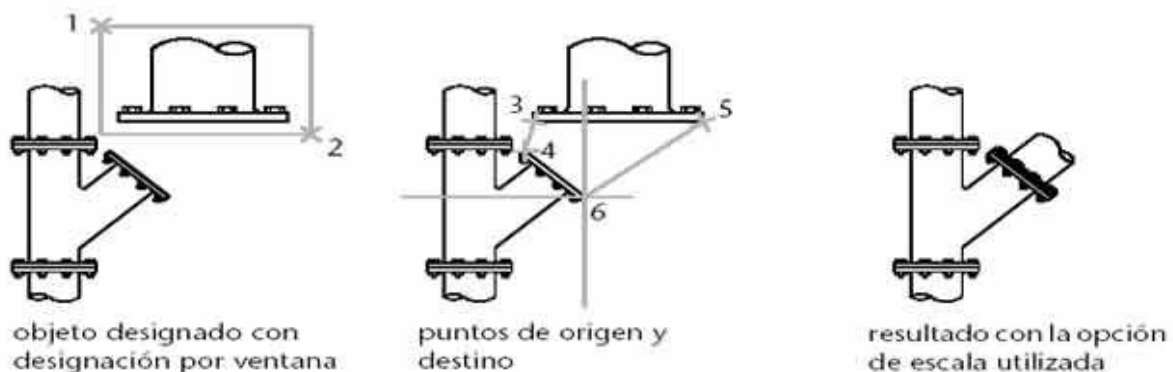
- 4 Defina el ángulo de rotación.



Ejercicio 7 .- Crear los dos objetos y alinear con escala.

Para alinear dos objetos

- 1 En el menú Modificar, elija Operación en 3D ► Alinear.
- 2 Seleccione los objetos que desee alinear.
- 3 Precise el primer punto de origen y después el primer punto de destino.
Si pulsa INTRO ahora, los objetos se desplazarán desde el punto de origen al punto de destino.
- 4 Precise el segundo punto de origen y después el segundo punto de destino.
- 5 Precise el tercer punto de origen, o pulse INTRO para continuar.
- 6 Especifique si desea atribuir escalas a objetos según los puntos de alineación.



Ejercicio 8.- Dibujar los siguientes objetos geométricos.



polilínea original
Cerrada - c.



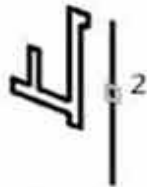
revolución alrededor
del eje X



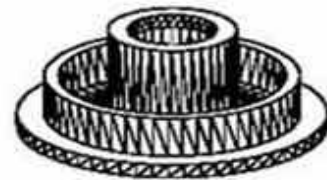
revolución alrededor
del eje Y



objeto que desea revolucionar



eje designado

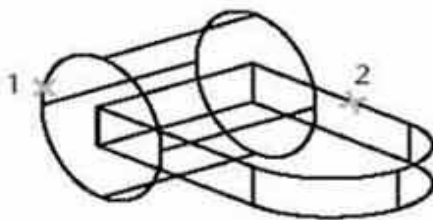


resultado

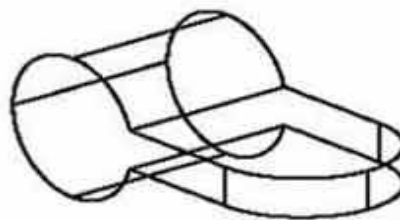
Ejercicio 9.- Creación de sólidos compuestos

Puede combinar, sustraer y buscar la intersección de sólidos existentes para crear sólidos compuestos.

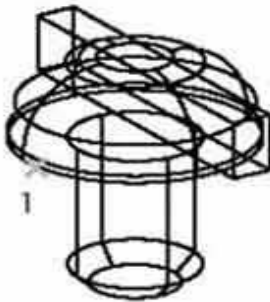
El comando UNION le permite combinar el volumen total de dos o más regiones o sólidos en un objeto compuesto.



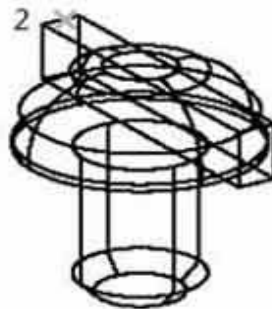
objetos que desea combinar



resultado



objeto del que
sustraer del objeto

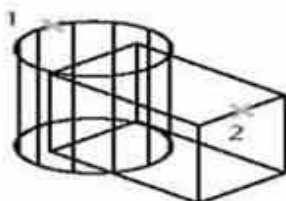


objeto para sustraer
el objeto designado

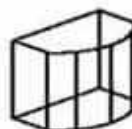


resultado (líneas ocultas
por claridad)

Emplee el comando INTERSEC para crear un sólido compuesto a partir del volumen común de dos o más sólidos solapados. El comando INTERSEC elimina la parte no superpuesta y crea un sólido compuesto a partir del volumen común.



designación de los objetos
que desee intersecar



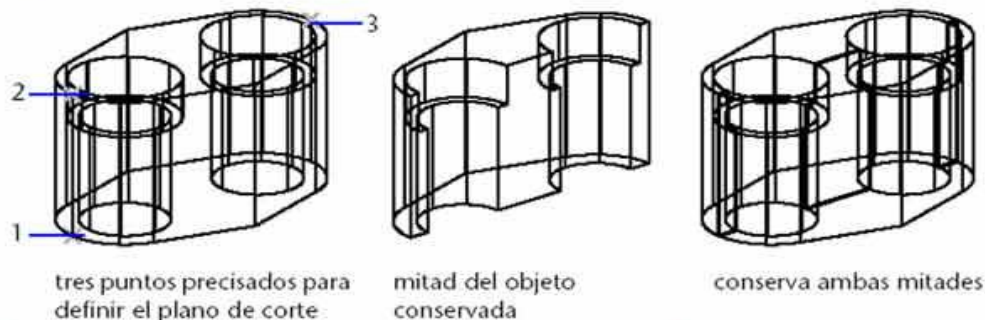
resultado

Ejercicio 10.- Realizar la pieza y su corte.
Para los agujeros: Modificar / Editar sólidos / Diferencia.

Para cortar un objeto sólido



- 1 En el menú Dibujo, elija Sólidos ► Corte.
- 2 Designe los objetos que desee cortar.
- 3 Precise tres puntos para definir el plano de corte.
 El primer punto define el origen (0,0,0) del plano de corte. El segundo punto define el eje X positivo y el tercer punto define el eje Y positivo.
- 4 Precise el lado que desee conservar o escriba **a** para conservar ambos lados.



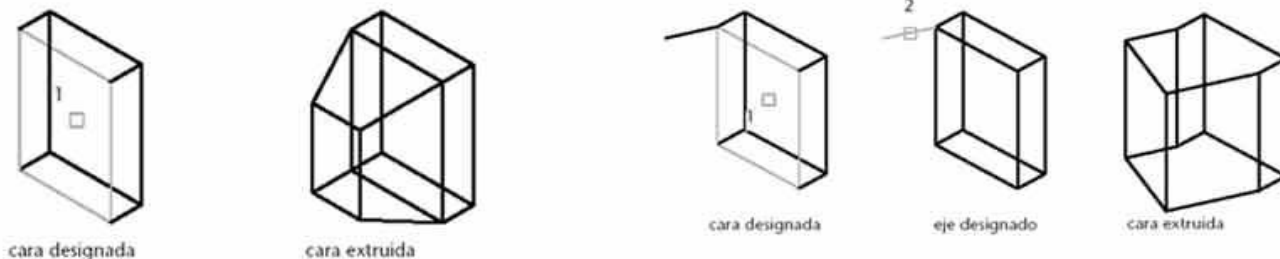
Ejercicio 11.- Realizar los siguientes ejemplos de extrusión.

Para extruir una cara de un objeto sólido

- 1 En el menú Modificar, elija Editar sólidos ► Extruir caras.
- 2 Designe la cara que desee extruir (1).
- 3 Designe más caras o pulse la tecla INTRO para efectuar la extrusión.
- 4 Precise la altura de extrusión.
- 5 Precise el ángulo de inclinación.
- 6 Pulse INTRO para terminar el comando.

Para extruir una cara en un eje de extrusión de un objeto sólido

- 1 En el menú Modificar, elija Editar sólidos ► Extruir caras.
- 2 Designe la cara que desee extruir (1).
- 3 Designe más caras o pulse la tecla INTRO para efectuar la extrusión.
- 4 Escriba **e** de Eje.
- 5 Designe el objeto que desee emplear como eje (2).
- 6 Pulse INTRO para terminar el comando.

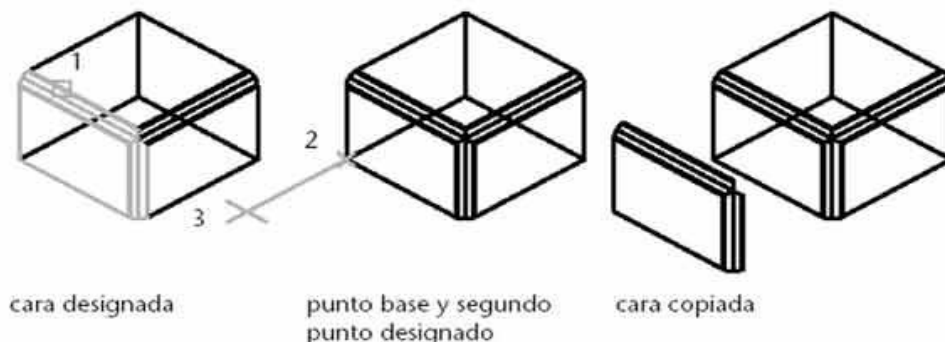


Ejercicio 12.-

Copia de caras en sólidos 3D.

Para copiar una cara de un objeto sólido

- 1 En el menú Modificar, elija Editar sólidos ► Copiar caras.
- 2 Designe la cara que desee copiar (1).
- 3 Designe más caras o pulse la tecla INTRO para realizar la copia.
- 4 Precise el punto base que va a copiar (2).
- 5 Precise el segundo punto de desplazamiento (3).
- 6 Pulse INTRO para terminar el comando.



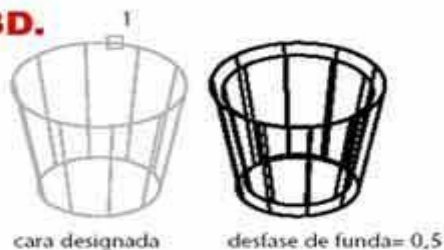
Ejercicio 13.- Crear una funda de sólido 3D.

Para crear una funda de sólido 3D

- 1 En el menú Modificar, elija Editar sólidos ► Funda.
- 2 Designe el objeto sólido 3D.
- 3 Designe la cara que desee excluir del vaciado (1).
- 4 Designe más caras que desee excluir o pulse la tecla INTRO.
- 5 Precise el valor de desfase de funda.

Un valor de desfase positivo crea una funda en la dirección positiva de cara, un valor negativo crea una funda en la dirección negativa de cara.

- 6 Pulse INTRO para terminar el comando.



Línea de comando: EDITSOLIDO



Ejercicio 14.- Configurar las vistas principales de una pieza.

CONFIGURACIÓN DE VISTAS, DIBUJOS Y PERFILES

Con estas opciones podremos, a partir de un dibujo de sólidos 3D, realizar los planos correspondientes de una manera relativamente fácil.

Existen tres ordenes en AutoCAD que combinadas nos facilitan enormemente el trabajo.

Se encuentran en la barra de sólidos o en el menú 'Dibujo -> Sólidos -> configurar'.

Estas son:



Configurar vista o *Solview*

Calcula la proyección de un sólido sobre un plano, así como corte y vistas auxiliares



Configurar dibujo o *Soldraw*

Interpreta una ventana con un dibujo hecha mediante Solview para crear líneas vistas ocultas, etc...



Configurar perfil o *Solperfil*

Crea una imagen de perfil, donde sólo se muestran las aristas y siluetas de superficies curvas del sólido en la vista actual.

Vamos a crear una primera vista en planta.

Para ello utilizamos la orden *Configurar Vista*:

Inmediatamente nos aparece el espacio papel y nos da tres opciones.

Regenerando presentación.

Indique una opción [SCP/Orto/Auxiliar/sEcción]

SCP: Crea una vista de perfil respecto a un sistema de coordenadas personales.

La proyección de la ventana gráfica se crea paralela al plano XY del SCP con el eje X mirando hacia la derecha y el eje Y hacia arriba. Es importante tenerlo en cuenta para orientar bien el dibujo.

ORTO. Creará una ventana ortogonal abatida a partir del lado de una de las ventanas ya existente en el espacio papel.

AUXILIAR: Crea una vista auxiliar a partir de una vista existente. Una vista auxiliar es aquella que se proyecta sobre un plano perpendicular a una de las vistas ortogonales y que se inclina en la vista adyacente.

SECCION: Crea una vista seccionada de sólidos del dibujo, que se completa con sombreado cruzado.

En primer lugar vamos a hacer una ventana o vista en el papel con una primera proyección sobre un plano de la pieza.

Para ello seleccionamos **SCP**. AutoCAD nos muestra:

Indique una opción [Memorizada/Universal/?/Actual] <Actual>: Esto nos da a definir el plano sobre el que proyectará. Lo normal es antes de nada girar los ejes y *Precise primera esquina de la ventana: Precise esquina opuesta de la ventana:*

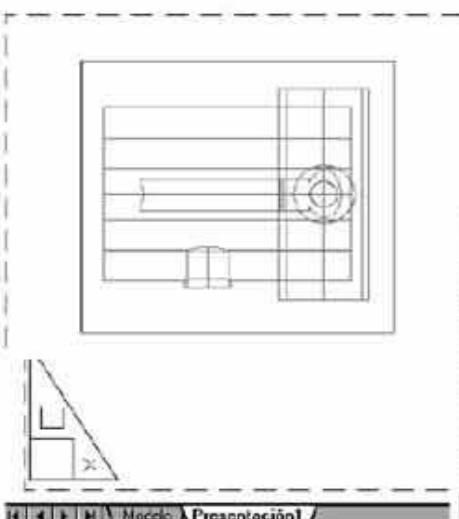
Tenemos que delimitar cada vista con un cuadrado que luego nos servirá para trabajar. Introducimos la primera esquina del recuadro, y luego, la segunda.

Indique nombre de la vista:

Solo queda decirle como llamaremos a esta vista. En el ejemplo, le he llamado *'planta'*.

Nos aparecen otra vez las opciones de *Solview*. En nuestro caso, por ahora, hemos acabado. Apretamos 'Intro' o 'espaciadora' y ya está.

El resultado, por ahora, es algo así.



Ahora vamos a utilizar la opción **'Configurar dibujo'**.

¿Cómo trabajar con capas una vez creada una vista?

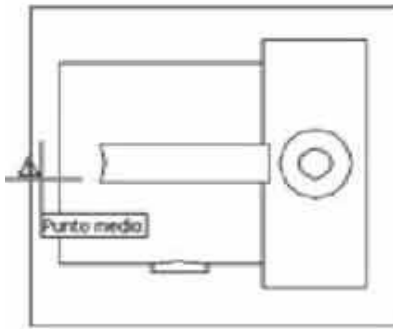
Si nos fijamos se han creado las siguientes capas:

NOMBRE DE LA CAPA	OBJETOS QUE INCLUYE
<i>Nombre vista_VIS</i>	Líneas visibles
<i>Nombre vista_HID</i>	Líneas ocultas
<i>Nombre vista_DIM</i>	Cotas
<i>Nombre vista_HAT</i>	Patrones de sombreado (para secciones)
<i>VPORTS</i>	Líneas del borde de las ventanas creadas

Vamos a seguir con las vistas y la opción **'Configurar vista'**.

Esta vez seleccionamos la opción **'Orto'**. Esta opción crea una vista ortogonal plegada a partir de una vista ya existente. Es decir, a partir de la proyección que hemos creado podremos crear otra vista proyectada ortogonalmente desde uno de sus lados.

Designe el lado de la ventana para la proyección:

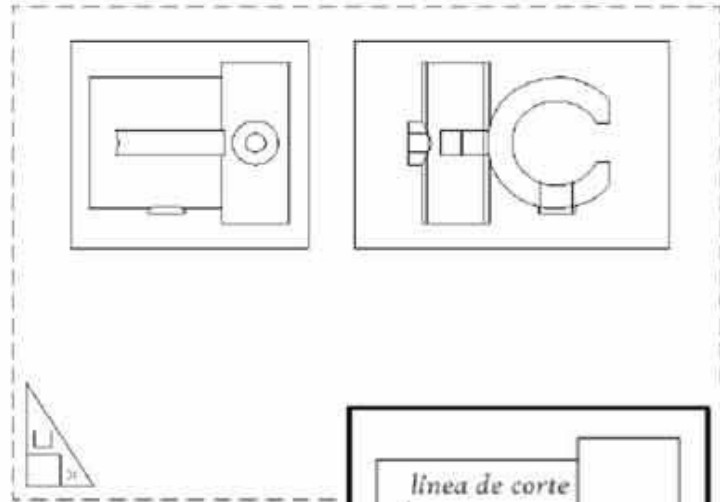


En cualquiera de las ventanas ya hechas podemos designar un lado desde donde abatirá. En este caso lo haremos como en la figura. AutoCAD pone como referencia el punto medio para que seleccionemos la línea que deseamos de las que forman las ventanas.

Introducimos la escala, colocamos el centro de la vista, que

será siempre ortogonal al de la ventana 'madre', así como los extremos de la ventana y el nombre de la vista, igual que antes. En este caso llamamos a la vista 'perfil'.

De nuevo necesitamos *configurar el dibujo* con la orden *soldraw*, creándose las capas como ya se ha dicho. Tenemos hasta ahora algo así:



Vamos, por último, a hacer una sección de la pieza.

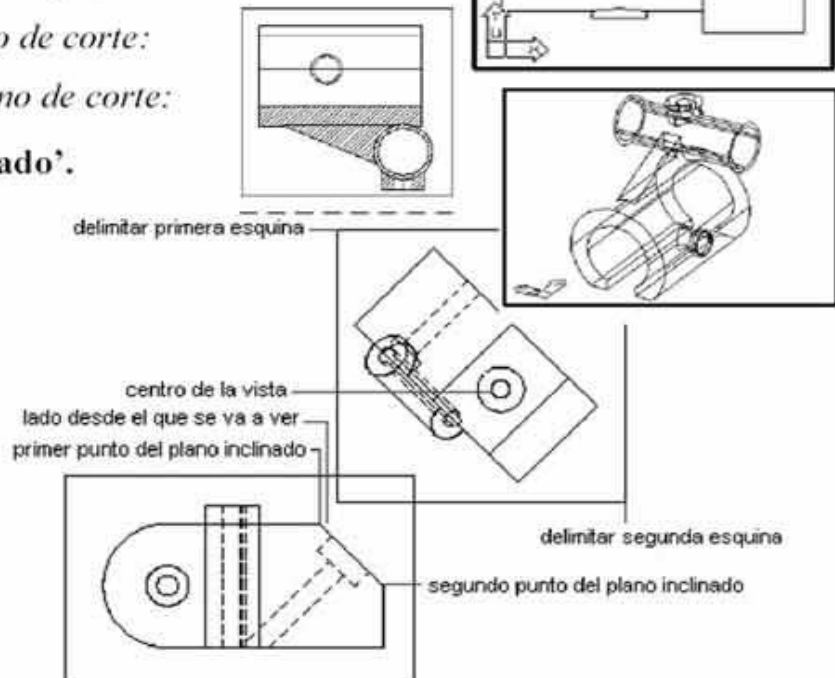
Para eso, 'Configurar vista' y luego, 'Sección'.

Precise primer punto del plano de corte:

Precise segundo punto del plano de corte:

'Modificar->objeto->sombreado'.

Nos quedaría crear una *vista auxiliar*. En ese caso necesitaremos indicarle el eje inclinado de esa vista auxiliar, el lado desde donde miraremos el objeto, y, a partir de aquí, igual que en los otros casos. Como ejemplo, la figura siguiente.



Ahora utilizaremos la opción 'Configurar perfil' o 'solperfil' dentro de la ventana creada, es decir, en espacio modelo flotante.

Designe objetos:

Seleccionamos el o los objetos a calcular para el perfil.

¿Mostrar en una capa distinta las líneas de perfil ocultas? [Si/No] <S>:

Ejercicio 15.- realizar una pieza con datos.

Para empezar veamos cómo es la pieza que vamos a crear.

Una primera perspectiva en tres dimensiones nos da una idea de lo que queremos conseguir.



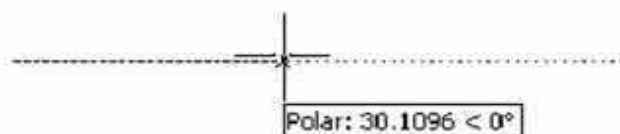
Para seguir esta explicación en la *barra de estado* tienes que tener activada la *referencia*, el *rastreo* y el *rastreo polar*, o sea, activar los botones [REFENT], [RASTREO], [POLAR].

Vamos a dibujar la primera línea.

Línea

primer punto: Con el puntero pinchamos en cualquier punto de la pantalla

Precise punto siguiente o [desHacer]: Nos situamos sobre la horizontal y, mediante el rastreo polar hacemos una horizontal de longitud 32 escribiendo sencillamente 32 cuando veamos esta situación.



Ahora los dos círculos.

Ésta es una buena ocasión para usar las referencias por rastreo, y olvidarnos de líneas auxiliares o desplazamientos inútiles.

Círculo (de radio 36)

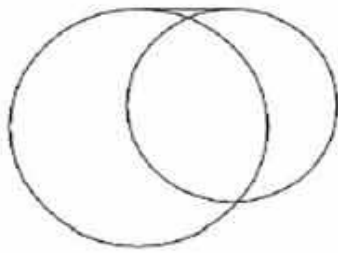
El centro lo situamos acercándonos sin hacer clic al punto final derecho de la línea hasta activar la referencia temporal de punto final (se tiene que ver una pequeña cruz sobre el punto final). Nos movemos por la vertical y escribimos 36, que es la distancia dónde se situará el centro. La situación es algo así.

Situamos luego el punto extremo del radio en el punto final de la línea y hacemos un clic. Tenemos la primera circunferencia dibujada.



Ejercicio: Intenta hacer la otra de radio 44 de la misma manera.

Nos queda:



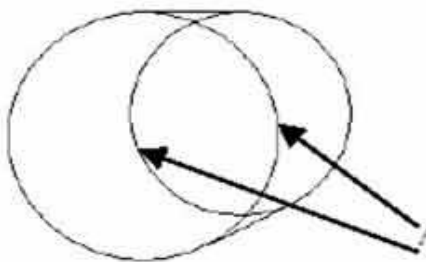
Aquí tenemos los dos círculos con la línea superior. Vamos a hacer la línea inferior, que es tangente a los dos círculos.

Línea

Primer punto: SHIFT+ botón derecho o botón central del ratón, referencia *Tangente*. Nos acercamos a uno de los círculos por la parte inferior.

Precise punto siguiente o [desHacer]: SHIFT+ botón derecho o botón central del ratón, referencia *Tangente*. Nos acercamos al otro círculo por la parte inferior correspondiente.

Tenemos:

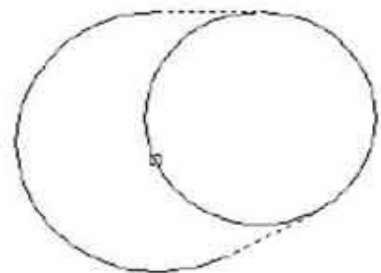


Ahora vamos a recortar lo sobrante


Recortar

Designe aristas de corte ... Seleccionamos las dos rectas.
[ESPACIADORA o ENTER]

Designe objeto a recortar Seleccionamos los dos círculos, pero por la parte a recorta, por el interior, tal como se puede ver en la figura.



Vamos a crear una polilínea de este conjunto. Para eso vamos a la opción **Modificar** ->

Polilínea. 

Nos pide

El objeto designado no es una polilínea

Aunque no lo sea, seleccionamos cualquiera de las líneas de nuestro perfil. Nos pide si queremos transformarla en polilínea. Respondemos, claro está, afirmativamente.

¿Lo quiere transformar en una? <S> s

Indique una opción [Cerrar / Juntar / Grosor / Editar vértices / cUrvar / Spline / estadoPreviocurva / generarTlínea / desHacer]:

Seleccionamos la opción **Juntar** escribiendo la letra 'j'

Designe objetos: Designamos los demás tramos que queremos adherir al inicial

Nos informa

Se han añadido 3 segmentos a la polilínea

Eso quiere decir que ya estamos. Para salir de la orden sencillamente apretamos a la tecla [ESPACIADORA] o [ENTER].

Para asegurarte selecciona la figura en pantalla. Si es un solo objeto, ya es una polilínea. Vamos a hacer una copia equidistante del perfil que luego utilizaremos.

 **Equidistancia**

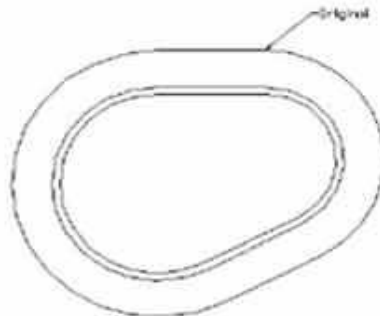
Precise distancia o [Punto a atravesar]: Escribimos 12.

Designe objeto a desplazar : Seleccionamos el perfil.

Precise punto en lado de desplazamiento: seleccionamos un punto INTERIOR del perfil para crear una copia equidistante 'hacia adentro'.

Realizamos la misma operación de nuevo pero con una distancia de 2,4 hacia el interior.

Tiene que quedar:



Crearemos por comodidad una nueva capa llamada **AUX** donde colocaremos la polilínea más exterior y interior. Desactivaremos ésta capa 'apagando la bombilla' y así sólo tendremos la polilínea intermedia en pantalla.

Bien, ya basta, por ahora, de 2D, vamos al 3D.

Lo primero será cambiar el punto de vista mediante la opción *Ver -> Punto de Vista 3D -> Isométrico SO*.

Mediante el botón derecho sobre la zona de las barras de herramientas activamos **Sólidos y Editar Sólidos**.

Vamos a crear el cuerpo principal. Para eso extrusionaremos el perfil que tenemos en pantalla.


Extrusión

Designe objetos: Designamos el perfil [ENTER]

Precise altura de extrusión o [Eje de extrusión]: 56

Precise ángulo de inclinación para extrusión <0>: 3

A partir de ahora debemos acostumbrarnos a trabajar con estas dos herramientas:

 **Orbita 3D:** Para orientar o cambiar el punto de vista del objeto según nos convenga.



Barra Sombreado o opción de Ver → Sombra...

Para cambiar el tipo de visualización de la pieza

entre sombreado, líneas ocultas, estructura alámbrica, etc...

Por lo tanto, girando la pieza con la órbita 3D y sombreándola obtenemos la siguiente figura, que nos da una idea del objeto que hemos creado.

Éste es el cuerpo principal de la pieza.. Vamos a seguir trabajándola. Primero recuperaremos el perfil que nos sirvió para crear el cuerpo. Podíamos haber cambiado el valor de la variable **DELOBJ** a 0 para que el perfil se conservase, pero, como no lo hemos hecho lo haremos con una opción muy útil que conviene explicar.



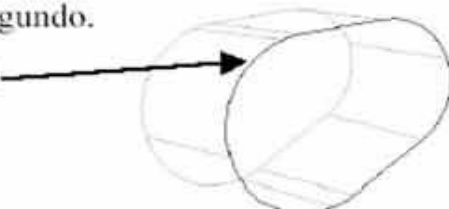
Copiar aristas

En la barra de Editar Sólidos encontramos esta opción que nos permite recuperar aristas de un sólido para crear líneas o curvas.

Designe aristas: designamos las aristas que formaron parte del perfil original y luego [ENTER]

Precise un punto base de desplazamiento, Precise un segundo punto de desplazamiento: Han de ser los mismos. Elige por ejemplo un punto final para el primero y el mismo para el segundo.

Obtenemos un perfil al como:



Ahora activamos la capa **AUX** donde teníamos los perfiles (desde el menú desplegable de las capas encendemos la bombilla).


Seleccionamos los perfiles y los ponemos todos en la capa, por ejemplo, 0 (la original).

Extrusión

Designe objetos: Designamos el perfil exterior y [ENTER]

Precise altura de extrusión o [Eje de extrusión]: 8

Precise ángulo de inclinación para extrusión <θ>: 0

 **Unión** Utilizaremos la operación booleana para unir los dos sólidos en uno. Para ello sólo tienes que seleccionarlos. Cuidado no selecciones los perfiles, solo los sólidos.

Vamos a hacer la hendidura en el sólido. Para eso utilizaremos las opciones de estampar y extruir caras, dos herramientas nuevas y muy potentes.

Estampar

Con esta opción proyectaremos sobre el sólido los dos perfiles que nos quedan para crear una nueva cara que podremos modificar.

Designe un sólido 3D: Seleccionamos el sólido ya unido (no hay que apretar [ENTER])

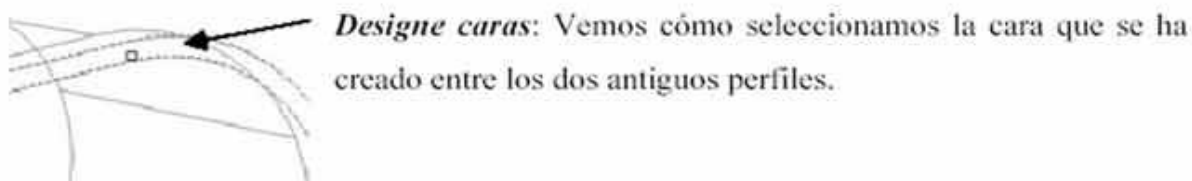
Designe objeto que estampar:

¿Suprimir el objeto de origen <N>: s

Uno a uno vamos seleccionando los perfiles y suprimiendo el original.

Extruir caras

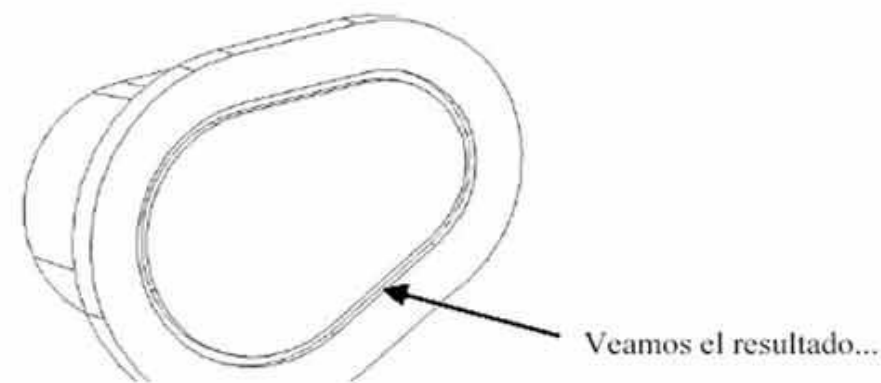
Seleccionamos la nueva cara creada en el sólido. Para recordar como podemos añadir o quitar caras a la selección mira el capítulo de *Edición Avanzada de caras*.



Precise altura de extrusión o [Eje de extrusión]: -2.4

El signo negativo indica el sentido de la extrusión, o, visto desde otro punto de vista, que estamos quitando material.

Precise ángulo de inclinación para extrusión <θ>: 0



Con la herramienta de Orbita 3D damos la vuelta a la pieza para poder verla tal como aparece en la figura.



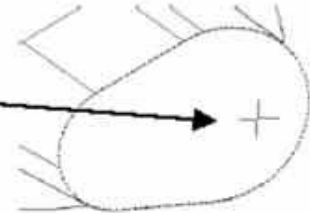
Vamos a hacer la parte trasera.

Primera necesitamos colocar el SCP o Sistema de Coordenadas Personal de manera adecuada.

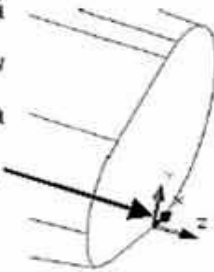


SCP Cara Alineamos el sistema de coordenadas con la Cara del fondo.

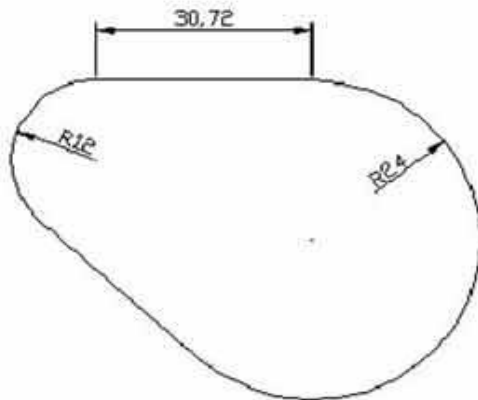
Designe la cara del objeto sólido: Seleccionamos la dicha cara tal como vemos en la figura.



El resultado se puede ver en la figura. Notad que en este caso está activa la opción de *Icono de SCP en Origen* presente en la *Ventana de Propiedades*. Tenemos orientado el eje Z hacia perpendicular a la cara y el plano XY está situado en la misma, tal como deseamos.



Vamos a dibujar este perfil en la cara trasera.

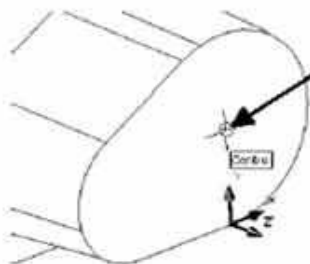


Los dos círculos están centrados en los otros dos de la cara trasera de la pieza.



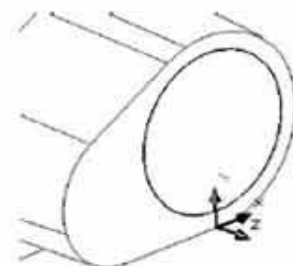
Círculo (de radio 24)

Situamos el centro en el centro del círculo mayor de la cara trasera y introducimos un Radio de 24. Fijate en la figura.



Vemos como situamos el centro del círculo.

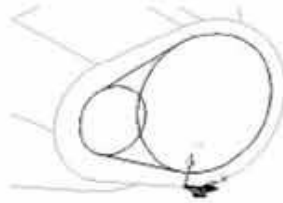
Dibujamos en círculo de Radio 24 y nos queda....



De la misma forma creamos el círculo de radio 12.

Ejercicio: De forma análoga a cómo hicimos al principio con el primer perfil, dibuja las dos líneas de tangente a tangente a los dos círculos.

Tiene que quedar



Ejercicio: Recorta la parte sobrante de los círculos como hicimos al principio.

Región

Si recordamos, para preparar el perfil inicial que luego íbamos a extrusionar convertimos el conjunto en polilínea. Ahora utilizaremos otro método, y es convertir el perfil en Región.

Designe objetos: Designamos los cuatro tramos con cuidado de no seleccionar el sólido y luego [ENTER].

El nos indica *1 bucle extraído(s) y 1 región creada(s)*.

Ya tenemos una región que podemos extruir.

Extrusión

Designe objetos: Designamos la región y [ENTER]

Precise altura de extrusión o [Eje de extrusión]: 4

Precise ángulo de inclinación para extrusión <θ>: 0

Cómo no hemos variado el SCP, el eje Z está situado de forma perpendicular a la cara, como queremos para formar este sólido.

¿Y el resultado? Pues algo así.

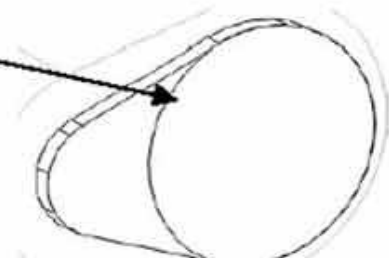


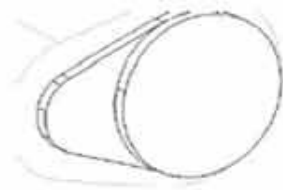
Círculo (de radio 24)


Situamos el centro en el centro del círculo mayor de la nueva cara trasera y introducimos un Radio de 24 o mediante la referencia de cuadrante, como se prefiera.

La cuestión es crear un nuevo círculo tal como...

Ejercicio: Extrusiona el nuevo círculo con una Altura de 4 y un ángulo de 0, para obtener...





Bien, pues solo nos falta unir las tres parte con la misma opción de antes, la operación booleana **Unión** 

Selecciona los tres sólidos y ya está.

Sombréalo y mira el resultando.

Ahora vamos a hacer el cuerpo superior. En este caso es un poco más complicado situarnos en el sitio adecuado.

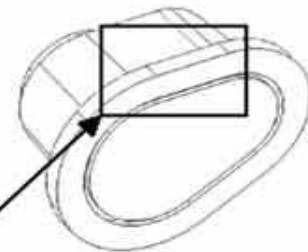
Utilizaremos el método clásico de 'primero me posiciono y luego dibujo'.

Primer vamos a situar el sistema de coordenadas donde necesitamos. Veremos así otras posibilidades en las herramientas de SCP.


Primero pon la opción '*Icono de SCP en origen*' en Si.

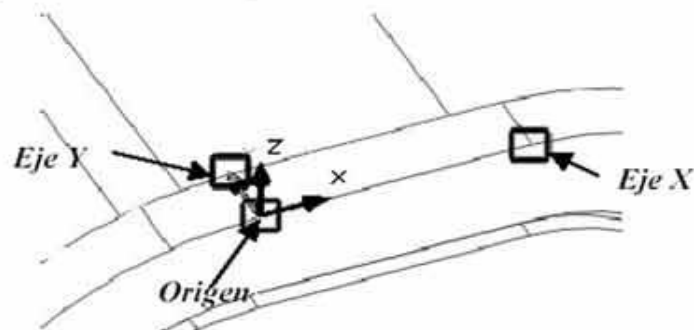
Vamos a situar la pieza tal como indica la figura mediante Órbita 3D.

Hacemos un **Zoom Ventana**  sobre la parte indicada por el recuadro.




Vamos a crear un sistema de coordenadas indicando su origen y posición de los ejes.

 **SCP 3 Puntos:** El primer punto determina el origen de coordenadas, el segundo el eje X y el tercero el eje Y. Los tres puntos que indicaremos serán los puntos finales de las rectas representados en la figura.

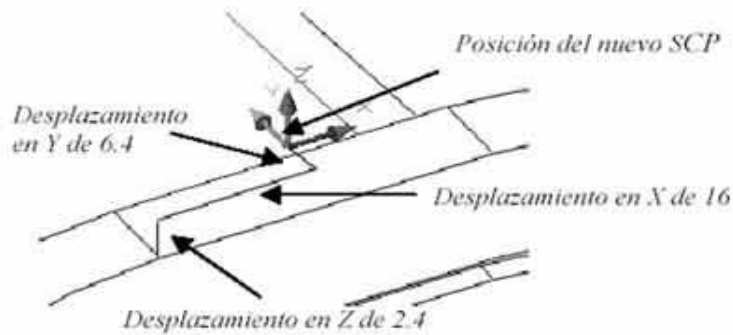


Tenemos una primera situación del eje. Pero vamos a desplazarlo.

 **Desplazar origen del SCP:** Mediante esta opción desplazamos el punto origen del eje de coordenadas.

Precise nuevo punto de origen o [profundidadZ]<0,0,0>: @16,6.4,2.4

El nuevo punto de origen respecto al actual estará a 16 en el eje X, 6.4 en el Y y 2.4 en el Z. Recuerda utilizar la @ para referirte al último punto, en este caso, el 'antiguo' origen.



Vamos a dibujar el recuadro que nos servirá de perfil para el nuevo sólido.

Polilínea:

En este caso dibujaremos directamente una polilínea.

Precise punto inicial: 0,0,0

Precise punto siguiente: @16,0

Precise punto siguiente: @0,32

Precise punto siguiente: @-32,0

Precise punto siguiente: @0,-32

Precise punto siguiente: c

Nota: También lo podemos hacer mediante rastreo polar.

Empalme

Haremos un empalme o redondeo de los vértices en la polilínea.

Designe el primer objeto o [Polilínea/RAdio/Recortar]: ra

Precise radio de empalme <10.0000>: 2

Ponemos el radio de empalme a 2, por si no lo estaba.

Volvemos a llamar a la orden.

Parámetros actuales: Modo = Recortar, Radio = 2.0000

Designe el primer objeto o [Polilínea/RAdio/Recortar]: p

Le indicamos que empalmaremos una polilínea.

Designe polilínea 2D: Designamos el cuadrado

4 líneas resultan unida(s) con empalme

1 resulta paralela(s)

Ya está. El resultado, desde una vista superior.



Vamos a extrusionarlo


Extrusión

Designe objetos: Designamos la polilínea y [ENTER]

Precise altura de extrusión o [Eje de extrusión]: -18

Precise ángulo de inclinación para extrusión <0>: 0

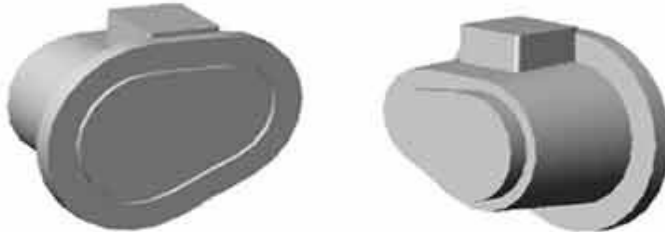
La altura es negativa porque si no hemos cambiado el SCP el sentido de Z es contrario al que queremos para la extrusión.

 **Unión** Unimos los dos sólidos para formar uno solo.

La figura está casi completada. Faltan los agujeros y redondeos. Esto me lleva a daros dos reglas básicas del modelado:

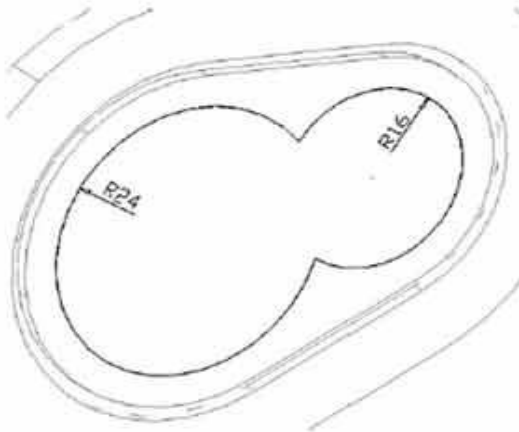
1. *Los agujeros lo más al final posible.*
2. *Los empalmes o chaflanes lo más al final posible.*

Veamos como va quedando el sólido. Damos pues un par de vueltas con la *Órbita 3D*.




Vamos pues a seguir las reglas y a hacer los agujeros.

Empezaremos por los dos principales que forman el siguiente perfil.



Ejercicio: Inténtalo tú. Debes situar el SCP adecuado para poner el plano XY en la cara del perfil. Luego dibujar los dos *circulos* (sus centros están en los centros de los círculo exteriores). Luego *recorta* la parte sobrante y convierte el perfil en *región*.

Cuando acabes situado SCP en *Universal*

 para continuar.

 **Extrusión**

Designe objetos: Designamos la región y [ENTER]

Precise altura de extrusión o [Eje de extrusión]: 48

Precise ángulo de inclinación para extrusión <0>: 3

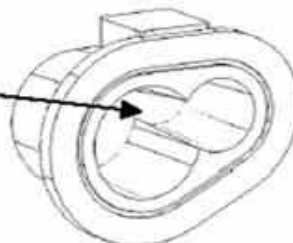
Una vez creado el sólido que nos servirá para hacer el agujero, solo necesitamos hacer la operación booleana de *Diferencia*.

 **Diferencia**

Designe sólidos y regiones de las que sustraer... Seleccionamos el sólido principal + [ENTER]

Designe sólidos y regiones a sustraer... Seleccionamos el sólido que nos servirá para crear el agujero.

Ya tenemos el primer agujero.

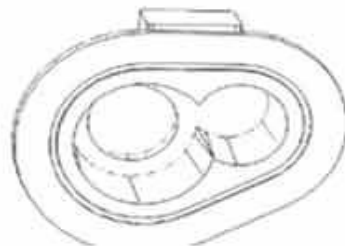
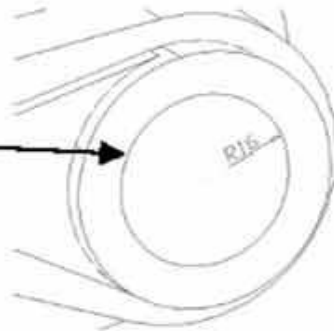


Giramos la pieza con la *Órbita 3D*, situamos el SCP en la cara circular posterior y dibujamos un círculo de radio 16 sobre ésta, para conseguir...

Con la opción de *Estampar* estampamos el círculo sobre la cara.

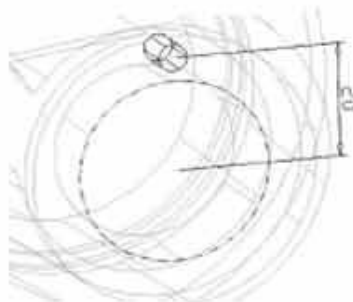
Ejercicio: De nuevo utiliza la opción extrusionar caras

para hacer el agujero hacia adentro hasta que se encuentre con el otro. Recuerda situar bien el eje Z. La distancia es 16 (cuidado con el signo) y el ángulo de inclinación 0. Tiene que quedar:



Ya que estamos situados detrás, vamos a hacer los otros cuatro agujeros.

Sitúa de nuevo el plano XY en la cara adecuada y dibuja un círculo de radio 2.4 a una distancia del centro



del agujero de 20, como muestra la figura. Lo más importante en este caso es situar los ejes bien. Puedes utilizar el rastreo polar para situar el centro del círculo. Luego extrusiona el perfil con una altura de 8.

Antes de hacer la diferencia para crear el agujero haremos una copia matricial para utilizar es cilindro también para los otros tres. Con el plano XY aún situado en la cara trasera utilizamos ...

Matriz

Designe objetos: Seleccionamos el cilindro y [ENTER]:

Indique el tipo de matriz [Rectangular/Polar]: p (en nuestro caso será polar)

Precise el punto central de la matriz: Mediante la referencia *centro* seleccionamos el centro del agujero.

Indique el número de elementos de la matriz: 4 (3 + el propio)

Precise el ángulo que se va a rellenar (+=ccw (en sentido contrario), -=cw (en el sentido de las agujas del reloj)): 360 (una vuelta completa)

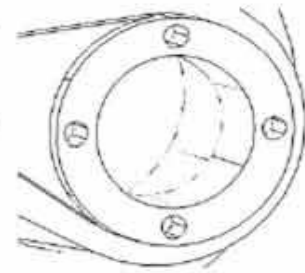
¿Girar objetos de matriz? [Sí/No]: En este caso es indiferente.

Diferencia

Designe sólidos y regiones de las que sustraer...

Seleccionamos el sólido principal + [ENTER]

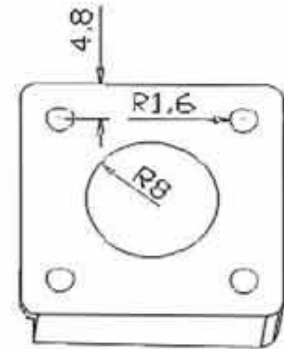
Designe sólidos y regiones a sustraer... Seleccionamos los cuatro cilindros.



Agujerearemos la tapa superior de la pieza. Para eso hay que situarse de manera adecuada. Muévete con la Órbita 3D y sitúa el SCP en la cara correspondiente.

Ejercicio: Dibuja en la cara estos círculos. Extrusiona el círculo mayor con una altura de 38 (ángulo 0) y resta el cilindro resultante al sólido principal.

Extrusiona los otros cuatro de radio 1.6 con una altura de 4 (ángulo 0) y réstalos de igual manera.



Chañlán

Haremos un chaflán a los cuatro círculos más pequeños.

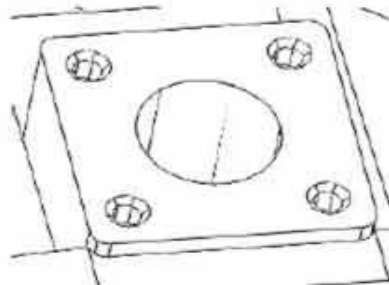
Designe la primera línea: Aunque estemos trabajando en 3D, AutoCAD no lo sabe y nos pide una línea. Es igual, pues seleccionamos la arista que queremos achaflanar de uno de los agujeros. Inmediatamente aparece.

Selección de superficie base... Vemos que a pesar de seleccionar una arista se activa una superficie. Ésta es la superficie base de los chaflanes. Si no está seleccionada la tapa superior utiliza la opción *Siguiente*, cuando lo esté, selecciona Aceptar.

Precise superficie de base distancia de chaflán: 0.8

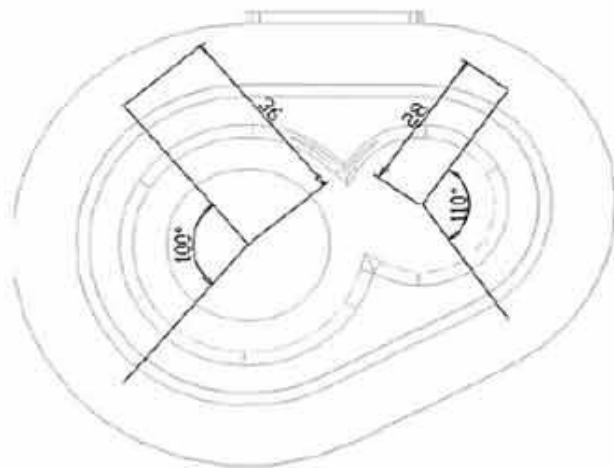
Precise otra superficie distancia de chaflán: 0.8

Designe una arista o [Bucle]: Vamos seleccionando las aristas de los círculos para obtener al final...



Vamos a hacer los cuatro agujeros que nos quedan en la parte posterior. En este caso el sistema utilizado se basará en líneas auxiliares para facilitar la colocación.

Necesitamos dibujar las líneas de la figura:



Ejercicio: Dibújalas, para ello utiliza las herramientas: *Línea, Girar, Simetría*. La idea es crear primero una línea horizontal de longitud adecuada, luego la giramos un cierto ángulo (50° o 55° según sea el caso), para después hacer una simetría respecto la horizontal y obtener la otra línea.

En el punto final de una de las líneas colocaremos un cilindro.

Primer ponemos el *SCP Universal*.

 *Cilindro*

Precise centro de base de cilindro o [Elíptico]: Punto final de una de las líneas

Precise radio para base de cilindro o [Diámetro]: 2.4

Precise altura de cilindro o [Centro del otro extremo]: 8

Vamos a copiarlo.



 *Copia*

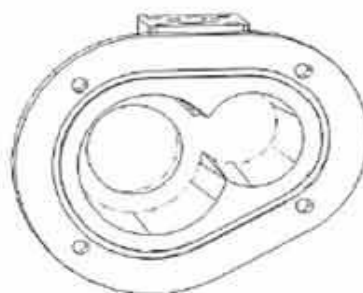
Designe objetos: Designamos el cilindro

Precise punto base o de desplazamiento [Múltiple]: M

Precise punto base: Punto final de la línea de referencia

Precise segundo punto del desplazamiento: Iremos seleccionando los tres puntos finales de las tres líneas.

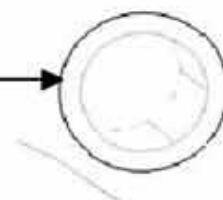
Borramos las líneas auxiliares, , y hacemos la diferencia para obtener los agujeros, . Quedando...

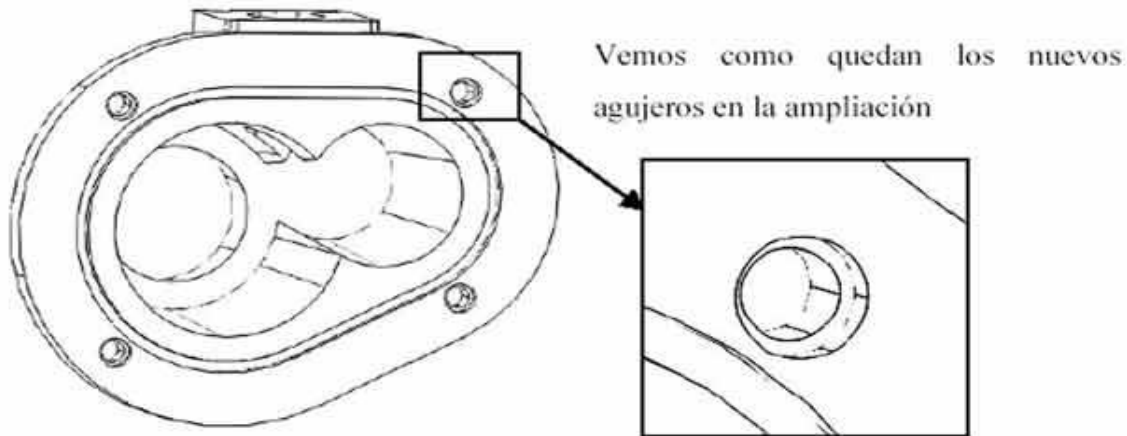


Ahora nos situamos un uno de los agujeros recién creados y dibujamos un *círculo* centrado en él de radio 3.2, obteniendo...

Ejercicio: *Cópialo* en los demás agujeros y *estámpalos* al sólido. Luego *extrusiona las caras* creadas hacia adentro una distancia de 2.4 con ángulo 0.

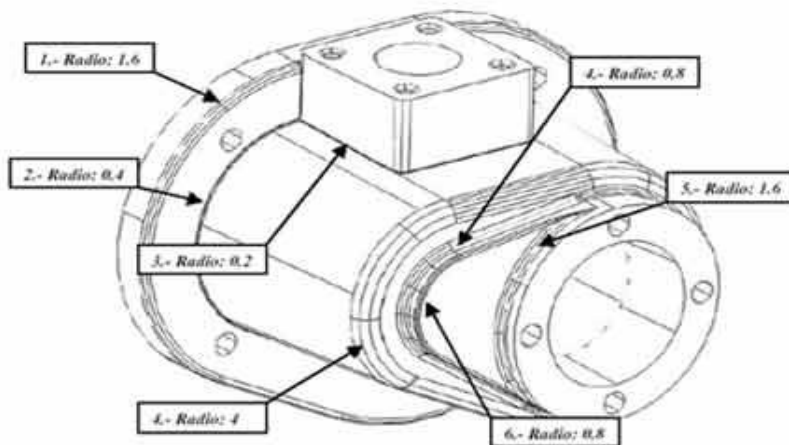
El resultado debe ser el de la figura:





Bien, esto se está acabando, solo nos quedan los redondeos de las esquinas.

Los radios de los empalmes y el orden en que se han de hacer muestran en la figura:



Vamos a hacer que muestra el primero de ellos.

Empalme

Designe el primer objeto: Designamos una de las aristas que queremos redondear, por ejemplo la de la figura.

Indique radio de empalme: 0.8

Designe una arista o [Cadena/Radio]: C

Normalmente utilizaremos la opción de cadena para que AutoCAD nos seleccione automáticamente las aristas contiguas a la seleccionada.

Designe una cadena de aristas o [Arista/Radio]: Designamos una cualquiera de la cadena obteniendo todo el conjunto, tal como nos indica la figura.

Selección de toda la cadena

