

Tema 3

El CAD en Dos Dimensiones

Existen muchos paquetes CAD que permiten el dibujo en dos dimensiones, pero sin duda el más conocido y utilizado es AutoCAD.

AutoCAD es uno de los paquetes CAD comerciales más antiguos que existen, y es probablemente el software CAD más universalmente utilizado de todos los disponibles en el mercado. Es el software de referencia para arquitectos, diseñadores e ingenieros, y se ha convertido en un estándar de facto. De hecho, es un software tan popular que han surgido diferentes versiones especializadas para diferentes públicos: AutoCAD Architecture, AutoCAD Revit, AutoCAD Mechanical, AutoCAD Civil, AutoCAD Electrical, etc. Nosotros nos centraremos en la versión estándar denominada simplemente Autodesk AutoCAD.

Su origen se remonta a 1982 cuando se publicó la primera versión, y desde entonces han surgido más de 20 versiones que van mejorando poco a poco su funcionalidad, si bien es cierto que en los últimos años los cambios no son tan drásticos como en las primeras versiones, en las que surgían nuevas funcionalidades importantes en cada una. Actualmente los cambios de una versión a otra suelen ser muy específicos (en comandos avanzados) y, a veces, cosméticos (cuestiones de interfaz de usuario, por ejemplo). Dado que todos los años surge una nueva versión, intentaremos concentrarnos más en los conceptos que aporta AutoCAD que en los menús concretos en los que se sitúa cada utilidad o herramienta. Tomaremos como base la versión 2016.

3.1 – Entorno de Trabajo

AutoCAD es un sistema CAD que permite la creación de dibujos y diseños en tres dimensiones. No está limitado a trabajar en dos dimensiones. Sin embargo, nosotros vamos a ver sólo las herramientas y utilidades para usarlo como software para el dibujo en dos dimensiones. El uso de AutoCAD como herramienta de modelado 3D no está demasiado extendido, ya que existen otras herramientas con mayor aceptación para esta tarea.

AutoCAD utiliza un original sistema de trabajo, que viene heredado de la época en la que no existía o no era popular el uso del ratón. Todas las herramientas y utilidades pueden

ejecutarse sin emplear el ratón, tecleando una serie de comandos. Para ejecutar una orden, basta con teclear el nombre de la orden correspondiente y pulsar la tecla Enter.

Sin embargo, los comandos son diferentes según el idioma de la versión instalada de la herramienta, por lo que, si empleamos la versión en inglés, no nos valdrán los comandos si los hemos aprendido en castellano.

Naturalmente esto no es práctico hoy en día, porque AutoCAD dispone de cientos de comandos y es literalmente imposible conocerlos todos. Por eso también se pueden introducir las órdenes empleando menús y botones de acceso rápido.

El *layout* visual o interfaz gráfica de AutoCAD ha ido cambiando en cada versión y es la parte que a menudo ha sufrido mayores cambios de una versión a otra. Sin embargo, se suelen mantener una serie de elementos comunes a todas las versiones.

AutoCAD dispone en la parte superior de una serie de menús con diferentes opciones. Estos menús sustituyen a los comandos en caso de que se prefiera utilizar la herramienta con el ratón y el teclado en lugar de sólo con el teclado. Para cada menú se dispone de una serie de botones de acceso rápido que permiten ejecutar las tareas o comandos más habitualmente empleados.

Debajo de los botones de acceso rápido y ocupando casi toda la ventana, está el área gráfica, en la que insertaremos los elementos de nuestro dibujo.

En la parte inferior de la ventana de AutoCAD encontramos el área de órdenes. Aquí es donde se muestran las órdenes que se van ejecutando, o bien por teclado o bien mediante menús o botones (ya que, aunque usemos botones, AutoCAD los transforma en comandos como si los hubiéramos tecleado). Al mismo tiempo, nos mostrará aquí los mensajes y la información necesaria (los parámetros de la orden) para completar dicha orden.

Finalmente, en la parte inferior derecha existe una barra de herramientas con una serie de botones de acceso rápido que permiten modificar aspectos importantes del funcionamiento de la herramienta.

Como la interfaz gráfica en AutoCAD ha ido cambiando a lo largo de las versiones, es posible cambiarla para utilizar una interfaz correspondiente a alguna versión anterior, por si el usuario ha cambiado de versión y se siente más cómodo con otra anterior. Sin embargo, es más recomendable acostumbrarse a la versión actual.

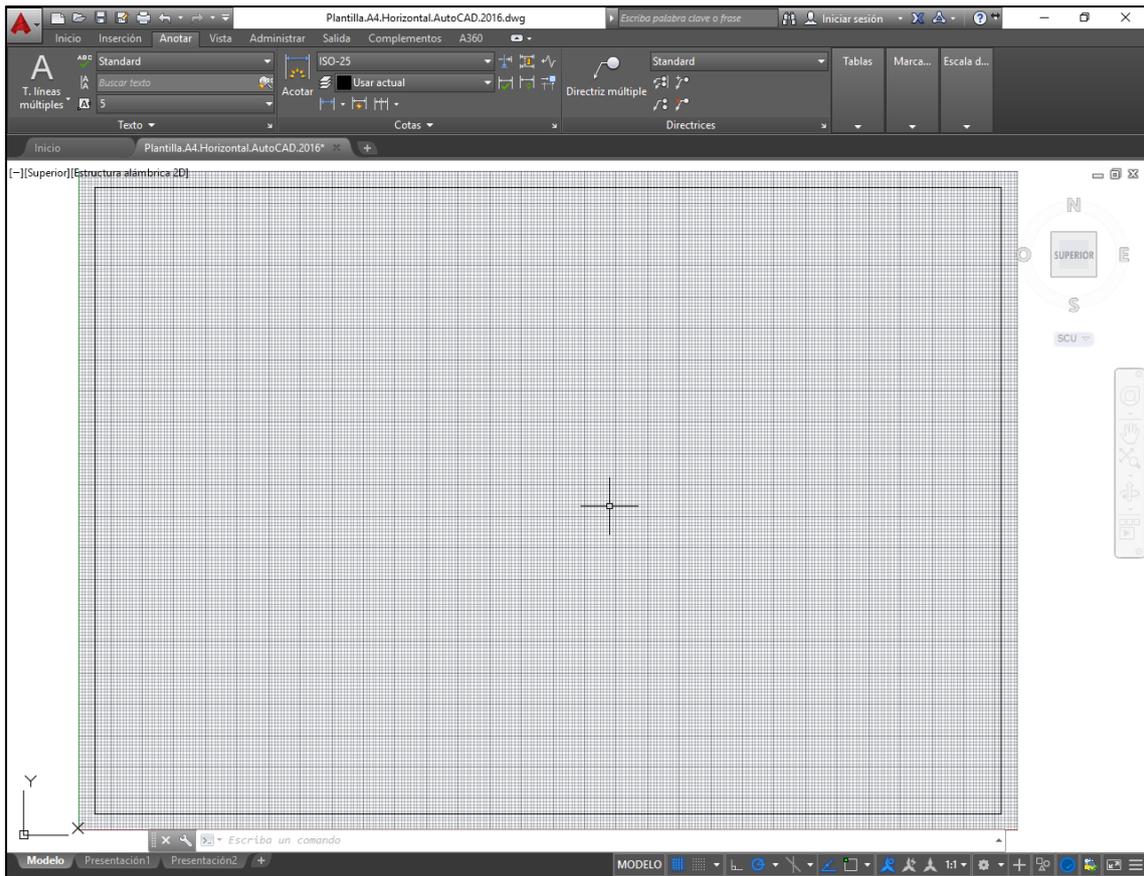


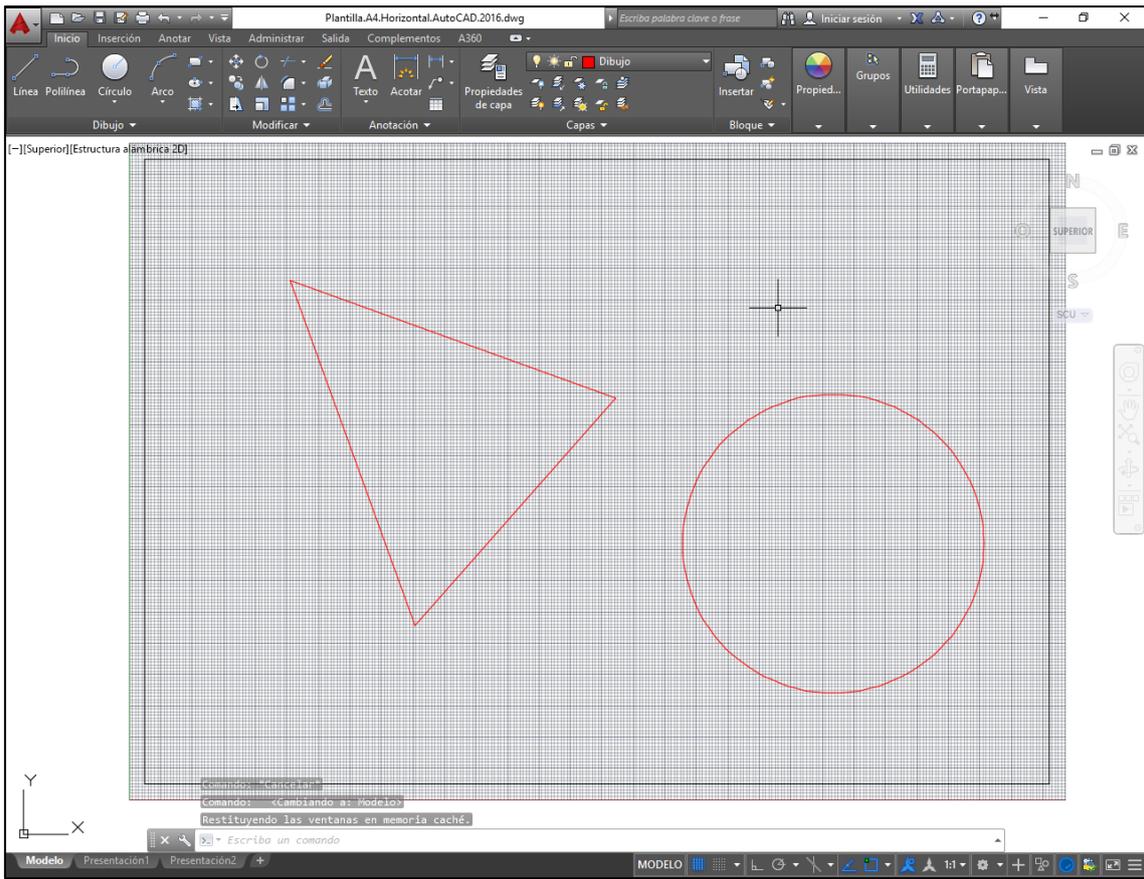
Figura 3.1 – Interfaz gráfica de AutoCAD 2016.

En la parte superior del área gráfica existen una serie de pestañas que permiten cambiar entre los diferentes archivos abiertos, en el caso de que haya más de uno abierto.

Además, y esto es muy importante, existe una serie de pestañas en la parte inferior del área gráfica, que permiten cambiar entre diferentes vistas del dibujo. La primera se llama “Modelo”, y el resto se llaman “Presentación 1”, “Presentación 2”, etc.

En la pestaña “Modelo”, también conocido como **espacio modelo** es donde podemos realizar nuestro dibujo, añadiendo, modificando y eliminando elementos, mientras que, en las vistas de presentación, conocidas como **espacio papel**, podremos mostrar la información de manera diferente, pero no podremos modificar el modelo (aunque sí podemos añadir información visual particular de esa presentación).

El espacio modelo está pensado para dibujar los elementos a tamaño natural con sus medidas reales, mientras que el espacio papel está pensado para mostrar esa información a diferentes escalas y con diferentes propiedades visuales.



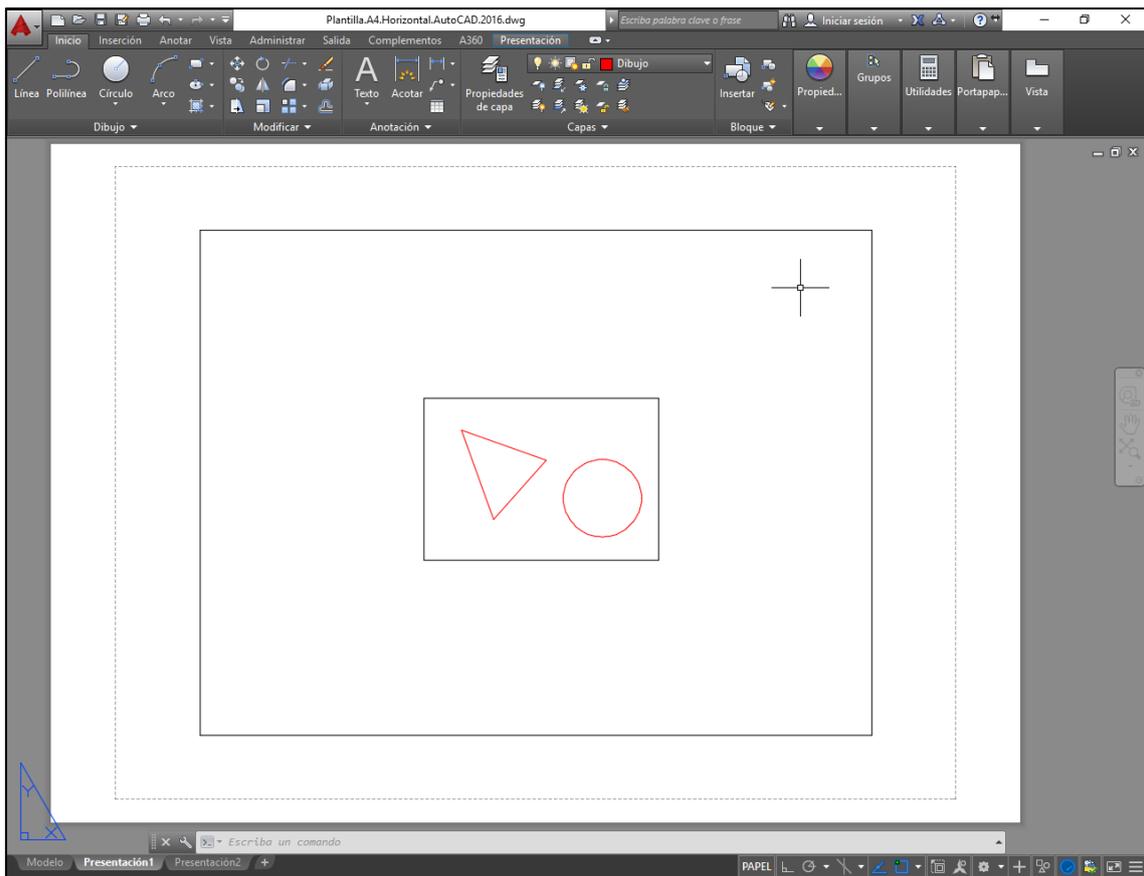


Figura 3.2 – Espacio modelo (arriba) y espacio papel (abajo).

Aunque esta es la forma habitual de trabajar en AutoCAD, nada nos impide trabajar en el espacio modelo como si nuestro modelo fuera una hoja de papel de un cierto tamaño y no pudiéramos dibujar más allá de sus límites. Esto nos obliga a ser más conscientes de la escala a la que estamos dibujando los elementos, y aunque es algo menos rápido, es más didáctico porque es lo más parecido a lo que se debe realizar cuando se dibuja en papel. Cuando se dibuja en papel, se trabaja a una cierta escala y es la persona que dibuja el objeto la que tiene que preocuparse de qué medidas tienen los elementos para que quepan en el papel, obligándose a ser, en todo momento, muy consciente de la escala, cosa que no ocurre si trabajamos en el espacio modelo a tamaño real, y luego la herramienta nos realiza automáticamente la presentación en el espacio papel.

3.1.1 – Sistemas de Coordenadas

AutoCAD dispone de dos tipos de sistemas de coordenadas: el sistema de coordenadas universal (SCU) y el sistema de coordenadas personalizado (SCP).

El primero es un sistema único, fijo e inalterable, que sirve de referencia para situar todos los elementos en la escena. Utiliza un sistema ortogonal x , y , z , de manera que cuando se inicia AutoCAD, éste muestra el plano xy , quedando el z perpendicular a la pantalla y, por tanto, oculto.

En el sistema SCU, la componente x positiva queda hacia la derecha, la componente y positiva queda hacia arriba, y la componente z positiva, hacia fuera de la pantalla. Inicialmente el centro de este sistema queda en la zona de la esquina inferior izquierda de la ventana, y aunque su posición absoluta no cambia, si movemos la vista, su posición relativa con respecto a la ventana, cambiará.

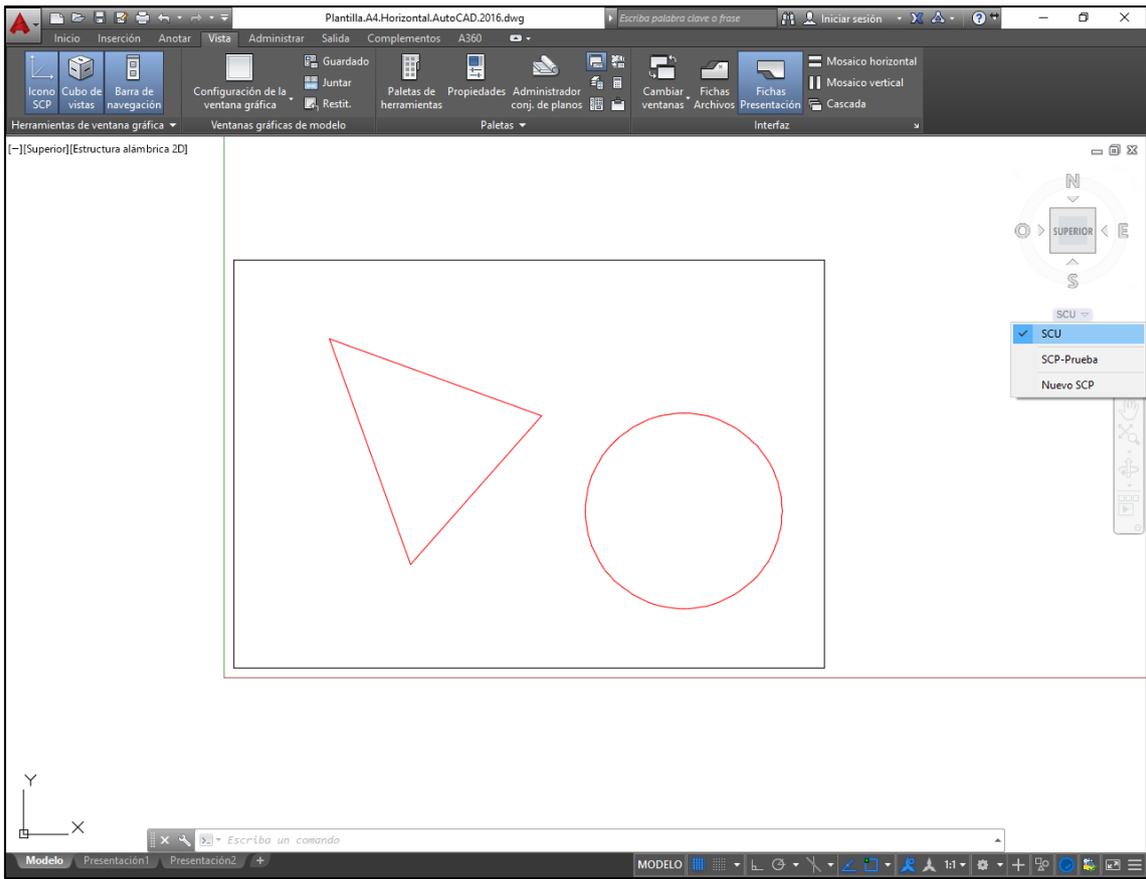
El ratón nos permite hacer zoom (con la rueda central) y también desplazarnos por el espacio modelo (presionando el botón central y moviendo el ratón) haciendo lo que se conoce en inglés como “*pan*” (desplazamiento lateral y vertical) representado por un icono de una mano.

AutoCAD muestra de manera diferenciada cada eje, de modo que señala con una línea de color rojo el eje x , con una línea de color verde el eje y , y con una línea de color azul, el eje z .

Aunque no vamos a usar AutoCAD en tres dimensiones en este curso, es posible girar la vista y mostrar también el eje z , mediante un panel de navegación y un cubo de vistas situado en la esquina superior derecha del área gráfica de la ventana de AutoCAD, que muestra un cubo que podemos girar para cambiar la vista.

El otro tipo de sistema de coordenadas del que podemos disponer es el sistema de coordenadas personalizado (SCP). El SCP permite definir diferentes sistemas de coordenadas, donde el punto de origen del plano xy y la orientación de los ejes del nuevo sistema sean los que se quieran dentro del espacio tridimensional SCU (lógicamente los tres ejes del SCP deben ser perpendiculares entre sí para que el sistema sea un sistema ortonormal válido).

Podemos crear tantos SCPs como queramos, pero sólo existe un SCU.



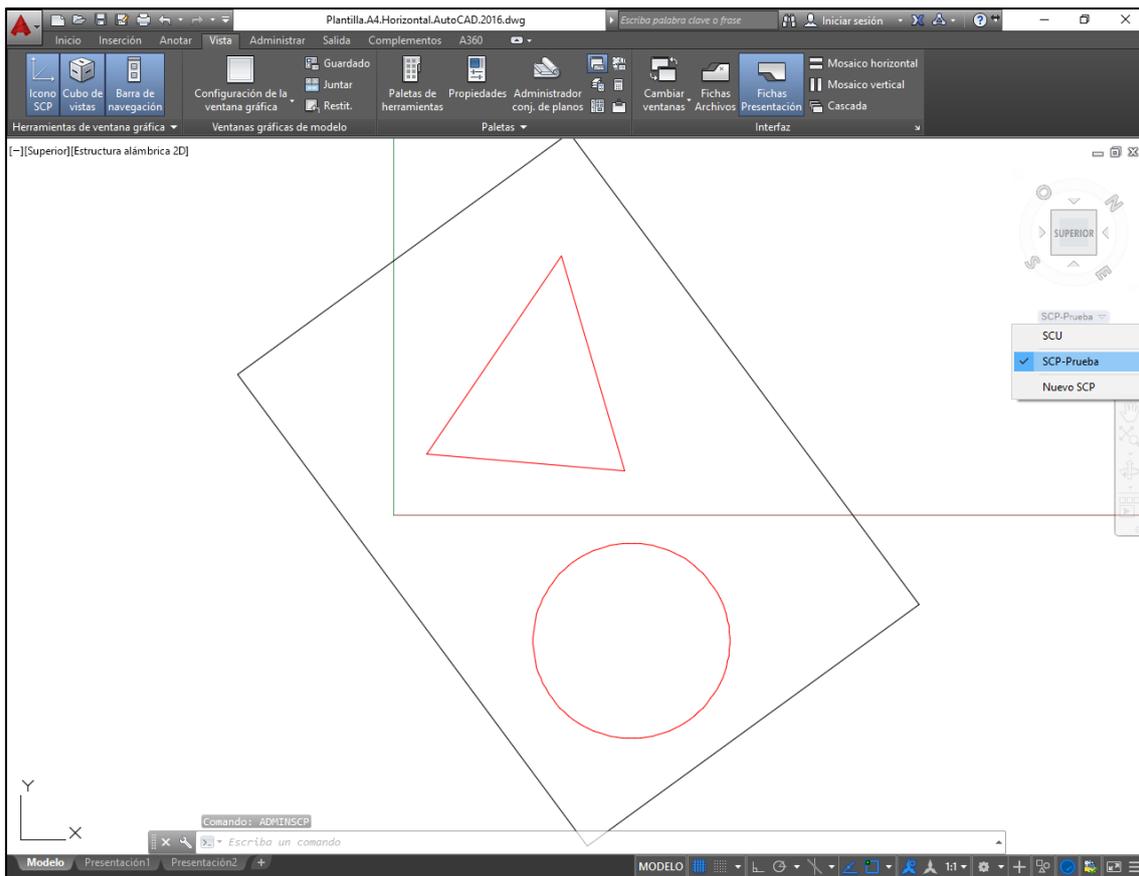


Figura 3.3 – SCU (arriba) vs SCP (abajo).

Por otro lado, es fundamental entender que **todo lo que se dibuja en AutoCAD es exacto**, ya que AutoCAD guarda los parámetros o ecuaciones definitorios de cada primitiva geométrica que dibuja. Y aunque luego las muestra discretizadas a píxeles en la pantalla, el programa tiene guardada la representación exacta del elemento. Por ejemplo, para dibujar una circunferencia, AutoCAD guarda las coordenadas x , y de su centro, y el radio de la misma. No guarda el contorno de la figura. Es, en el momento en el que tiene que dibujarla, cuando genera este contorno en forma de píxeles.

Si algún punto, línea o figura correctamente creado parece alguna vez mal dibujado o colocado es porque, para mostrar los puntos en pantalla, AutoCAD tiene que discretizarlos a píxeles, por lo que si la vista es demasiado general (poco zoom) es posible que la discretización sea muy burda y dé lugar a error. Este error será simplemente visual (puesto que internamente AutoCAD guarda las posiciones exactas). Si hiciéramos zoom y regeneráramos el dibujo, AutoCAD regeneraría la vista y el objeto volvería a estar donde le corresponde. Sin embargo, este mecanismo ha de ser forzado ya que AutoCAD (por motivos de eficiencia) sólo genera la representación visual en píxeles cuando genera una figura. Para forzar a que se regenere, debemos emplear el comando REGEN.

3.1.2 – Introducción de Órdenes

Como ya hemos comentado, existen dos posibilidades a la hora de introducir órdenes en AutoCAD:

- Por teclado: tecleando específicamente la orden seguida de la tecla Enter.
- Mediante botones y menús de pantalla: existe un menú de opciones y botones en la parte superior de la ventana que permite introducir una serie de órdenes de dibujo frecuentemente utilizadas.

Naturalmente, a la hora de emitir órdenes de dibujo, se deben especificar puntos de origen o destino, distancias, ángulos, y en general magnitudes reales, que deben introducirse mediante el teclado, por lo que al final, lo normal es combinar el uso de ratón y teclado.

Las tres (únicas) maneras de introducir puntos del espacio cartesiano en AutoCAD son las siguientes:

- **Mediante coordenadas absolutas:** cuando se emplea este método, se introducen puntos referidos al origen. Para introducir un punto, sólo hay que teclear sus coordenadas x, y separadas entre sí por una coma: x,y .
- **Mediante coordenadas relativas:** permite introducir puntos en referencia al punto previo que se haya introducido. Después de especificar un punto, el siguiente puede ser especificado relativo a éste último, con la forma $@x,y$. El carácter $@$ indica que el par de puntos introducidos se debe tomar como relativo al último punto introducido, y no en coordenadas absolutas.
- **Mediante coordenadas polares:** este método permite especificar un punto relativo a otro anterior empleando la forma $@d<a$. De manera que d representa la distancia entre el punto anterior y éste, y a representa el ángulo que forma el vector que forman ambos puntos con respecto a la horizontal. Ejemplo: $@10<90$ denota un punto que está a 10 unidades de distancia justo por arriba del punto previo (90° con respecto a la horizontal).

Estos son los tres únicos métodos válidos. Se empleará uno u otro en función del comando que se esté empleando, ya que no siempre tiene sentido usar los tres métodos en todas las órdenes.

El método de coordenadas polares es muy útil para el dibujado de líneas especificando un punto inicial en coordenadas absolutas o relativas, y un punto final mediante coordenadas polares.

3.1.3 – Selección de Objetos

En AutoCAD, los objetos se seleccionan con el ratón, y a diferencia de otros programas, la selección es aditiva, puesto que si se hace una selección, se suelta el ratón y se vuelve a seleccionar otra serie de objetos, la primera selección no sólo no se pierde, si no que se añade a la segunda.

Para seleccionar objetos existen varios métodos. El primero es hacer clic (con el botón izquierdo) en alguna parte del área gráfica, soltar el botón, y mover el ratón hacia abajo y hacia la derecha, de modo que se genera una selección rectangular. Esta selección incluirá todos los objetos que estén **completamente incluidos** dentro del rectángulo de selección.

El segundo método es igual que el primero, pero moviendo el ratón hacia arriba y hacia la izquierda, de modo que también se genera una selección rectangular. La diferencia con la anterior estriba en que aquí se incluyen en la selección todos los objetos que **estén total o parcialmente incluidos** dentro del rectángulo de selección.

El tercer método es hacer clic izquierdo, y arrastrar el ratón sin soltar el botón, generando una línea curva, que, como en el caso anterior, permitirá seleccionar todos los objetos que estén total o parcialmente (según el sentido de movimiento que se escoja) incluidos en la selección.

Se pueden, además, hacer selecciones individuales de objetos situándonos encima de ellos y apretando el botón izquierdo del ratón.

Como por defecto la selección es aditiva, si mantenemos la tecla Shift pulsada, podemos hacer una desección de algún objeto o conjunto de objetos (se puede aplicar tanto a la selección individual, como a la selección rectangular y a la curva).

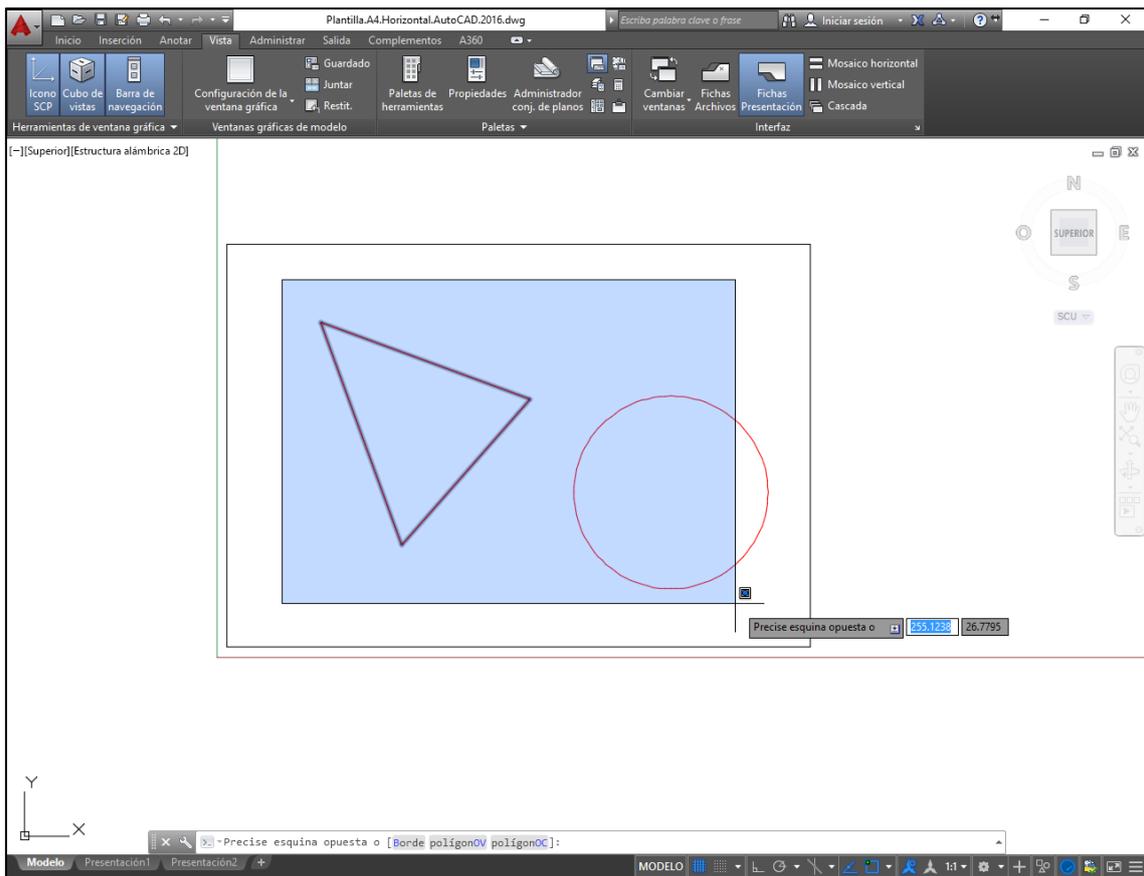


Figura 3.4 – Selección de objetos en AutoCAD.

3.2 – Capas

Las capas nos permiten dividir el dibujo por fases o grupos (dibujo, líneas auxiliares, acotación, texto, comentarios, etc.) de manera que en todo momento podremos ver todas las capas al mismo tiempo o solamente alguna(s) de ellas. El concepto de capa equivaldría al dibujado con papel cebolla en el que el papel está compuesto por varias capas y se dibujan elementos diferentes en cada una.

La gestión de capas se realiza desde el “Administrador de Propiedades de Capa” en el menú “Inicio”. Desde ahí es posible crear una nueva capa con la opción “Nueva Capa”. Al hacer esto aparecerá una línea donde se podrá escribir el nombre de la nueva capa. Cada capa posee diversas propiedades que la pueden diferenciar de las demás: color de las líneas, transparencia, grosor de las mismas, tipo de línea, etc. Para modificarlas bastará con hacer clic en la propiedad, por ejemplo el color, y seleccionar otro. También se pueden eliminar capas, editar las capas, y crear nuevas duplicando las existentes.

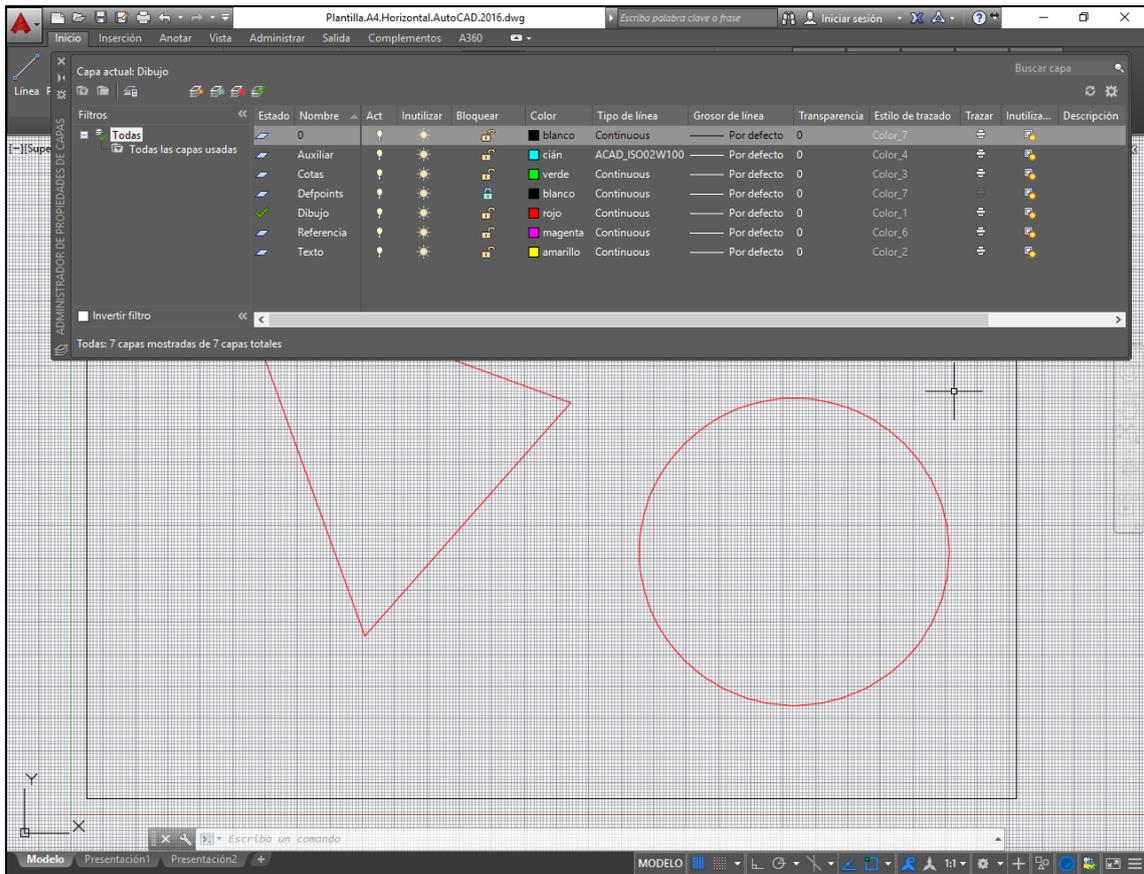


Figura 3.5 – El Administrador de Propiedades de Capa de AutoCAD.

Las capas se pueden activar o desactivar con el icono representado por la bombilla. Las capas con la bombilla apagada no son visibles pero AutoCAD las sigue teniendo en cuenta para algunas operaciones (por ejemplo el zoom de extensión). Si queremos que además de ser invisibles desaparezcan para AutoCAD, debemos darle a la opción “Inutilizar” (identificado por el icono de un sol). Con esta opción, la capa no se borra pero es como si no existiese en absoluto.

Podremos proteger el contenido de una capa mediante la opción “Bloquear”, representado por el símbolo del candado, lo cual evita que los elementos de la capa sean modificados, aunque sí es posible añadir elementos nuevos (que una vez dibujados pasarían a estar bloqueados a su vez).

Debe haber una capa marcada como capa actual, que es en la única en la que se puede dibujar en ese momento. Para indicar cuál es la capa actual, ésta es marcada con una marca verde en forma de “v”. Para cambiar la capa actual, basta hacer doble clic sobre ella.

Además, un romboide de color azul claro indica que la capa está en uso. Si el romboide es gris, la capa no se está utilizando y se podría borrar sin ninguna preocupación.

Es importante entender que todo lo que se dibuje se hace en la capa actual. Es habitual, a veces, olvidarse de cambiar la capa actual y dibujar elementos en una capa en la que no se quería dibujar. Para mover objetos de una capa a otra, solo hay que seleccionar esos objetos y hacer clic en la capa de destino.

3.3 – Órdenes de Dibujo Básicas

Las dos órdenes de dibujo básicas de AutoCAD son el punto y la línea. Junto con la circunferencia y el arco representan la mayor parte de los elementos necesarios para hacer un dibujo.

3.3.1 – Puntos

La orden PUNTO permite establecer y dibujar un punto en el espacio modelo. Para dibujar un punto, debemos teclear “PUNTO”, presionar Enter y especificar las coordenadas de dicho punto mediante las tres formas de introducir puntos que hemos visto.

En lugar de teclear el comando “PUNTO”, podemos teclear su abreviatura, “PU”. Este sistema es aplicable a otras órdenes, ya que muchas de ellas disponen de abreviaturas.

El problema de los puntos es que, por su propia adimensionalidad, no son visibles a no ser que se les dé una representación diferenciada con un cierto tamaño. Para esto disponemos de la orden TIPOPUNTO que nos permite elegir cómo representar los puntos en nuestro dibujo. De entre todos los estilos de punto disponibles elegiremos el que más nos convenga, pudiendo, además, elegir el tamaño de la representación y si ésta se hace en tamaño absoluto o relativo a la ventana.

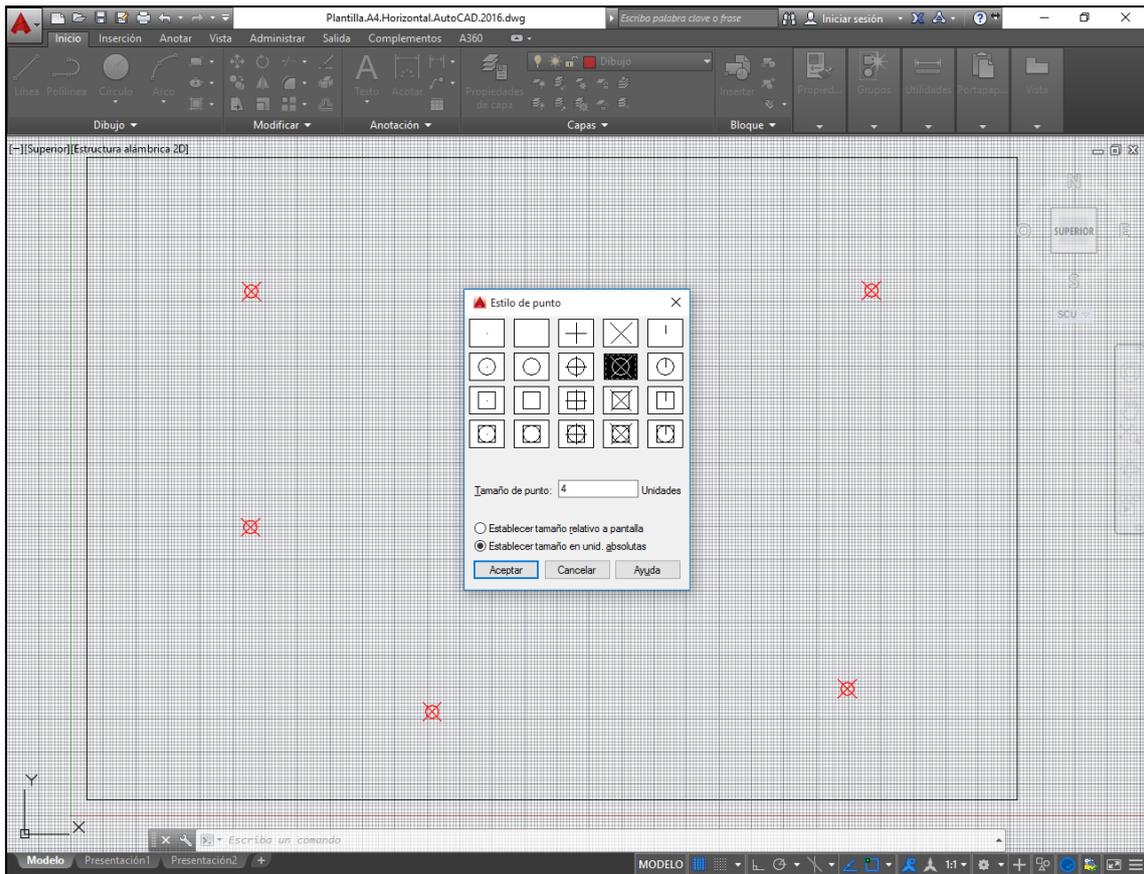


Figura 3.6 – Puntos y estilos de punto en AutoCAD.

3.3.2 – Líneas (Segmentos)

La orden LINEA, abreviada L, permite dibujar un segmento (las líneas son en teoría infinitas) definido por dos puntos. Hablaremos muchas veces de líneas en AutoCAD aunque en realidad deberíamos decir segmentos.

Para dibujar una línea, se debe especificar el punto de origen, y el punto final del segmento de línea dibujado. Para ello disponemos de los tres tipos de formas de introducir puntos: coordenadas absolutas, relativas y polares.

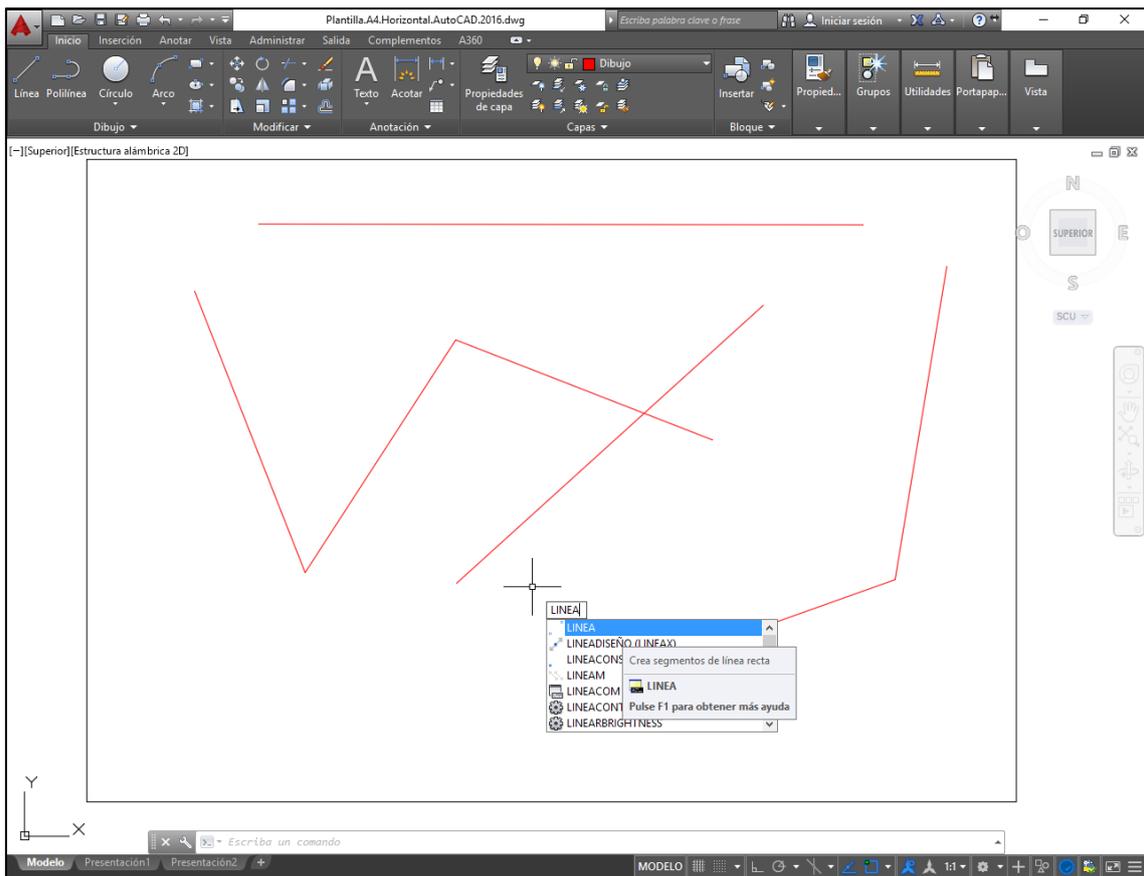


Figura 3.7 – Líneas en AutoCAD.

Además, existe una manera interactiva de visualizar previamente las líneas antes de dibujarlas. Cuando dibujamos una línea, AutoCAD nos solicita el primer punto de la línea. Lo podemos elegir pinchando con el ratón (no será preciso si no tenemos una referencia a algún otro punto previamente dibujado) o tecleando sus coordenadas. A la hora de especificar el segundo punto, disponemos de la opción de introducirlo por teclado con alguna de las tres formas de introducir puntos, o podemos, dinámicamente, mediante el tabulador, alternar entre la longitud del segmento y el ángulo de la línea. A esto se le llama **entrada dinámica**, y está disponible también para otros elementos geométricos.

La entrada dinámica en el dibujado de líneas permite que previsualicemos el resultado final de la línea cambiando su longitud (distancia) y ángulo, de modo que cuando estemos seguros de que son las que deseamos, tecleemos Enter y entonces se dibuje la línea.

La entrada dinámica es una alternativa a la introducción de parámetros en comandos. Si apretamos el tabulador alternaremos entre los distintos parámetros que la entrada dinámica permite modificar.

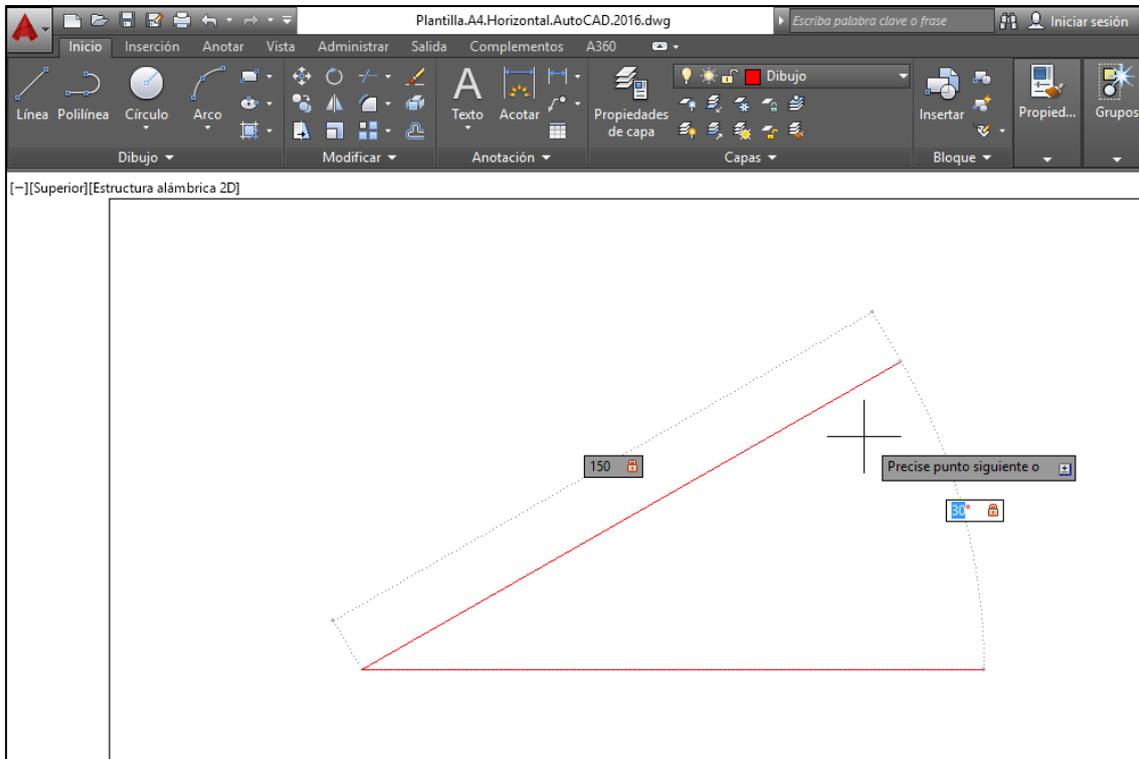


Figura 3.8 – Entrada dinámica.

Una vez dibujada una línea (o cualquier otra figura geométrica), ésta puede también modificarse. De modo que, si seleccionamos la línea, y apretamos el botón derecho, aparecerá un menú contextual, en el que seleccionando la opción “Propiedades”, podremos modificar su punto inicial y final. También será posible modificar otras propiedades como la capa a la que pertenece, el color de la línea (si no deseamos que emplee el color de su capa), el grosor (ídem), la transparencia (ídem), etc.

Esta manera de proceder es general a todos los elementos que se dibujen en AutoCAD, incluso aunque no sean elementos geométricos (como por ejemplo los textos, o las acotaciones).

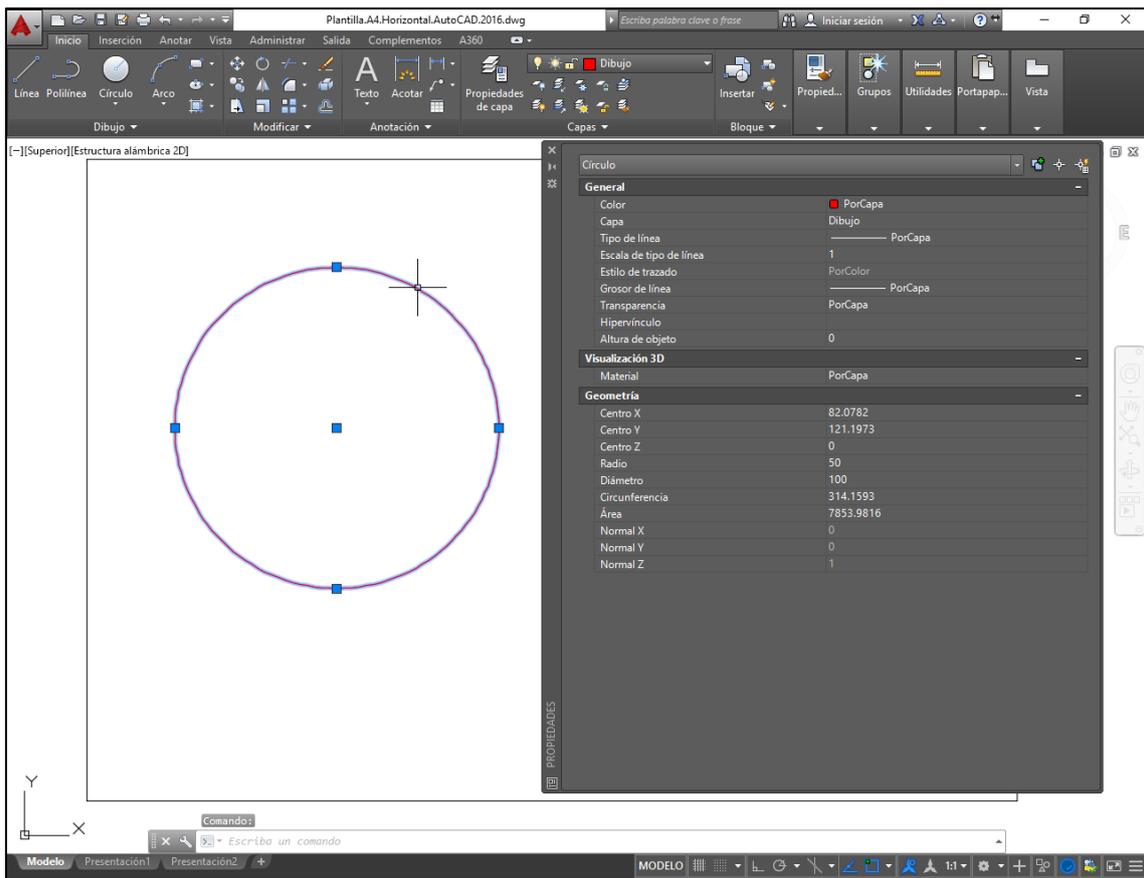


Figura 3.9 – Propiedades de un elemento en AutoCAD.

Pero, además, cuando dibujamos una línea (u otros elementos geométricos) podemos modificarla de otra manera más sutil. Es posible seleccionar la línea, y situándonos en uno de sus extremos (sin hacer clic), seleccionar “Estirar” o “Longitud”, de modo que con “Longitud” podemos alargar la línea desde ese extremo sin cambiar su dirección (volvemos a disponer de la entrada dinámica para modificar longitud y, si queremos, también el ángulo) y con “Estirar” podemos cambiar ese punto para que cambie la línea.

También podemos modificarla haciendo clic en uno de los extremos de la línea, de modo que volvemos a disponer de la entrada dinámica. El comportamiento de este tipo de operaciones de detalle ha ido cambiando con las diferentes versiones de AutoCAD por lo que es posible que no sea igual si no se emplea la versión 2016. En cualquier caso, ha venido siendo bastante intuitivo y fácil de usar en las últimas las versiones.

Este tipo de comportamiento es extrapolable a otros elementos geométricos, aunque dependiendo del elemento que sea, las opciones disponibles son diferentes. De todas

maneras, el interfaz de AutoCAD es bastante intuitivo por lo que el usuario en seguida comprenderá qué le sugiere la herramienta en cada situación.

3.4 – Utilidades Básicas

Como programa CAD que es, AutoCAD dispone de una serie de utilidades que nos permiten realizar los dibujos de una manera más rápida y precisa.

3.4.1 – Rejillas y Límites

AutoCAD dispone de la posibilidad de mostrar en el área gráfica una retícula que puede facilitar el dibujo. Esta cuadrícula corresponde al comando REJILLA. Al introducirlo se podrá activar o desactivar esta rejilla. Es posible también cambiar la distancia a la que se separan las líneas, mostrar líneas de rejilla principales y secundarias cada cierta distancia, o incluso emplear una rejilla hexagonal para la proyección isométrica.

La rejilla se activa o desactiva con la tecla F7, y es posible también activarla, desactivarla y modificar sus parámetros mediante la barra de herramientas situada en la parte inferior derecha de la ventana de AutoCAD.

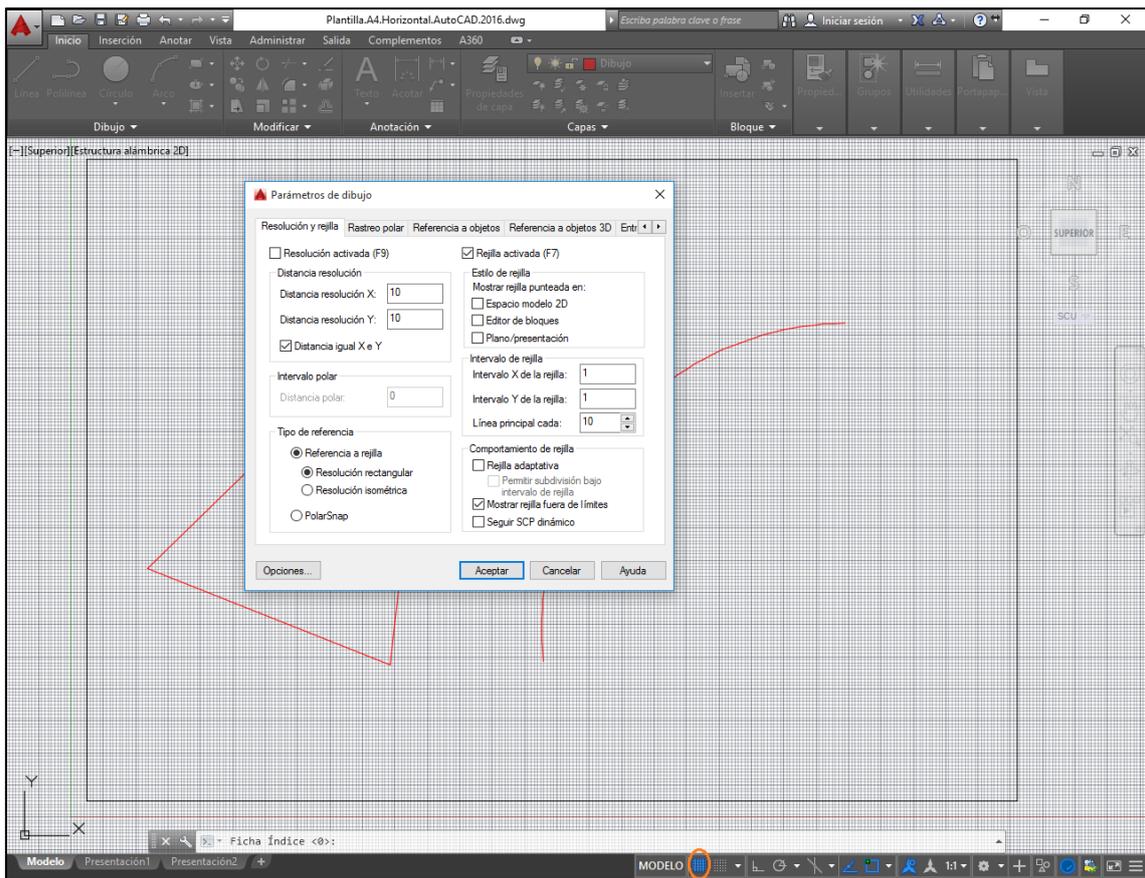


Figura 3.10 – Configuración de la rejilla de AutoCAD.

La rejilla puede dibujarse sólo dentro de los límites definidos en el espacio modelo o dibujarse también fuera de los límites. Lo normal, antes de comenzar a dibujar, es delimitar la zona del espacio de modelo que consideramos como zona de dibujo. Esto se hace mediante el comando LÍMITES. Este comando permite activar o desactivar el establecimiento de límites y, en caso de activarlo, especificar cuáles son los límites dentro del espacio modelo en los que queremos dibujar. Así se podrán dar valores como, por ejemplo, las medidas de formatos de hoja A4, A3, A2, etc.

La especificación de los límites se hace mediante dos puntos: la esquina inferior izquierda y la esquina superior derecha, de modo que siempre es una superficie rectangular.

Al emplear este comando podemos decidir si está, o no, permitido dibujar fuera de los límites, ya que establecer límites no implica automáticamente que no se pueda dibujar fuera de ellos.

3.4.2 – Dibujo con Resolución y Ortogonal

Relacionado con la rejilla existe el concepto de dibujo con resolución, que se activa con el comando FORZCURSOR. Este comando permite forzar a que las primitivas de dibujado utilicen puntos exactos de la rejilla. Dicho de otra forma, obliga a que todos los puntos seleccionados por el ratón sean puntos de la rejilla. Se puede activar y desactivar con F9, y permite incluso utilizar una distancia de resolución (es decir, la distancia mínima a la que pueden estar separados dos puntos) diferente a la visualmente mostrada en la rejilla.

El dibujo con resolución puede ser muy útil en algunos casos, dado que seleccionar un punto exacto del espacio cartesiano con el ratón es imposible. De este modo, la rejilla nos puede ayudar de forma que evitemos teclear las coordenadas de los puntos. Otras veces, sin embargo, este comando será un estorbo y deberemos desactivarlo. Podemos activarlo y desactivarlo con la tecla F9.

Otro comando que restringe la elección de puntos de dibujado es el comando ORTO. Este comando, que se activa y desactiva también con la tecla F8, obliga a que todas las líneas que se dibujen sean verticales u horizontales, creando formas ortogonales.

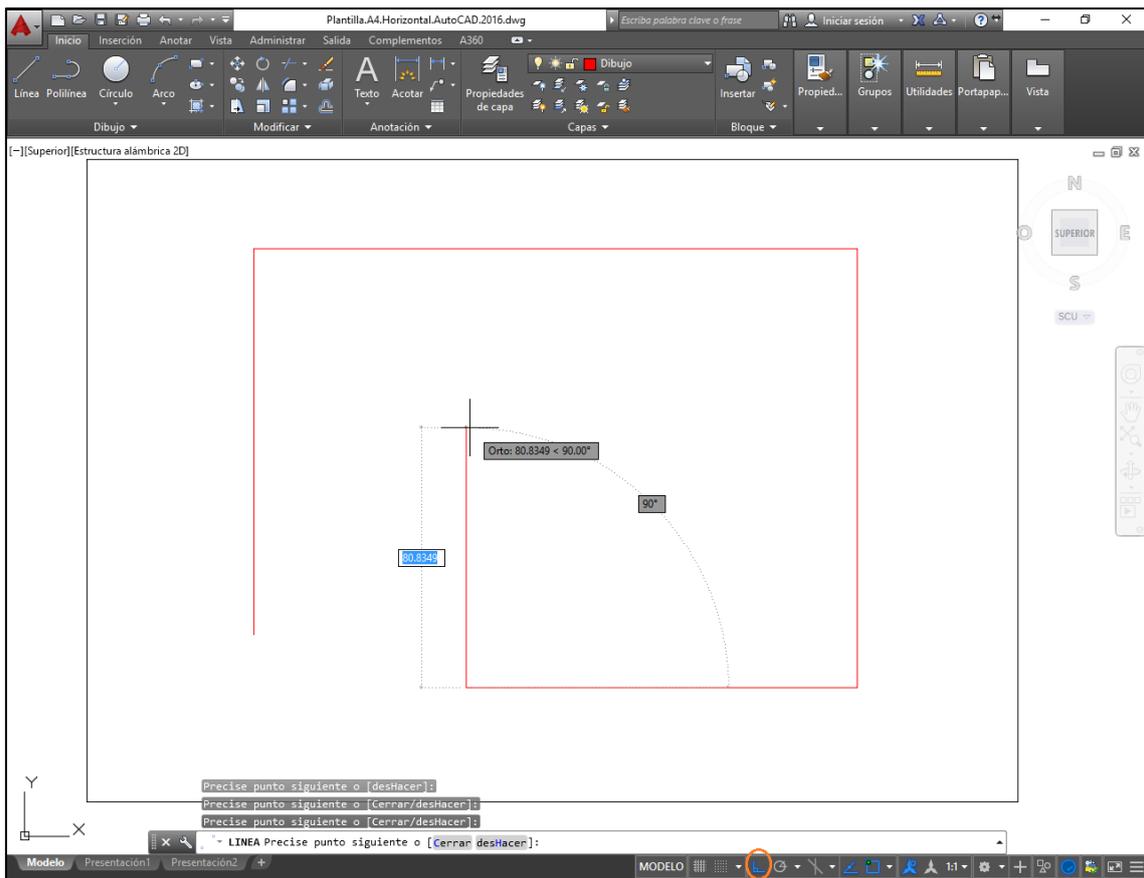


Figura 3.11 – Dibujado con el comando ORTO.

3.4.3 – Referencia a Objetos

Cuando se introducen puntos, líneas y otros elementos geométricos con AutoCAD, es habitual tener que realizarlos en base a otros puntos o líneas ya dibujados. Si queremos, por ejemplo, trazar una línea que parta de un extremo de otra línea, es muy complicado (casi imposible de hecho) que clicando con el ratón sobre dicho extremo acertemos exactamente con ese punto deseado. Para solucionar este y otros problemas similares existe en AutoCAD la referencia a objetos.

La referencia a objetos es una ayuda que proporciona AutoCAD de manera que cuando nos acercamos a un punto destacado de la figura, el cursor adquiere automáticamente la capacidad de seleccionar ese punto y no otro. El cursor se comporta como un imán para que acertemos sobre el punto deseado.

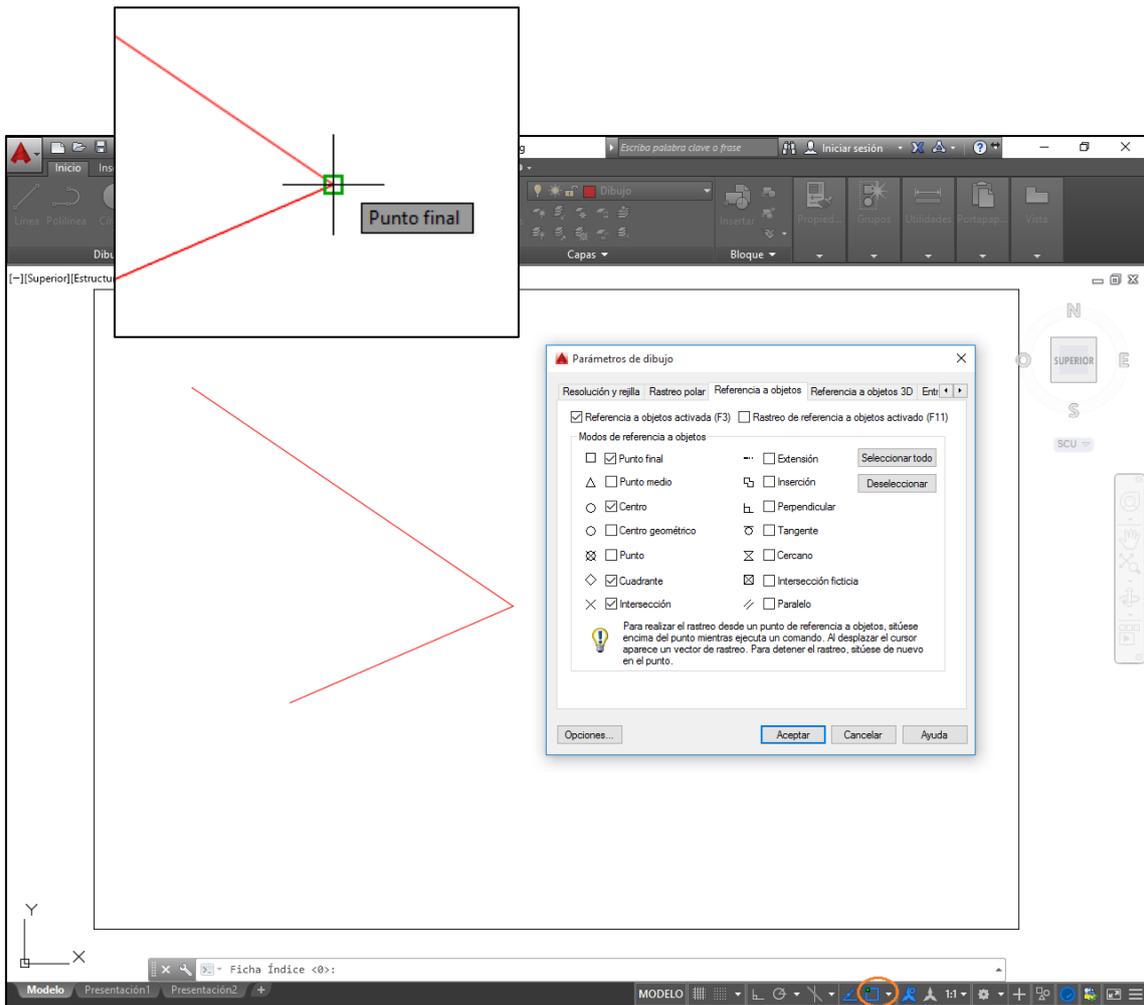


Figura 3.12 – Referencia a objetos con AutoCAD.

Dado que existen muchas situaciones distintas, y AutoCAD podría inferir muchos puntos diferentes, éstos se han clasificado en varias categorías, de modo que podemos activar la “Referencia a Objetos” con F3, pero también podemos seleccionar qué tipo de situaciones nos interesa que AutoCAD sugiera:

Punto final: permite seleccionar los extremos de un segmento. Se representa con un cuadrado de color verde, que aparecerá cuando nos acerquemos al extremo de una línea.

Punto medio: permite seleccionar el punto medio de un segmento. Se representa con un triángulo de color verde, que aparecerá cuando nos acerquemos al punto medio de un segmento. Es muy útil para trazar mediatrices sin mucho esfuerzo.

Centro: permite seleccionar el centro de una circunferencia. Se representa con un pequeño círculo de color verde, que aparecerá cuando nos acerquemos a un punto cercano al centro de una circunferencia.

Centro geométrico: permite seleccionar el centro geométrico de un elemento. Se representa con un pequeño círculo con un asterisco, que aparecerá cuando nos acerquemos a un punto cercano al centro geométrico de un elemento que posea tal propiedad.

Punto: permite seleccionar un punto aislado generado con la orden PUNTO. Se representa con un pequeño círculo y un aspa, ambos de color verde.

Cuadrante: permite seleccionar los cuatro puntos de inicio y fin de los cuatro cuadrantes de una circunferencia. Se representa con un cuadrado girado 45° , que aparecerá cuando nos acerquemos a un punto de un arco o circunferencia que coincida con uno de los cuatro cambios de cuadrante.

Intersección: permite seleccionar el punto de corte entre dos líneas. Se representa con un aspa de color verde.

Extensión: permite seleccionar un punto en la extensión de una línea. Se representa con una pequeña línea de puntos de color verde.

Inserción: permite seleccionar el punto en el que se insertó un grupo o componente. Se representa con dos pequeños cuadrados de color verde.

Perpendicular: permite seleccionar un punto perpendicular a una línea recta. Se representa con un par de líneas perpendiculares en ángulo recto de color verde. El símbolo aparece cuando nos acercamos a un punto tal que se pueda formar una línea perpendicular a otra.

Tangente: permite seleccionar un punto tangente a un arco o circunferencia. Es importante aclarar que no es necesario conocer dónde se produce exactamente el punto de tangencia, ya que AutoCAD se encarga de calcularlo. Se representa con un pequeño círculo y una línea encima, ambas de color verde.

Cercano: permite seleccionar un punto arbitrario de una línea recta o curva, de modo que siempre selecciona el punto (que pertenezca a esa línea) más cercano al cursor. Esto nos asegura que el punto pertenece a la línea, cosa que clicando sin la referencia a objetos no podríamos asegurar. Se representa con un símbolo de color verde similar a un reloj de arena.

Intersección ficticia: se usa cuando se dibuja en 3D, para seleccionar el punto en el que aparentemente se cortan dos rectas en la vista actual (que no se cortan en el espacio pero en la vista proyectada, sí). No se emplea en dibujos planos, y se representa con un cuadrado y un aspa, ambos de color verde.

Paralelo: permite seleccionar un punto que forme una línea paralela a otra dada. Para emplear este modificador para el dibujo de una línea paralela a otra ya dibujada, se debe seleccionar un primer punto del plano, y después (con el modificador paralelo activado) mover el ratón sobre la línea con respecto a la cual queremos dibujar una paralela, y sin clicar el ratón esperar a que aparezca un símbolo con dos rayas verdes paralelas, y volver a mover el ratón hasta situarlo sobre la zona por la que aproximadamente pasaría la paralela. Si lo hemos hecho bien, obtendremos una ayuda visual en forma de línea de puntos que indicará que AutoCAD forzará el punto elegido a ser tal que las líneas sean paralelas.

Todos estos tipos de referencia a objetos se pueden seleccionar desde la barra de herramientas situada en la parte inferior derecha de la ventana.

Es importante darse cuenta de que el cursor, cuando se detecta una referencia a objetos, no va a seleccionar el punto sobre el que está el cursor, sino el referenciado. Es por ello que, si hemos seleccionado demasiados modificadores de los anteriores, será muy fácil equivocarnos de punto porque AutoCAD nos sugiera otro y puede que no nos demos cuenta. Es por ello que conviene no activarlos todos a la vez, y emplear sólo un subconjunto apropiado de ellos. Es posible, además, activarlos sólo temporalmente mientras se dibuja una línea u otra forma geométrica haciendo uso de un menú contextual que surge al mantener pulsada la tecla Control y hacer clic con el botón derecho del ratón.

También es deseable activar el “Rastreo de Referencia a Objetos” (F11), que permite que AutoCAD haga inferencias a puntos del dibujo sin tener que pinchar sobre ellos. Esta opción multiplica las posibilidades a la hora de dibujar.

3.5 – Órdenes de Dibujo

Existen muchas otras órdenes de dibujo además del punto y la línea, aunque éstas sean las más utilizadas.

Es importante entender que casi todas las órdenes de dibujo se pueden parametrizar, o bien mediante comandos y subcomandos tecleados, o bien empleando el ratón. En este sentido, cuando se introduce una orden, como por ejemplo la orden LINEA, AutoCAD nos muestra un mensaje que dice “Precise primer punto”. Una vez fijado, nos muestra un mensaje que dice “Precise punto siguiente o ↓“. Este mensaje nos está indicando que pulsando el cursor inferior podemos abrir un nuevo menú de opciones. Este menú de opciones nos permitirá parametrizar la orden de dibujado cambiando el aspecto o funcionalidad de la misma.

Aunque para la orden LINEA existen muy pocas opciones, en otras órdenes más complejas aparece un menú con muchas opciones. Nótese que en cada opción aparece en mayúsculas una letra diferente, de modo que esa letra representa el subcomando que habría que teclear para hacerlo todo sin emplear el ratón. En la orden línea sólo aparecen habitualmente estos dos subcomandos:

- **Cerrar**: permite construir una línea que enlace con la primera dibujada para realizar un polígono cerrado. Nótese la C mayúscula, que indica que es la tecla que corresponde a ese subcomando.
- **desHacer**: que permite deshacer la línea. Nótese la H mayúscula que indica que se puede ejecutar este subcomando tecleando la tecla H.

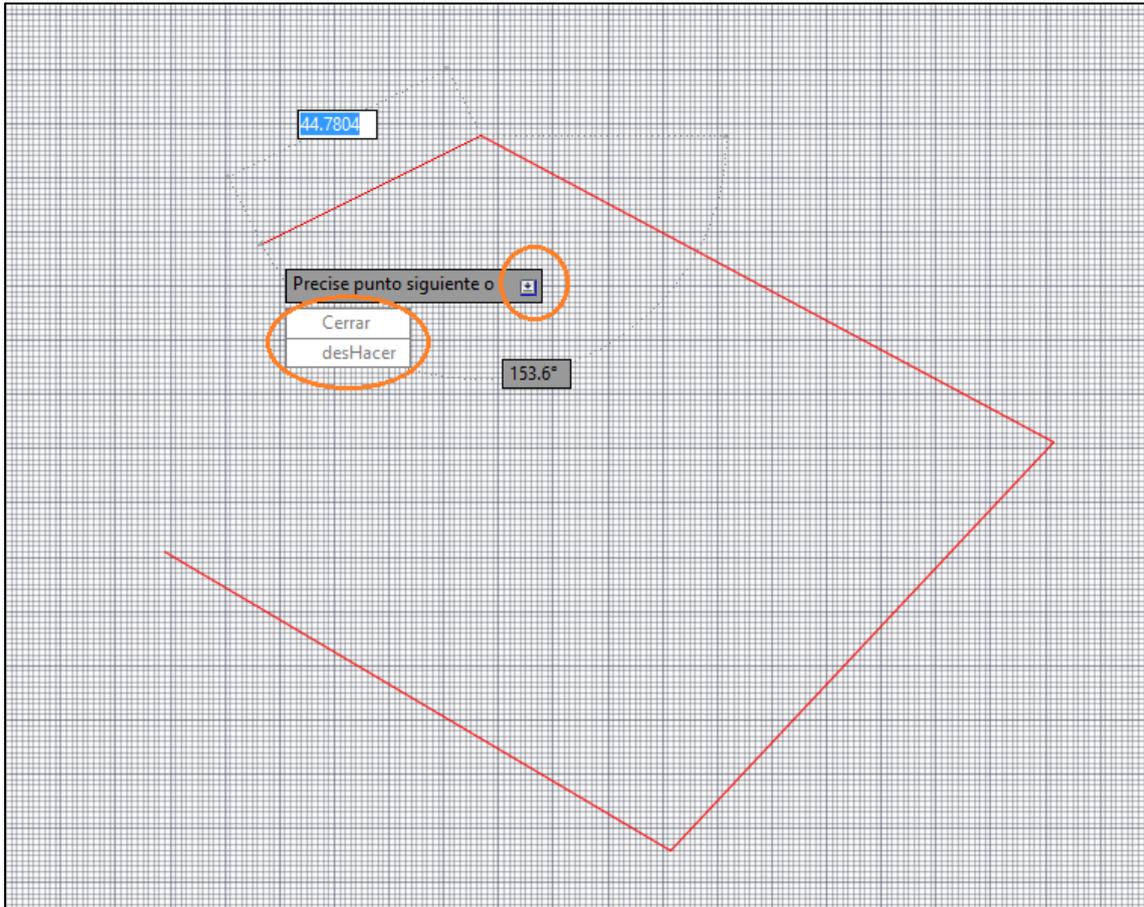


Figura 3.13 – Subcomandos y teclas rápidas.

Como vemos, podemos hacer todas las operaciones con o sin ratón. De hecho, es posible realizar un dibujo completo sin usar el ratón, pero ello obliga a conocer muchos comandos y a entender todos los subcomandos que estos comandos poseen.

Como curiosidad, si tecleamos simplemente la tecla Enter, AutoCAD ejecutará la última orden que se haya ejecutado previamente. Esto permite evitar el uso del ratón en algunas ocasiones.

3.5.1 – Círculos (Circunferencias)

La orden CIRCULO, abreviada C, es otra de las órdenes fundamentales de AutoCAD. Aunque AutoCAD lo llame círculo, lo que realiza en realidad es una circunferencia (el círculo es el área, la circunferencia es la línea curva). De todas formas, utilizaremos el nombre círculo a pesar de no ser estrictamente correcto.

AutoCAD prevé varias maneras de dibujar una circunferencia:

Centro y radio: se introducen los datos correspondientes al centro del círculo y su radio. Es la opción por defecto.

Centro y diámetro: se introducen los datos correspondientes al centro del círculo y su diámetro.

Círculo definido por dos puntos: dado que, por dos puntos pueden pasar infinitos circunferencias, esta orden dibuja la circunferencia que tiene por diámetro esos dos puntos.

Círculo definido por tres puntos: dado que, por tres puntos solamente pasa una circunferencia, bastan tres puntos para definirla.

Círculo definido por dos tangencias y un radio (tan, tan, radio): con esta orden se dibujan círculos tangentes a dos objetos, con un radio determinado. Para ello, basta con señalar dos puntos cualesquiera sobre estos dos objetos, escribir el radio y AutoCAD calculará la tangente de modo diferido (es decir, cuando se pincha sobre el objeto no se sabe aún el punto de tangencia, se calcula cuando se acaban de introducir todos los datos). Si no fuera posible la construcción, AutoCAD mostrará un aviso.

Círculo definido por tres tangencias (tan, tan, tan): con esta orden se dibujan círculos tangentes a tres objetos, bien sean líneas u otras circunferencias. Si no fuera posible la construcción, AutoCAD mostrará un aviso.

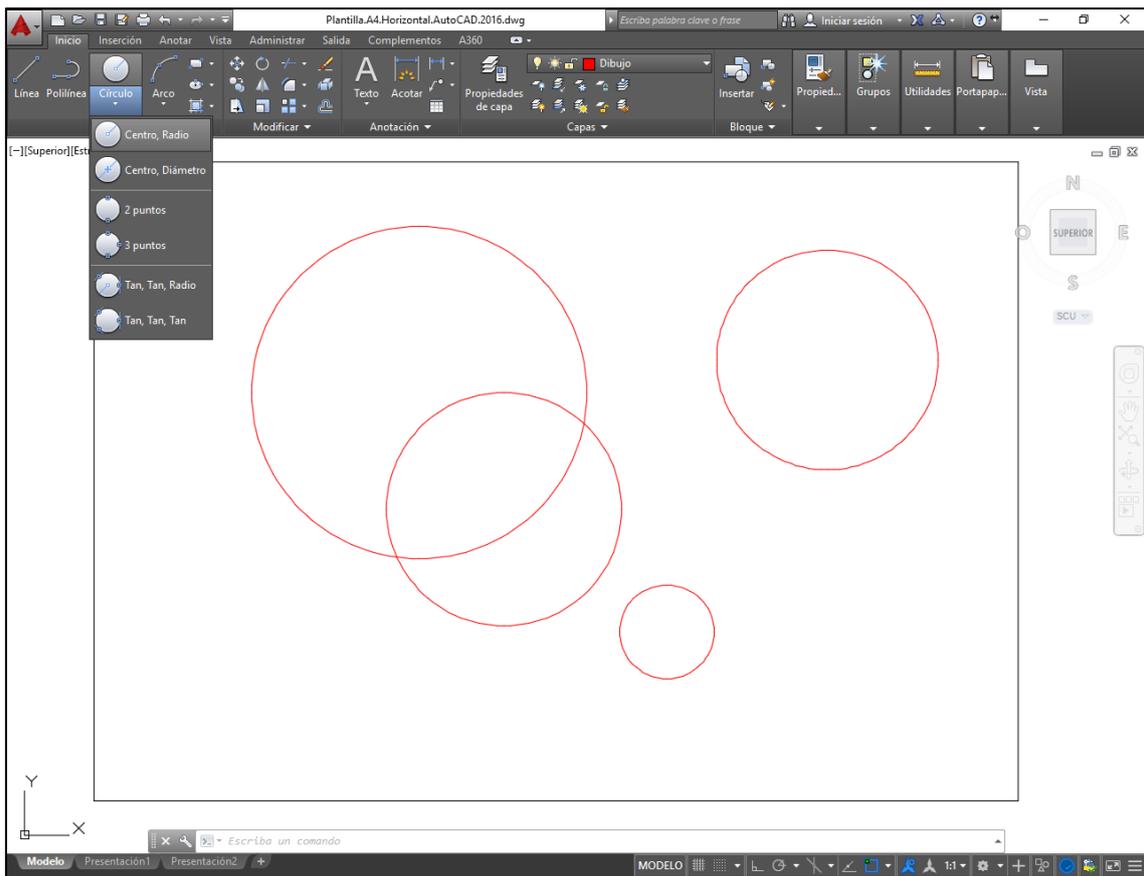


Figura 3.14 – Círculos en AutoCAD.

3.5.2 – Arcos

La orden para crear arcos circulares es la orden ARCO, cuya abreviatura es A. Esta es otra de las órdenes fundamentales de AutoCAD. En este caso, existen más de diez métodos para dibujar arcos. Los más importantes (que no los únicos) son:

Tres puntos: con esta orden se solicitan tres puntos distintos por los que pasa el arco, el primero corresponde al punto inicial del arco y el tercero al último. El segundo punto marca la forma del arco.

Inicio, Centro, y Fin: se pedirán tres puntos al igual que en el procedimiento anterior pero, en cambio, el segundo punto no corresponde a un punto del arco, sino al centro del mismo. El tercer punto se introducirá para marcar el final del arco.

Inicio, Centro, y Ángulo: esta orden es similar a la anterior, sin embargo, el tercer parámetro es el ángulo que abarca el arco.

Inicio, Fin y Radio: permite construir un arco proporcionando el punto inicial, el final y el radio del mismo. Con estos datos se pueden obtener dos arcos distintos. AutoCAD intentará construir uno de ellos.

Centro, Inicio y Fin: es el que probablemente más se utiliza, ya que se parece a cómo se dibujan los arcos con el compás. Hay que especificar un centro, un punto de inicio (esto ya nos marca el radio, que es el segmento entre el centro y el inicio), y el punto donde acaba el arco.

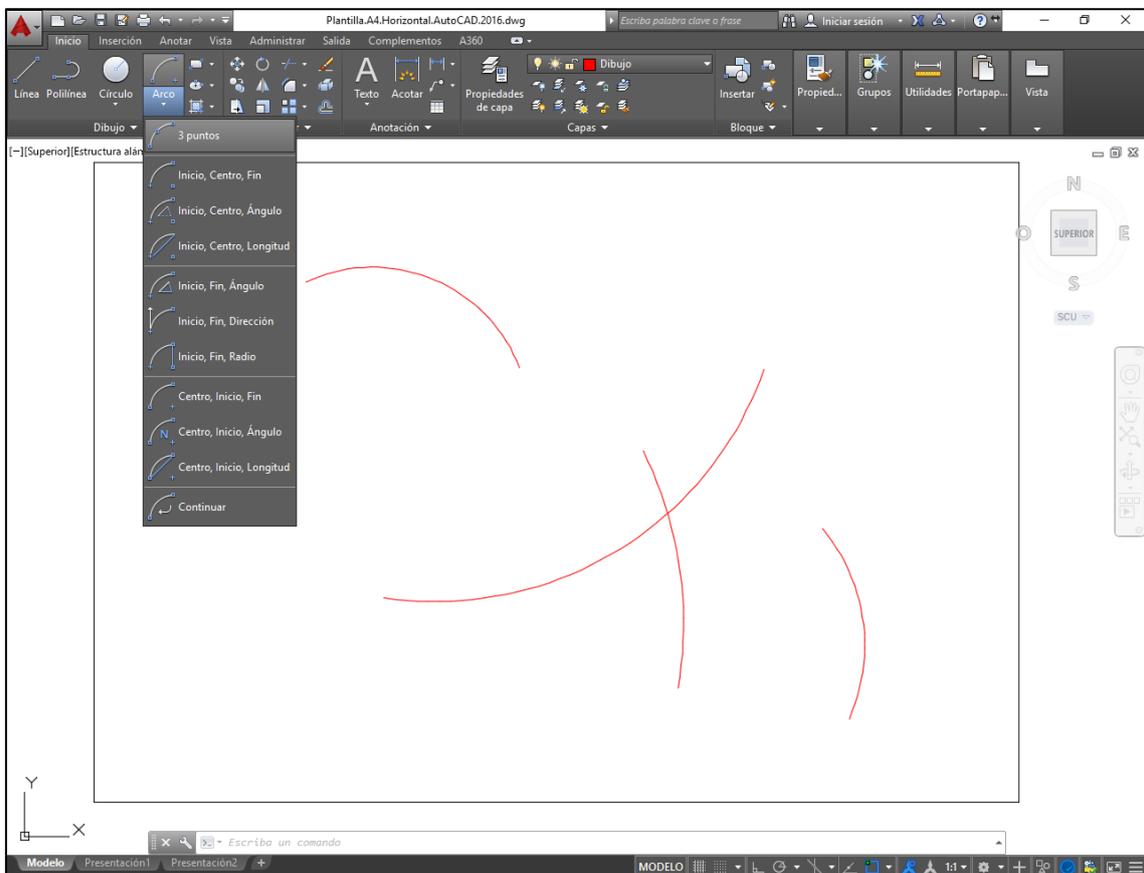


Figura 3.15 – Arcos en AutoCAD.

3.5.3 – Polígonos

AutoCAD permite construir polígonos del número de lados que se quiera, con la herramienta POLIGONO. Permite, además, construirlos de tres maneras: inscritos en una circunferencia de radio conocido, circunscritos alrededor de una circunferencia de radio conocido, o dada la medida del lado.

3.5.4 – Elipses

La orden ELIPSE permite crear elipses. Para ello, debemos especificar el centro y las magnitudes del eje mayor y del eje menor de la elipse. AutoCAD admite varias formas para realizar esto, incluso permite dibujar arcos elípticos.

3.5.5 – Textos

AutoCAD permite introducir textos en los dibujos mediante el comando TEXTO. Este comando solicita la posición inicial del texto en el dibujo, el tamaño (altura) del texto y el ángulo de orientación del mismo con respecto a la horizontal.

Al introducir la orden TEXTO se solicita un punto. Si se determina este punto, se creará un texto que irá desde ese punto hacia la derecha. Posteriormente se introducirá la altura (en unidades de medida, no como tamaño de fuente) y la orientación del texto en ángulos con respecto a la horizontal (para hacer el texto horizontal debe introducirse por tanto un valor de 0). Una vez fijados estos parámetros, se puede escribir el texto en cuestión.

Además, una vez escrito un texto, se pueden modificar los principales parámetros del mismo empleando el menú de propiedades, y se puede cambiar el contenido del texto haciendo doble clic sobre él.

Estos textos son textos simples de una línea. También es posible introducir textos de varias líneas con la orden TEXTOM. En este caso AutoCAD nos pide que elijamos un rectángulo dentro del cual escribiremos el texto.

En ambos tipos de texto podemos cambiar la fuente y otras propiedades como la justificación.

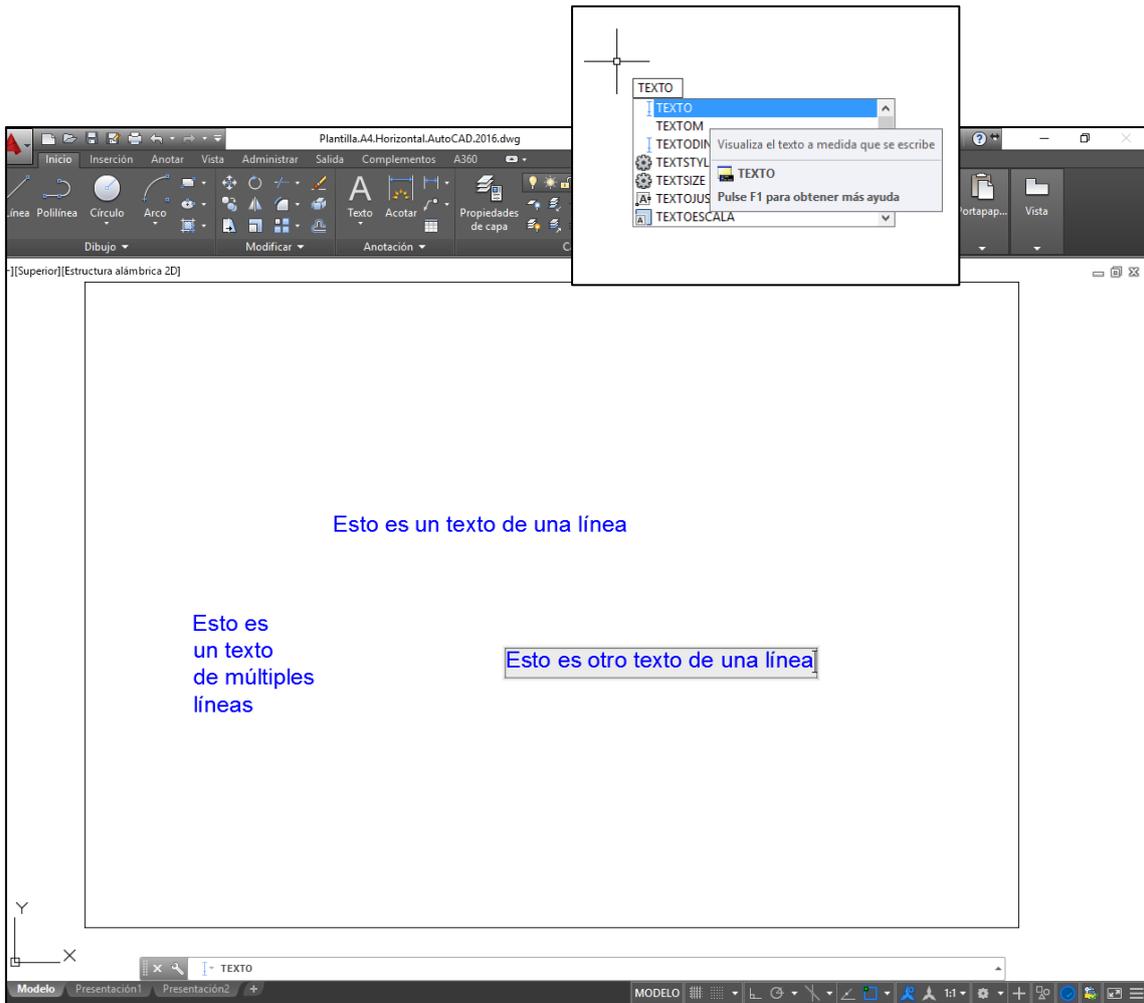


Figura 3.16 – Textos en AutoCAD.

3.5.6 – Otras Órdenes

Existen otras órdenes de dibujo menos importantes como POLILINEA, TRAZO, ARANDELA, SOMBREA, etc. que el lector puede consultar en la ayuda del propio programa. El conjunto de órdenes del que AutoCAD dispone es tan grande que no es posible abarcarlo en este tema.

3.6 – Órdenes de Edición

Las órdenes de edición permiten modificar elementos ya dibujados, eliminarlos o incluso recuperar los ya eliminados.

Se pueden teclear las órdenes y algunas también pueden ser seleccionadas desde los diferentes menús.

Orden BORRA (ERASE)

Se abrevia con la tecla B. Se utiliza para eliminar cualquier objeto o conjunto de objetos. En inglés el comando es ERASE (E). La tecla Supr también sirve para borrar objetos.

Orden UY (OOPS)

Anula los efectos de la orden BORRA recuperando los objetos borrados. Esta orden permite recuperar en cualquier momento objetos eliminados previamente con la orden BORRA. Sin embargo, no se podrá seguir recuperando cuando ya se haya ejecutado más de una orden BORRA anteriormente. En inglés el comando es OOPS.

Como en muchos otros programas, la combinación Control + Z también sirve para deshacer los efectos de la orden BORRA (y de las demás órdenes). Control + Y permite rehacer lo deshecho.

Orden DESPLAZA (MOVE)

Es posible mover los objetos mediante la indicación de un vector de desplazamiento. Se introducirá el punto origen del desplazamiento (punto base) y después el punto destino del desplazamiento. Ambos forman un vector de desplazamiento que se aplicará a todos los elementos del objeto. La orden es MOVE en inglés.

Orden COPIA (COPY)

Permite copiar los objetos designados y reproducirlos en igual tamaño y orientación en otra parte del dibujo. Se puede hacer una copia unitaria o una copia múltiple.

Copia unitaria: se designa el objeto a copiar, se establece un punto base y luego se introduce el punto donde va a ser copiado.

Copia múltiple: se designa el objeto, se establece un punto base y se van asignando tantos puntos de destino como copias del objeto queramos realizar.

Orden GIRA (ROTATE)

Permite el giro de los objetos designados. Es necesario especificar un punto base y un ángulo de giro.

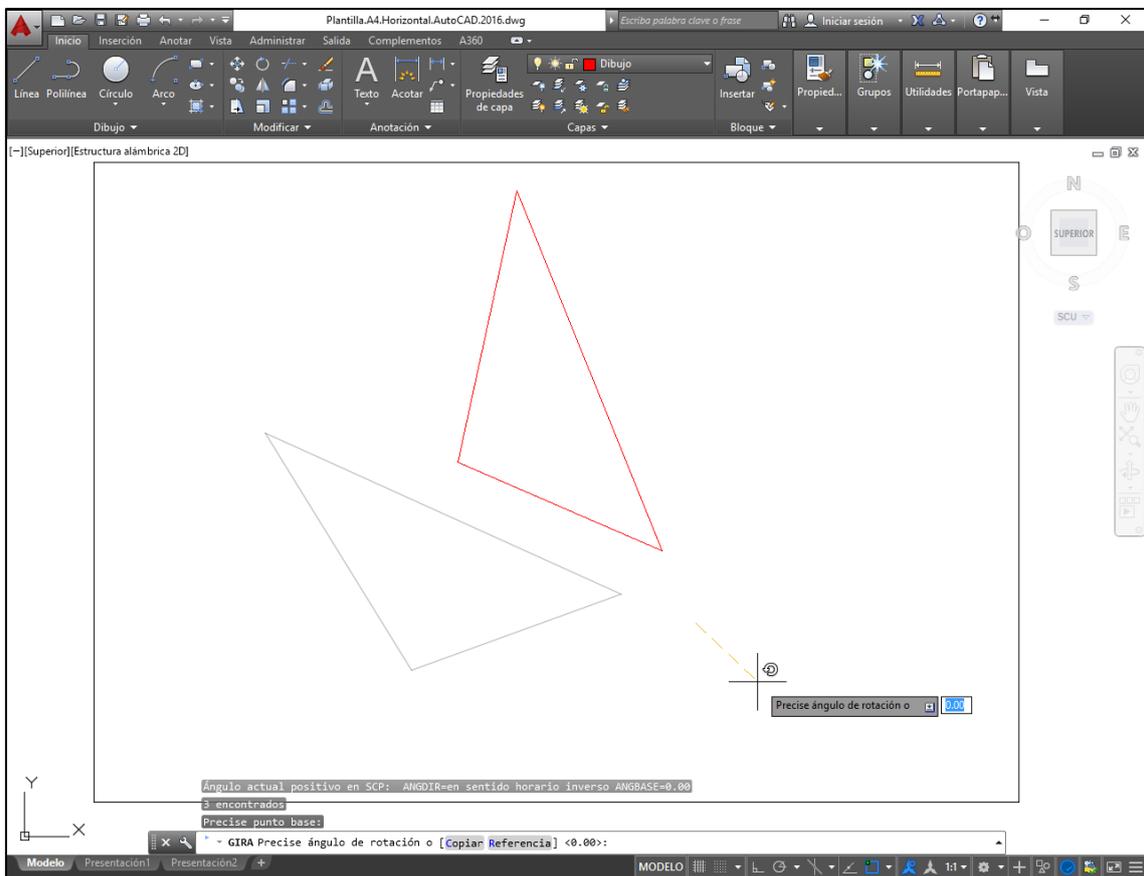


Figura 3.17– Giro en AutoCAD.

Orden ESCALA (SCALE)

Con esta orden se puede modificar el tamaño de los objetos designados. En las escalas, los factores serán mayores de 1 si se quiere aumentar el tamaño, y entre 0 y 1 si se quiere reducir. A esto se le denomina factor escala.

Orden SIMETRIA (MIRROR)

Permite obtener simetrías de uno o varios objetos designados, respecto a un eje de simetría. Para ello se deberán introducir los dos puntos que definen el eje de simetría. Después de esto podremos eliminar el objeto origen o dejarlo tal y como está, ya que AutoCAD nos pregunta si queremos borrar los objetos de origen (por defecto la respuesta es no).

Órdenes **MATRIZRECTANG** y **MATRIZPOLAR**

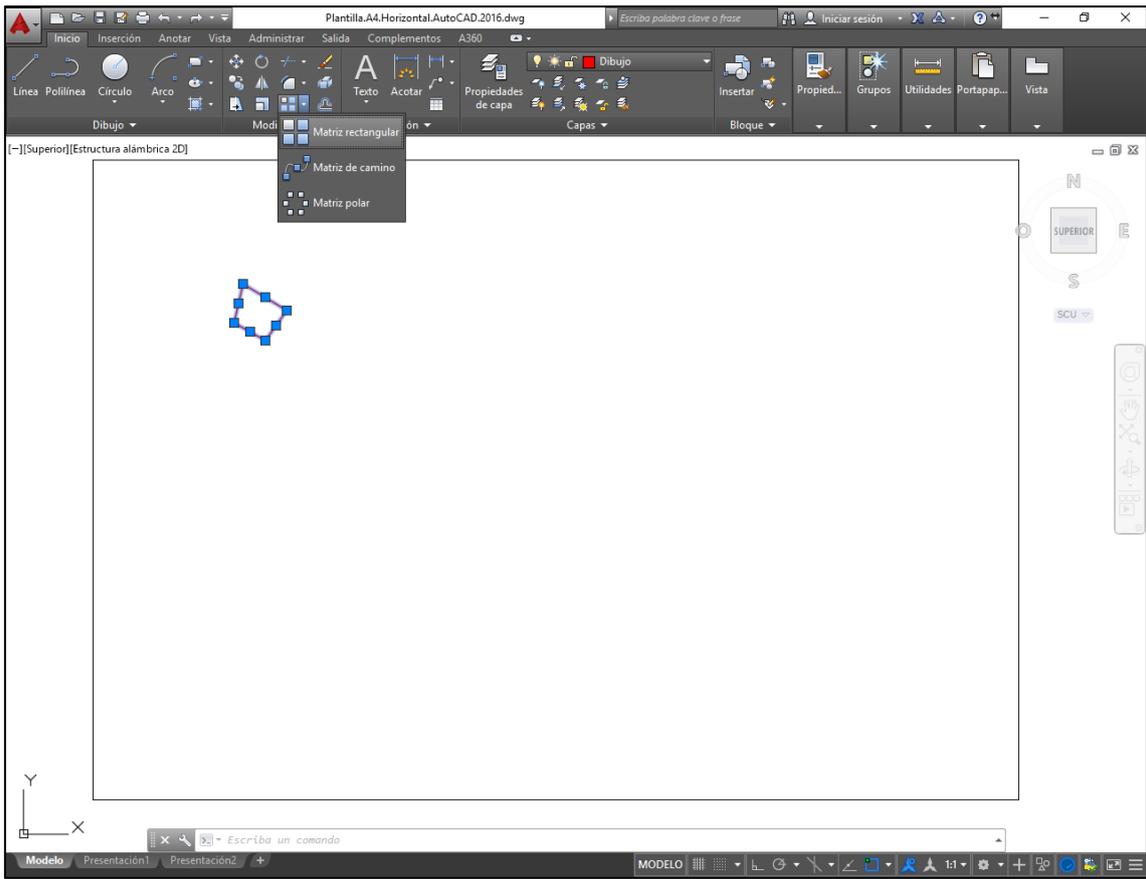
Con estas órdenes se pueden crear copias de un objeto u objetos con una disposición regular. Para ello, existen dos procedimientos: la matriz rectangular y la matriz polar.

Mediante la opción de matriz rectangular se obtendrá una copia de los objetos designados organizados en filas y columnas. Esta matriz se creará a partir del objeto original hacia la derecha y arriba. Se deberá indicar el número de filas y columnas, la distancia entre filas y la distancia entre columnas (valores negativos en el espaciado indicarán que queremos hacer una matriz en la dirección contraria).

Mediante la matriz polar se creará un número determinado de copias a lo largo de un arco de circunferencia que pueden ser trasladadas y además también giradas. Para ello, se deberán designar los objetos, introducir el número de elementos que va a tener la matriz, y el ángulo que van a abarcar.

Las matrices en AutoCAD son asociativas, lo cual quiere decir que se pueden editar una vez creadas, ya que AutoCAD es capaz de guardar las propiedades de la matriz y modificarlas cuando se necesite. Por tanto, los elementos de la matriz forman un todo y no son copias separadas de la pieza que se repite. Esta asociatividad es una ventaja importante porque permite trabajar con matrices de forma muy flexible.

Existen otros comandos en AutoCAD que son asociativos, como por ejemplo, los sombreados. De este modo, se puede definir una zona sombreada con ciertas propiedades y luego modificarla, sin tener que deshacer y rehacer el comando.



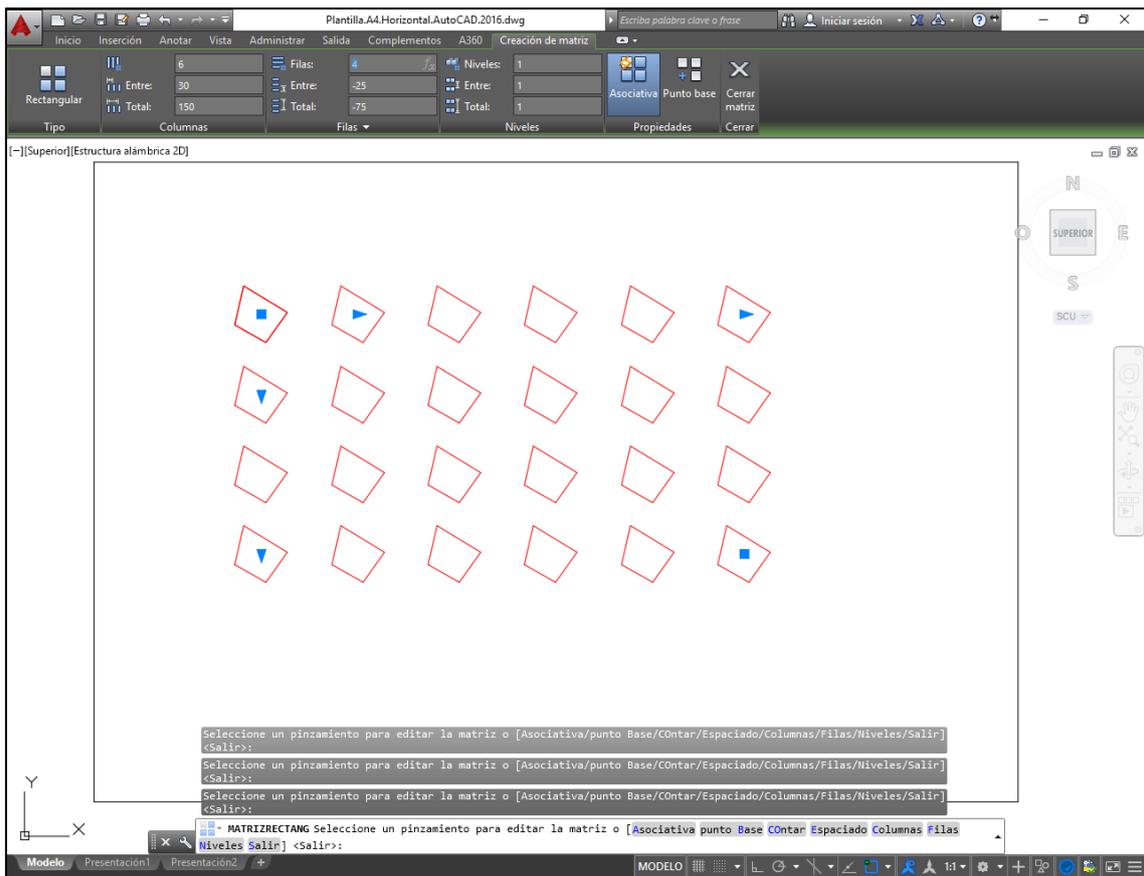


Figura 3.18 – Matriz rectangular en AutoCAD.

Orden RECORTA (TRIM)

Permite borrar partes de objetos por medio de otros existentes, de una manera muy peculiar y efectiva. El borrado se realiza buscando intersecciones entre objetos.

Para ello, primero se designarán los objetos que va a utilizar AutoCAD como referencia para buscar intersecciones. Lo más fácil es teclear Enter para que busque en todo el modelo.

Después, se seleccionarán las partes sobrantes, clicando en las partes que se desean borrar, de modo que AutoCAD buscará una intersección desde el punto seleccionado en todas las direcciones posibles. Si encuentra intersecciones, borrará la parte del objeto que quede entre dos intersecciones. Lo mejor para comprobar cómo funciona esta orden es probarla ya que su comportamiento es peculiar, aunque muy cómodo.

Orden ALARGA (EXTEND)

Es la orden inversa a la anterior, y funciona de manera análoga. Permite alargar un objeto hasta el límite marcado por otro. Para hacer esto se designarán tanto el objeto a alargar como aquel que actúa como límite. Igual que antes, si pulsamos Enter, todo el modelo actuará como límite. Después, se seleccionará el objeto a alargar para que su extremo continúe en la misma dirección hasta cortar al otro.

Orden CHAFLAN (CHAMFER)

Bisela las aristas de los objetos de modo que se suavizan formando un chaflán con un cierto ángulo. El proceso de achaflanado conecta dos objetos no paralelos, ya sea mediante su extensión o recorte, con el propósito de unirlos a una línea biselada.

Los chaflanes se pueden realizar especificando las dos distancias de chaflán, o especificando un ángulo y una distancia.

Si los dos objetos que se van a achaflanar están en la misma capa, AutoCAD crea el chaflán en esa misma capa. En caso contrario, AutoCAD crea la línea de chaflán en la capa actual. Lo anterior es igualmente válido para el color, el tipo de línea y el grosor de la línea.

A la hora de hacer un primer chaflán es importante especificar antes las distancias (o ángulos) de chaflán. Por defecto, estos valores valen 0, y si se hace un chaflán con medidas nulas, su efecto es nulo.

Una vez hecho un primer chaflán, se emplearán los parámetros del último chaflán, a no ser que se especifiquen unos nuevos.

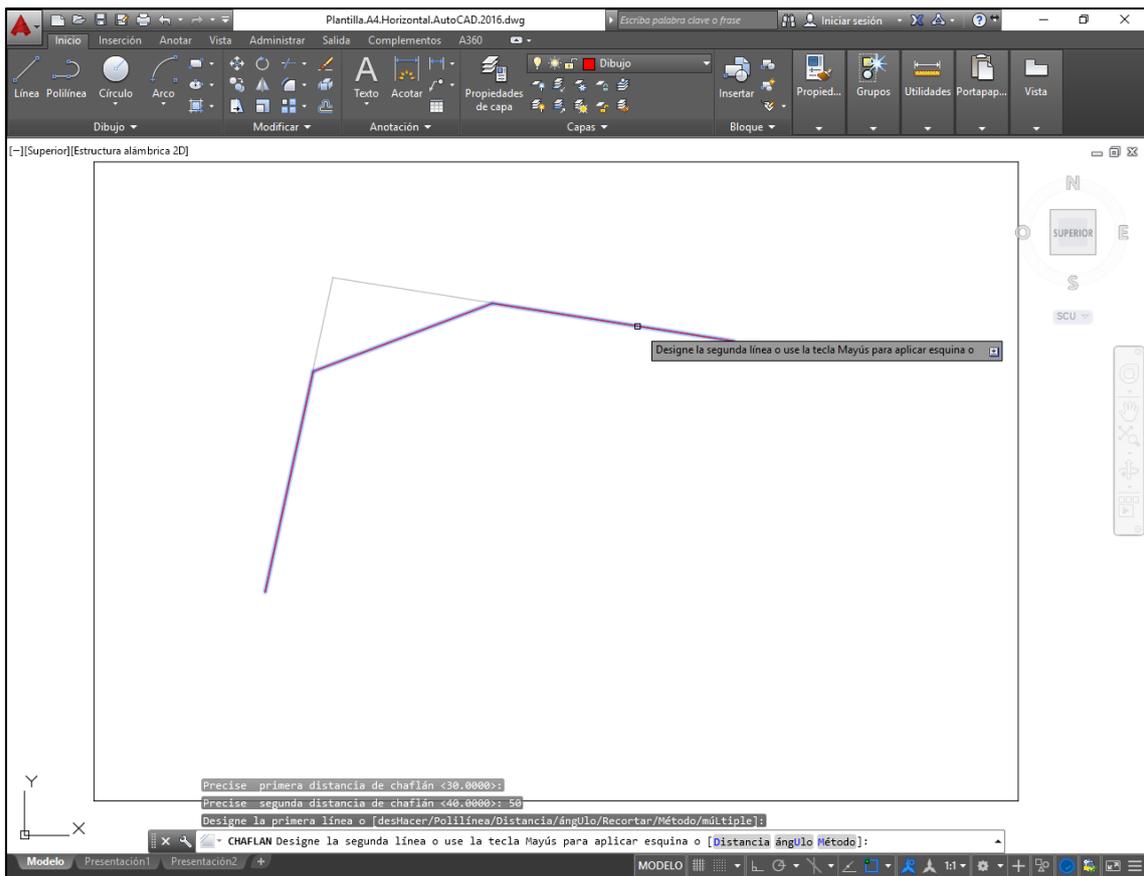


Figura 3.19 – Chaflán en AutoCAD.

Orden EMPALME (FILLET)

Redondea o empalma las aristas de dos arcos, círculos, líneas, polilíneas, etc. mediante un arco de un radio especificado.

Si los dos objetos que se van a empalmar están en la misma capa, AutoCAD crea el empalme en esa capa. En caso contrario, AutoCAD crea una línea de empalme en la capa actual. Esto es igualmente cierto para el color, grosor y tipo de línea del empalme.

Al igual que para el chaflán, el radio del empalme por defecto es 0, por lo que a la hora de realizar el primer empalme, este no hará nada si no se cambia primero el radio. Igualmente, el radio del empalme se guarda y los sucesivos empalmes emplearán los parámetros del último empalme a no ser que se especifiquen unos nuevos.

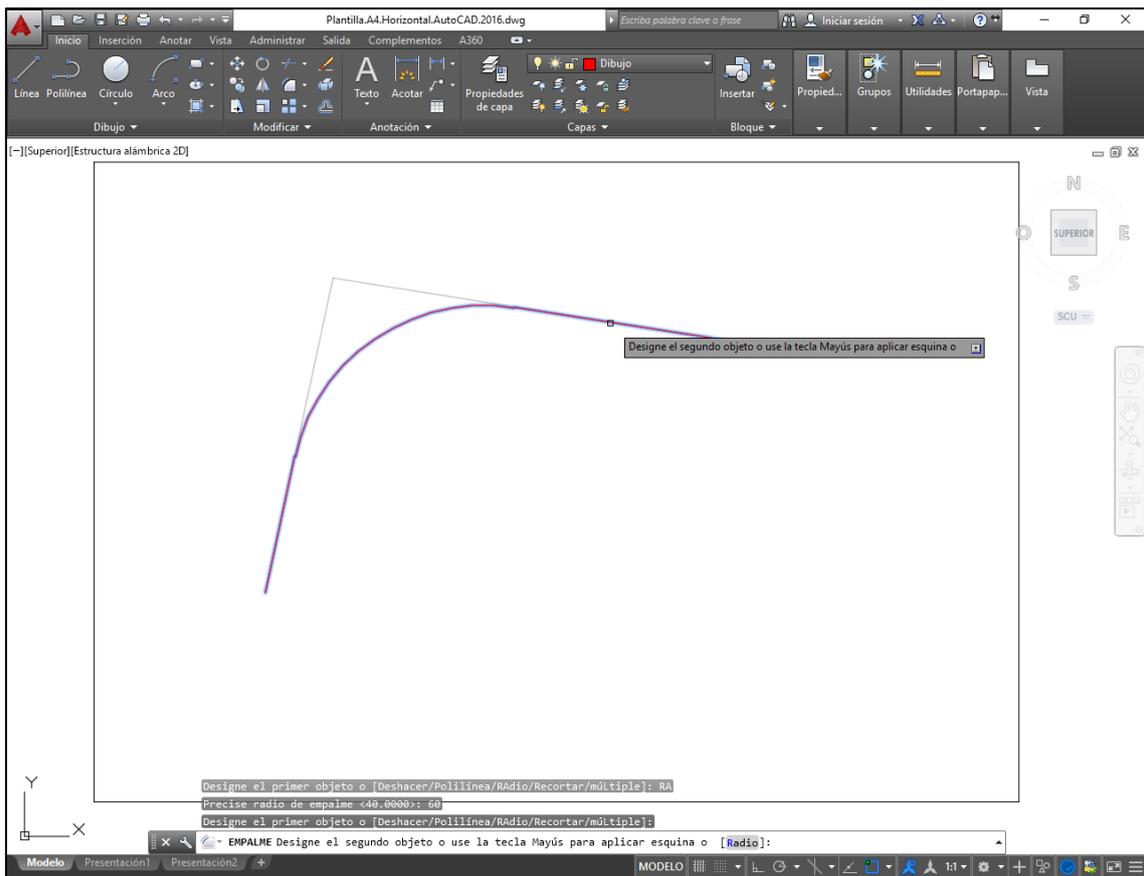


Figura 3.20 – Empalme en AutoCAD.

Orden REGEN

Como hemos comentado anteriormente, AutoCAD guarda internamente las medidas exactas de todas las figuras, pero al dibujarlas las encaja en los píxeles adecuados en función del zoom de la vista actual.

Es por eso que, a veces, al hacer mucho zoom sobre una figura previamente dibujada con poco zoom, parece que dicha figura esté mal dibujada. Para forzar a AutoCAD a que vuelva a generar gráficamente la figura y se ajuste a nuestra vista, existe el comando REGEN, que regenera cualquier dibujo según la vista actual. Ejemplo: prueba a hacer una circunferencia de pequeño tamaño y una recta tangente a ella. Haz mucho zoom después y verás cómo la recta no parece exactamente tangente. Teclea REGEN y se solucionará.

3.7 – Acotación

AutoCAD permite acotar los dibujos que realicemos. Acotar es poner medidas sobre los elementos de un dibujo, para que sea posible (o más sencillo) interpretar el tamaño de los elementos. Aunque el proceso de acotación es complejo (lo veremos posteriormente) realizar una acotación simple, que permita comprobar si el dibujo está bien realizado, es relativamente sencillo en AutoCAD.

Para realizar acotaciones debemos ir al menú “Anotar”, y en el apartado “Cotas” encontraremos las diversas posibilidades para realizar esta tarea. También las podemos encontrar en el Apartado “Anotación” del menú “Inicio”.

AutoCAD permite realizar varios tipos de acotaciones, las más importantes de las cuales son:

Cota lineal: permite medir un elemento en horizontal o en vertical. Normalmente se usa para medir la distancia entre dos puntos a lo largo del eje x o el eje y .

Cota alineada: permite medir un elemento (normalmente una línea) entre sus dos extremos de forma paralela a la línea. Si la línea es horizontal o vertical, el valor de la acotación alineada coincidirá con la lineal, pero si no lo es, no coincidirá.

Cota angular: permite medir un ángulo entre dos líneas rectas, o el ángulo que define un arco.

Cota radial: permite medir el tamaño de una circunferencia mostrando su radio.

Cota diametral: permite medir el tamaño de una circunferencia mostrando su diámetro.

Cota de longitud de arco: permite medir la longitud de un arco sobre la curva, no en línea recta a través de una cuerda.

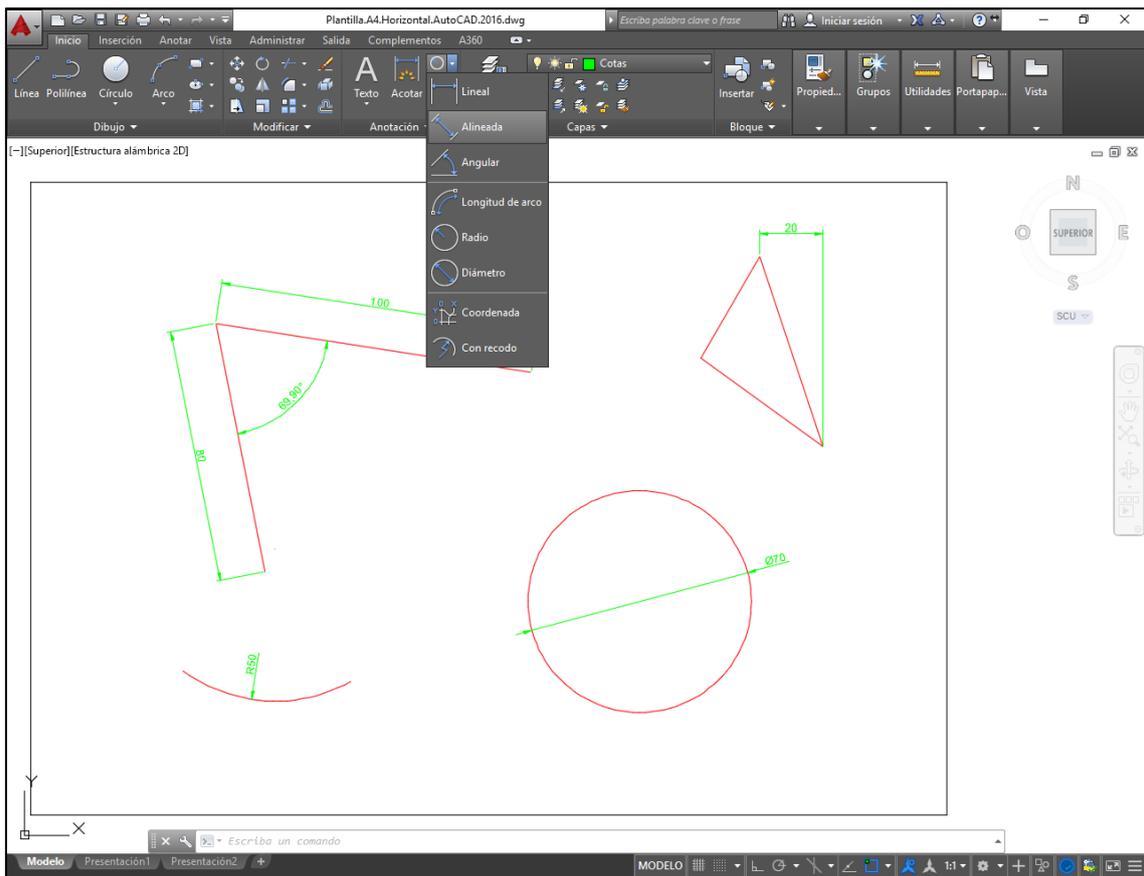


Figura 3.21 – Distintos tipos de acotación en AutoCAD.

Cuando se acota, a veces es necesario modificar las medidas para multiplicarlas o dividir las por una razón. También es posible que queramos modificar el estilo de acotación cambiando el tipo de flecha o indicando algún sufijo en las medidas. Todo este tipo de cosas se puede realizar desde el “Administrador de Estilos de Cota”, al que se accede pulsando una pequeña flecha que existe en el apartado “Cotas” del menú “Anotar”.

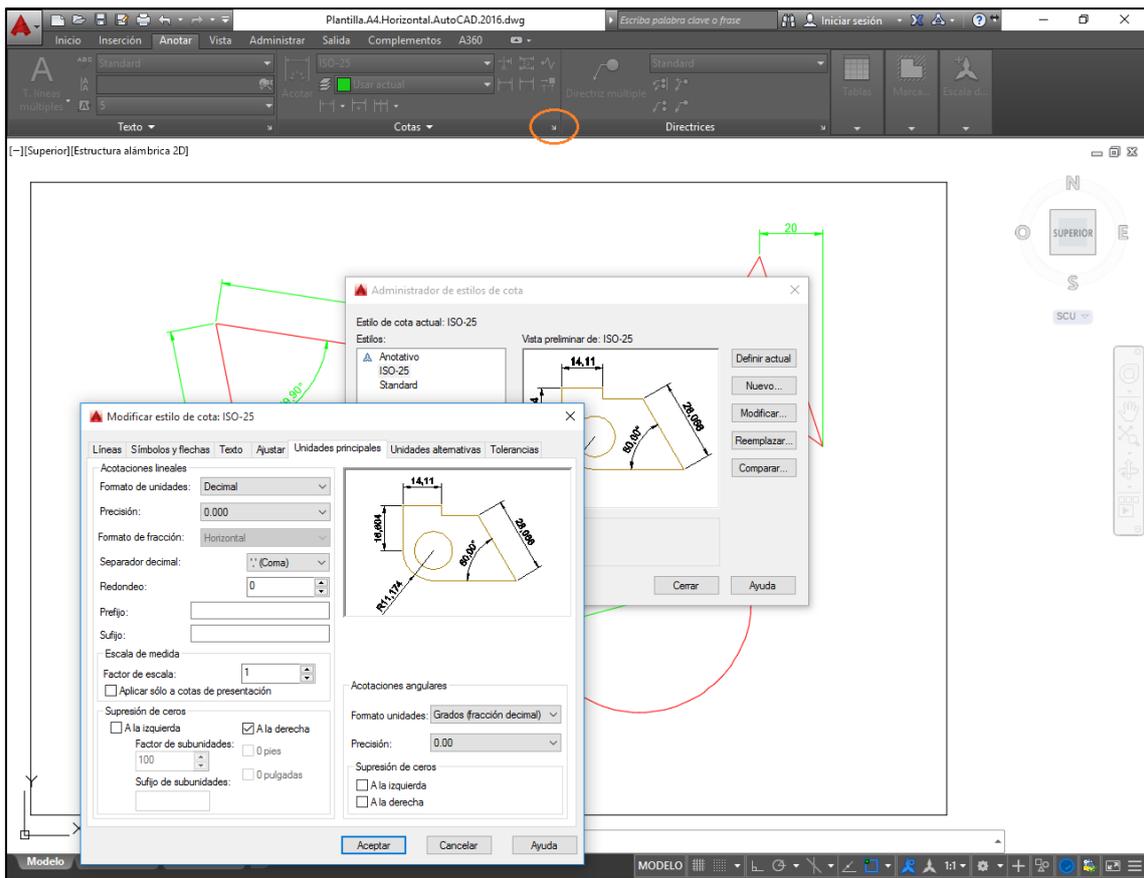


Figura 3.22 – Administrador de Estilos de Cota.

Con el Administrador de Estilos de Cota podemos crear nuevos estilos, o modificar los existentes. Una de las modificaciones más habituales consiste en cambiar el factor de escala de la acotación (“Modificar” → “Unidades Principales” → “Factor de Escala”).

Es posible asignar a cada cota realizada un estilo de cota diferente, accediendo al menú de propiedades de la cota con el botón derecho del ratón. Esto es útil sobre todo en dibujos en proyección donde existen factores de escala diferentes para cada eje proyectado.

3.8 – Trazado de Planos

El objetivo de todo dibujo o esquema es representar un objeto o idea para poder comunicar algún tipo de información. Por tanto, todo lo que dibujemos con AutoCAD es susceptible de ser enviado a alguien para mostrarle la información contenida en el dibujo.

Si la persona a la que queremos mostrarle un dibujo realizado con AutoCAD dispone de la herramienta, podemos simplemente guardar nuestro dibujo en el formato nativo de AutoCAD (con extensión .dwg) y enviárselo.

Sin embargo, si esa persona no dispone de la herramienta, deberemos imprimir el dibujo, bien en formato PDF, JPG (o similar) o bien en papel. La impresión en papel o formato digital es exactamente igual a nivel conceptual. La única diferencia es que, si se imprime en papel, obtendremos un objeto físico.

Para trazar un dibujo a papel o a algún formato como PDF, debemos ir al menú de inicio de AutoCAD, seleccionar “Imprimir” y luego “Trazar”.

En el menú de trazado de AutoCAD podemos seleccionar el trazador, el tipo de papel, y el tipo de trazado que queremos realizar, además de algunas otras opciones menos importantes.

El trazador es la impresora. Si queremos imprimir en papel debemos buscar nuestra impresora. Si queremos imprimir en formato PDF, deberemos elegir la impresora “DWG To PDF”, aunque esta impresora da algunos problemas en la versión educacional por lo que a veces es necesario instalar una impresora virtual a PDF y seleccionarla como trazador.

En cuanto al papel, si trabajamos en el espacio modelo, debemos elegir un tipo de papel que coincida con los límites del dibujo de nuestro documento AutoCAD. Si no es así, o bien el papel no será suficientemente grande para albergar el dibujo, o bien nos sobrará espacio. Si en lugar de en el espacio modelo trabajamos en el espacio papel y empleamos algunas de las vistas de presentación, sí que podríamos imprimir con otros tipos de papel, ya que AutoCAD se encargaría de realizar la presentación.

Es posible también cambiar las propiedades del papel, sus tamaños, márgenes, etc., aunque lo habitual es no hacerlo porque los trazadores ya vienen con una serie de tamaños prefijados, y no suele ser necesario cambiarlos.

En cuanto a los tipos de trazado, existen cuatro opciones diferentes para trazar un dibujo:

Trazado de extensión: incluye en el trazado todo lo que esté dibujado en el documento, y escala el trazado en función de cuál sea el espacio necesario para incluir a todos los elementos del dibujo.

Trazado de límites: es el trazado por el cual se imprime sólo lo que esté dentro de los límites de nuestro modelo (el definido por el comando LIMITES). Es la opción más lógica y natural. Si hacemos coincidir los límites con el tamaño exacto del papel tendremos un trazado perfecto.

Trazado de pantalla: incluye en el trazado todo lo que se vea en la vista actual que tengamos del espacio modelo. Si nuestra vista es muy general, podremos trazar una gran parte del modelo. Si es una vista centrada en un elemento (mucho zoom), sólo trazaremos esa parte del modelo.

Trazado de ventana: es un tipo de trazado en el cual AutoCAD nos permite seleccionar, mediante una ventana rectangular, qué parte del documento queremos trazar.

Es conveniente, muchas veces, centrar el trazado con respecto a los márgenes del papel. Para eso está la opción “Centrar trazado”.

La otra opción reseñable es la opción “Escala de trazado”, que permite modificar el tamaño de lo trazado. Es una opción que no se debe utilizar alegremente, sobre todo si empleamos un trazado de límites que esté pensado para coincidir con un tamaño de papel, porque nos puede echar al traste el mapeo entre el modelo y el papel.

Se puede modificar la escala del trazado a voluntad e incluso permitir que AutoCAD calcule la escala hasta ajustar con los límites del papel. Este tipo de opciones tiene más sentido en trazados como el de extensión, pantalla o ventana, pero tiene poco sentido en un trazado de límites.

Dado que existen muchas opciones para trazar un documento, podemos realizar siempre una vista preliminar para comprobar que el trazado es el que buscábamos. El trazado más recomendable cuando se trabaja en el espacio modelo como si éste fuera una hoja de papel de un tamaño prefijado, es un trazado de límites, centrado y sin modificación alguna de la escala de trazado (escala de trazado 1).

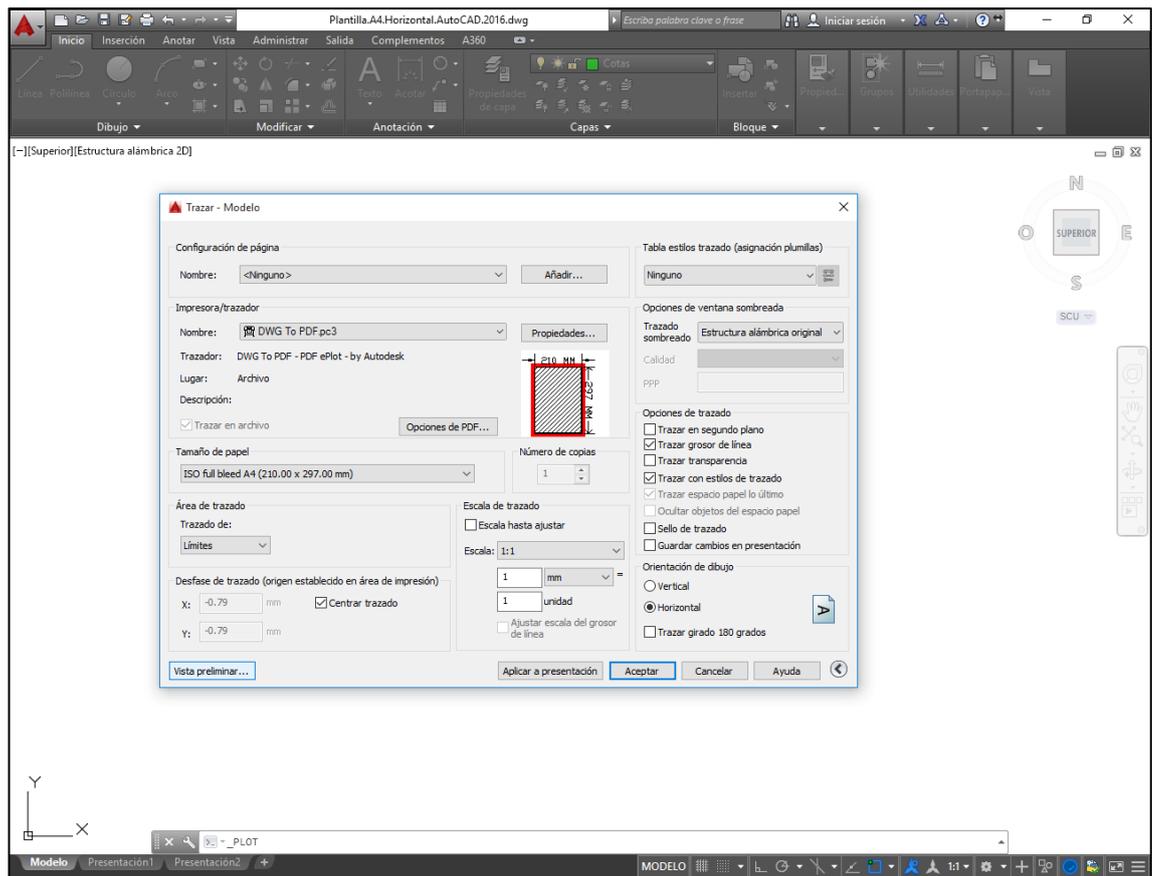


Figura 3.23 – Menú para trazar dibujos en AutoCAD.

3.9 – Personalización del CAD

Debido a la extensa popularización de las herramientas CAD, muchas de ellas se han especializado para diversos colectivos. En el caso de AutoCAD, existen toda una serie de tareas y elementos que se repiten sistemáticamente, de modo que la creación de herramientas que permitan la agilización o automatización de tareas y su desarrollo de un modo más cómodo, permite sacar más partido al entorno CAD. Dichas herramientas suelen estar enfocadas a grupos de trabajo profesionales con características diferenciadas: ingenieros, arquitectos, diseñadores gráficos, etc. Esto conlleva distintos modos de trabajo y distintas necesidades.

Entre los elementos que permiten la personalización de AutoCAD podemos encontrar las tabletas digitalizadoras, las pizarras virtuales, las plantillas de elementos, y las rutinas programables.

Las tabletas digitalizadoras son dispositivos muy utilizados en CAD y otros campos del trabajo asistido por computador. Una tableta digitalizadora es un periférico que permite al dibujante introducir gráficos o dibujos a mano, tal como lo haría con lápiz y papel. También permite apuntar y señalar los objetos que se encuentran en la pantalla. Es por tanto, un sustituto del ratón, aunque puede complementarse con él. De hecho, los usuarios de tabletas se ven menos afectados por lesiones en muñecas y brazos como consecuencia de movimientos repetitivos al usar el teclado y el ratón, como el síndrome del túnel carpiano.

La tableta consiste en una superficie plana (que habitualmente se sitúa sobre una mesa), de un tamaño ligeramente superior al de una alfombrilla de un ratón, sobre la que el usuario puede dibujar una imagen utilizando un lápiz virtual que interactúa con la pantalla y que viene junto a la tableta. La imagen puede también aparecer en la tableta, aunque lo normal es que lo haga sólo en la pantalla del ordenador.

Una pizarra virtual es algo similar a una tableta, ya que también se usa un dispositivo apuntador, pero en este caso el espacio disponible para dibujar es mucho más grande y suele corresponder con una superficie vertical, de manera análoga a una pizarra clásica.

Las plantillas de elementos son bibliotecas de figuras muy utilizadas, pero que no forman parte de la lista de elementos disponibles por AutoCAD. Por ejemplo, un arquitecto necesita muchas veces situar puertas y ventanas, y estos elementos se representan casi siempre de forma similar. Para este tipo de usos, resulta útil disponer de una plantilla de elementos que contenga todos estos objetos. Hasta hace unos años se comercializaban periféricos similares a las tabletas digitalizadoras que contenían plantillas de elementos, de modo que el profesional podía seleccionar un elemento simplemente seleccionándolo mediante un lápiz virtual o algún otro accesorio periférico similar. Hoy en día existen versiones de AutoCAD especializadas en arquitectura, ingeniería civil, ingeniería eléctrica, etc. por lo que el propio AutoCAD viene con bibliotecas muy extensas de elementos, que además se pueden parametrizar de múltiples formas, por lo que el uso de las plantillas es hoy menos necesario.

El último elemento reseñable en la personalización del CAD, pero no por ello el menos importante, son las rutinas programables. AutoCAD permite realizar tareas de modo programático. Es decir, se pueden hacer programas que se encarguen de dibujar por nosotros, generando los comandos de AutoCAD necesarios para construir un dibujo de AutoCAD, siempre que para dibujar ese elemento se pueda encontrar un algoritmo que permita realizar dicha tarea de forma sistemática.

Entre los lenguajes/entornos de programación en los que se pueden programar rutinas para dibujar en AutoCAD, tenemos: Visual Basic (AutoCAD VBA), .NET (AutoCAD.Net), C++ (ObjectARX) y LISP (AutoLISP).

De entre todos ellos, AutoLISP es el más conocido. AutoLISP es el lenguaje de programación que viene incorporado por defecto en AutoCAD. Se utiliza para crear programas que sean capaces de generar dibujos automáticamente. AutoLISP permite generar comandos personalizados por el usuario utilizando los comandos básicos de AutoCAD. Estos comandos personalizados realizarán las actividades que queremos automatizar.

Prácticamente todas las actividades que se pueden hacer manualmente pueden realizarse de modo automático mediante AutoLISP. Este lenguaje dispone de un amplio conjunto de funciones que se pueden utilizar para realizar cualquier actividad en AutoCAD automáticamente. Tiene funciones de programación general para la manipulación de variables, control de decisión, bucles, operaciones matemáticas, manejo de errores y manejo de funciones. AutoLISP permite, además, interactuar con el usuario para solicitarle información sobre algunos parámetros necesarios para realizar el dibujo.

Los programas hechos en AutoLISP amplían los comandos, posibilidades y aplicaciones de AutoCAD, creando así soluciones a medida para cada problema en particular, desde cambiar los tipos de trazos de una línea, hasta el diseño de una pieza paramétrica, llegando a cálculos complejos, convirtiéndose en gran ayuda para las aplicaciones de ingeniería.

A continuación, podemos ver un pequeño ejemplo que permite dibujar 3 líneas que parten de un mismo punto, especificando 4 puntos (el punto central más otros 3 alrededor de éste).

```
;;;;;;;;;; Rutina para dibujar tres líneas desde un punto central
(DEFUN c:dibuja_lineas (/ pt1 pt2 pt3 pt4)
  (PROMPT "\nEste programa dibuja tres líneas desde un punto central")
  (SETQ pt1 (GETPOINT "\nPrimer punto: "))
  (SETQ pt2 (GETPOINT "\nSegundo punto: "))
  (COMMAND "_line" pt1 pt2 "")
  (SETQ pt3 (GETPOINT "\nTercer punto: "))
  (COMMAND "_line" pt1 pt3 "")
  (SETQ pt4 (GETPOINT "\nCuarto punto: "))
```

```
(COMMAND "_line" pt1 pt4 "")  
)
```

Algoritmo 3.1 – Programa AutoLISP para dibujar 3 líneas desde un punto central.

La palabra clave DEFUN sirve para definir una función en AutoLISP. La palabra clave GETPOINT permite señalar un punto en pantalla, o bien introducirlo mediante teclado, por lo que permite la interacción con el usuario. SETQ sirve para dar valores a una variable. PROMPT permite escribir un mensaje visible en la línea de comandos. Por último, la palabra clave COMMAND permite ejecutar comandos de AutoCAD, de manera que podemos automatizar prácticamente cualquier tarea que sea susceptible de ser descrita mediante una serie de reglas bien definidas.