UIN UNIVERSIDAD INSURGENTES

INTRODUCCIÓN A LAS APLICACIONES CAD

Diseño Digital

Bloque 3

DDA0120

El presente material recopila una serie de definiciones, explicaciones y ejemplos prácticos de autores especializados que te ayudarán a comprender los temas principales de este bloque.

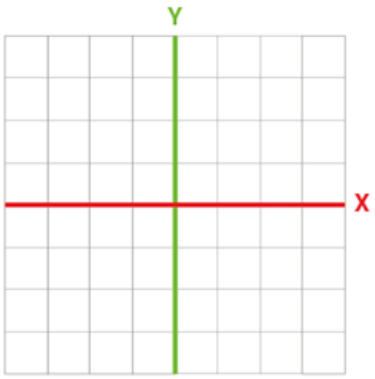
Las marcas usadas en la antología son única y exclusivamente de carácter educativo y de investigación, sin fines lucrativos ni comerciales.

4. Introducción a las aplicaciones CAD

El término CAD es un acrónimo en inglés, *Computer Aided Design*, su traducción al español es diseño asistido por computadora (DAC), o diseño asistido por ordenador (DAO), aunque el acrónimo inglés es el más utilizado. Se puede entender el CAD como la aplicación de tecnologías de la información y de la comunicación en el proceso de diseño (Universitat de Valencia, s.f.).

Para comprender mejor la lógica de un programa CAD es importante estar conscientes del *espacio* que rige AutoCAD. En un principio es un sistema de coordenadas cartesianas (*XYZ*) que se ve constituido de la siguiente manera:

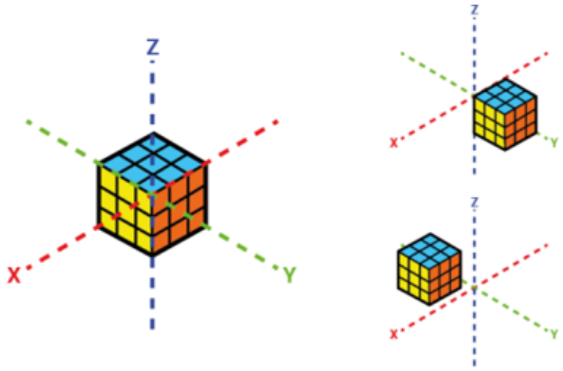
Figura 1. Coordenadas de X Y



A esta representación bidimensional tradicional, denominada *plano cartesiano*, conformado por *X* y *Y*, se le agrega otro nuevo parámetro para ascender a una representación tridimensional: *Z*, el cual determinará la altura de cualquier trazado que realicemos. A este espacio tridimensional se le da el nombre de *espacio euclidiano*.

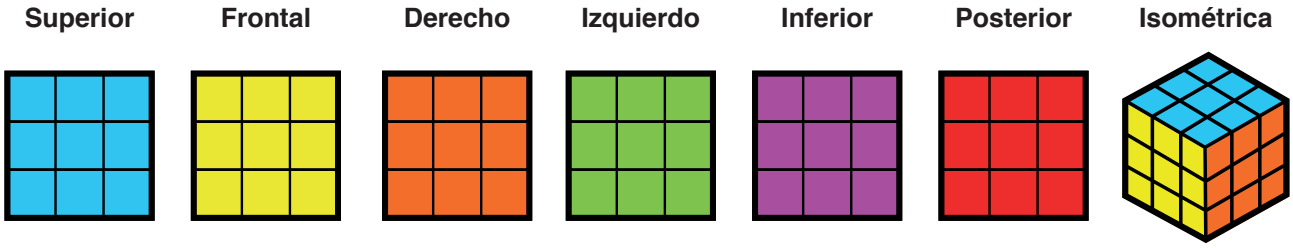
Tomaremos como referencia para ejemplificar el espacio euclidiano un objeto que es ampliamente conocido: un cubo Rubik tradicional con todos sus módulos organizados.

Figura 2. Coordenadas de X Y Z



Dentro del programa existen diferentes opciones para visualizar cada objeto que se dibuje (vista superior, frontal, lateral derecho e izquierdo, superior, posterior y vista isométrica). En este caso se asumirá que cada cara del cubo tiene un color diferente, tomando como punto de partida la cara superior de la representación anterior.

Figura 3. Principales opciones de visualización AutoCAD



Al tomar otro objeto como las vistas mencionadas, se representarían de esta forma:

Figura 4. Vistas de una copa de vino



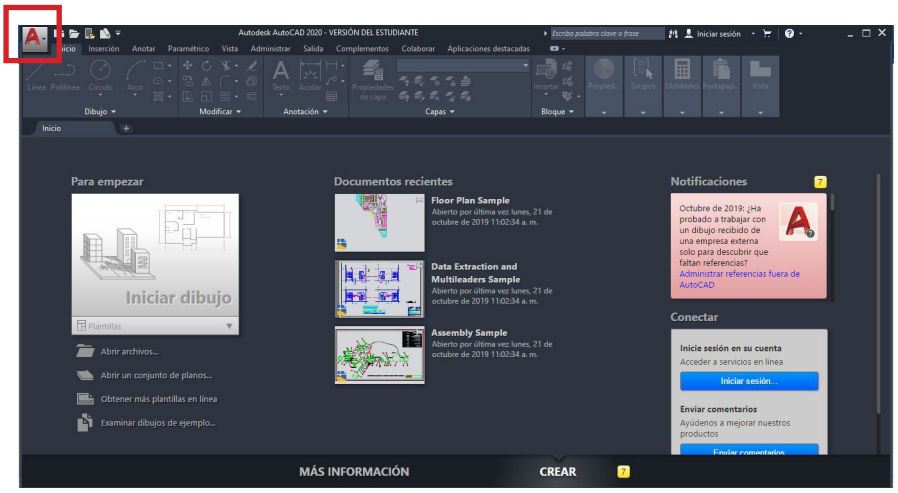
Un ejemplo de aplicación CAD es AutoCAD, un software de diseño asistido por computadora (CAD), comúnmente es usado por arquitectos, ingenieros y profesionales de la construcción para crear dibujos precisos en 2D y 3D. Ayuda a tener una perspectiva más realista de ideas que se pueden ejecutar dentro de la industria. Es por esto que en el presente bloque se usará como referente la aplicación AutoCAD para explicar las características y funcionalidades propias de las aplicaciones CAD.

4.1. Interfaz gráfica

Al conocer el funcionamiento del espacio de trabajo de AutoCAD, podemos proceder con la interfaz gráfica del programa.

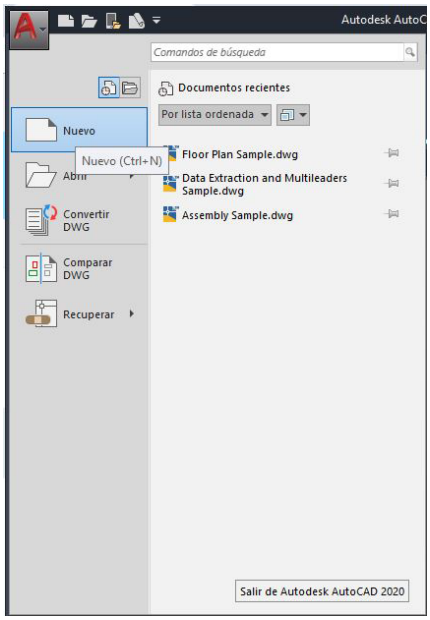
Una vez abierto se observa la siguiente pantalla:

Figura 5. Ubicación del menú de la aplicación



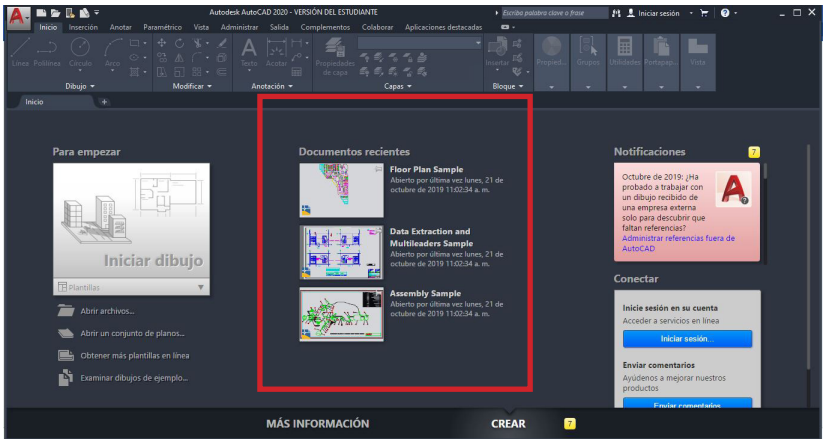
En la esquina superior izquierda se encuentra el icono “A”, el cual representa el menú de la aplicación. Al hacer clic en éste se desplegarán las siguientes opciones básicas:

Figura 6. Opciones básicas de AutoCAD



Estos conceptos son básicos dentro de cualquier tipo de software, no son exclusivos de AutoCAD. También se tiene la opción de elegir alguna plantilla predeterminada, como se ejemplifica en el siguiente apartado y la fig. 7.

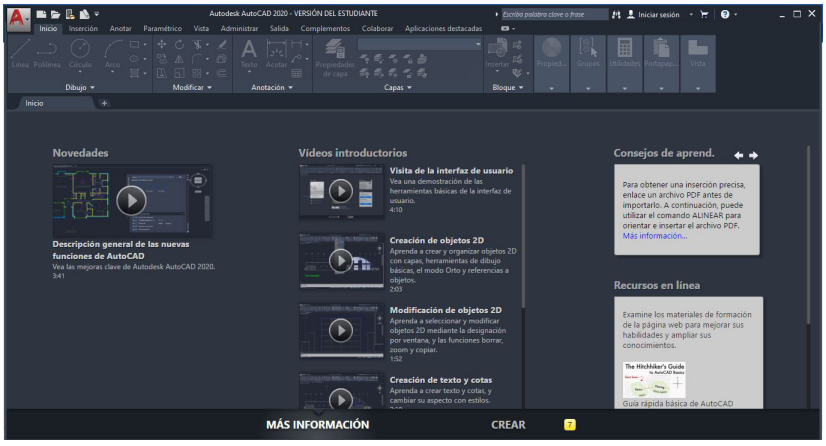
Figura 7. Plantillas y documentos recientes



En la pantalla de inicio también se puede iniciar sesión, acceder a un pequeño *newsletter* con algunas noticias para el uso de *software* en el apartado *Crear*.

Dentro de *Más información* se pueden encontrar videos introductorios a las funciones de AutoCAD y las mejoras de cada versión del programa (fig. 8).

Figura 8. Apartado de Más información

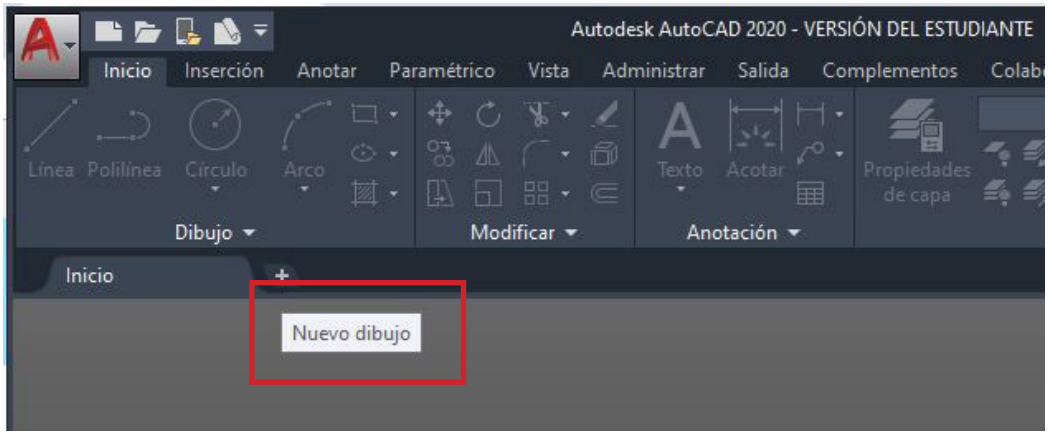


Por el momento, inicia un nuevo documento sin plantillas, para comenzar a familiarizarte con el programa.

4.1.1. Entorno de la interfaz y primeros trazos

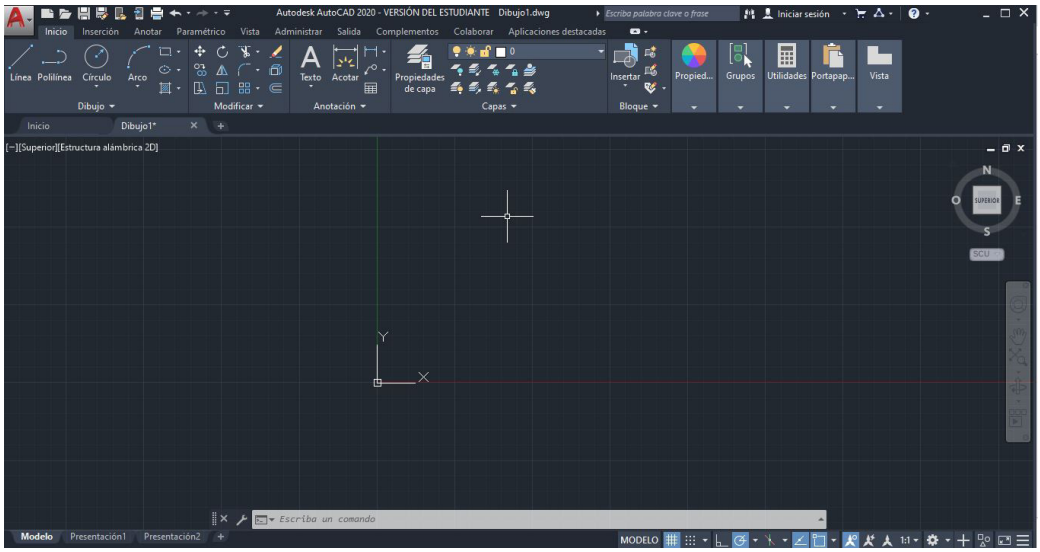
Para iniciar un nuevo documento sin acceder a alguna plantilla, selecciona la pestaña con el icono + como lo muestra la siguiente figura:

Figura 9. Nuevo dibujo



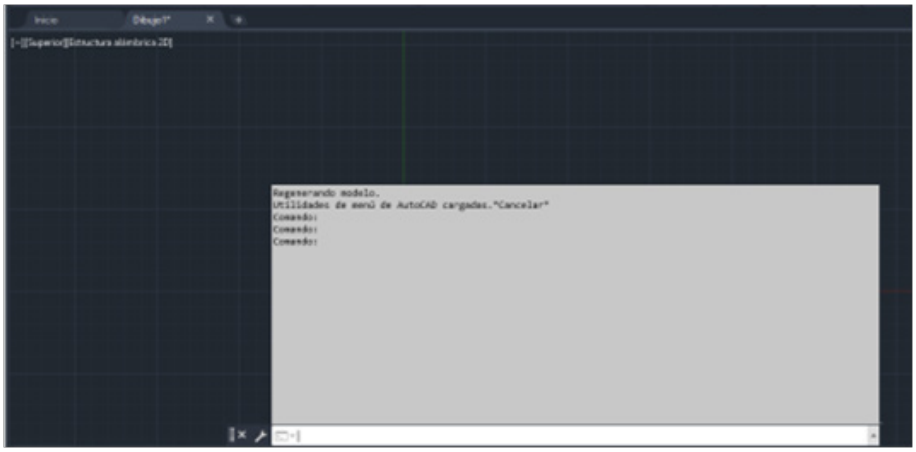
Una vez abierto el nuevo dibujo, aparecerá un espacio de trabajo limpio, ubicado por coordenadas como ya se mencionó.

Figura 10. Espacio de trabajo en limpio



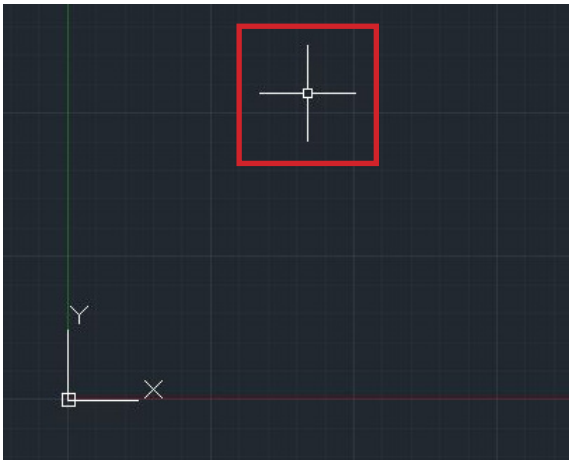
Se puede notar que la barra de herramientas superior ha dejado de ser color gris y ahora permite seleccionar cada uno de los iconos, los cuales están divididos por pestañas (Inicio, Inserción, Anotar, etc.). Es importante mencionar que, en este programa, cada acción se ve reflejada dentro de la barra de comandos que se encuentra en la parte inferior de la ventana. Esta ventana se puede describir como una historial con todas las acciones que se realizan dentro del software, la cual incluirá los comandos más básicos, como guardar y se puede abrir o minimizar, seleccionando la pestaña derecha con la flecha.

Figura 11. Comandos



Dentro del área de trabajo puedes hacer *zoom in* o *zoom out* con ayuda del pad del *magic mouse* o bien con el mouse. El cursor es aquél que tiene forma de cruz, para hacer zoom o alejarse, el software tomará como referencia la posición del mismo:

Figura 12. Navegador y coordenadas

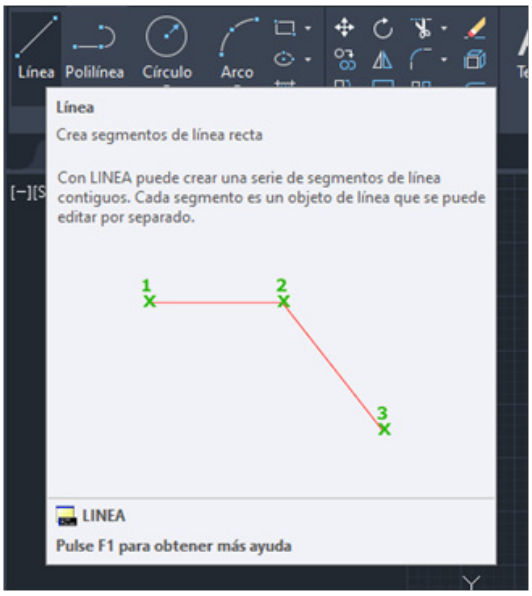


4.1.2. Operaciones con líneas

Cuando se comienza a trazar cualquier forma en AutoCAD, lo más recomendable es hacerlo cerca de las guías de *X Y*, para mantener cierto orden.

Dentro de la barra de herramientas superiores encontramos algunas de las más básicas de este software, como Línea, Polilínea, Círculo y Arco (fig. 13).

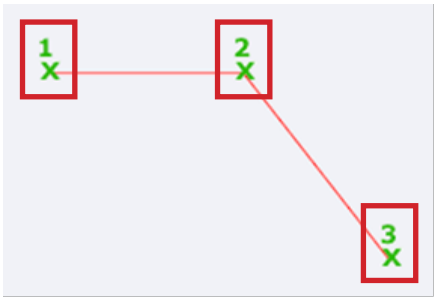
Figura 13. Herramienta línea



La herramienta Línea permite trazar líneas independientes que, a pesar de que la continuación del trazado sea en el mismo punto, el programa lo interpretará como elementos independientes entre sí.

Cada uno de los puntos de referencia que se utilizan, se definen como *nodos*, indicados en los cuadros rojos de la figura 14.

Figura 14. Nodos



Si al trazar una línea buscas que aparezcan guías que permitan crearlas completamente rectas, activa el Rastreo polar, ilustrado en la figura 15.

Figura 15. Ubicación de la opción rastreo polar

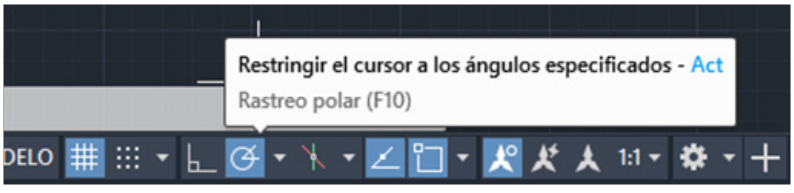
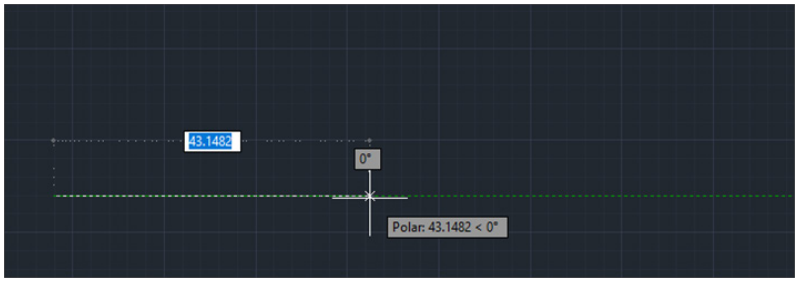
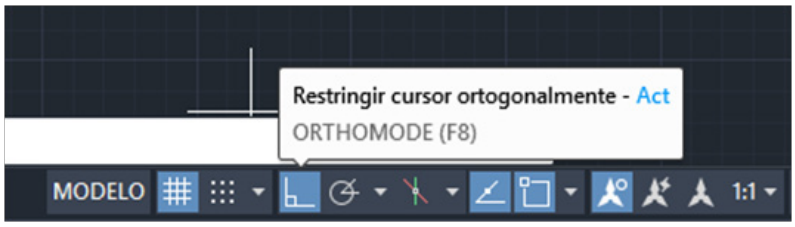


Figura 16. Guías de rastreo polar



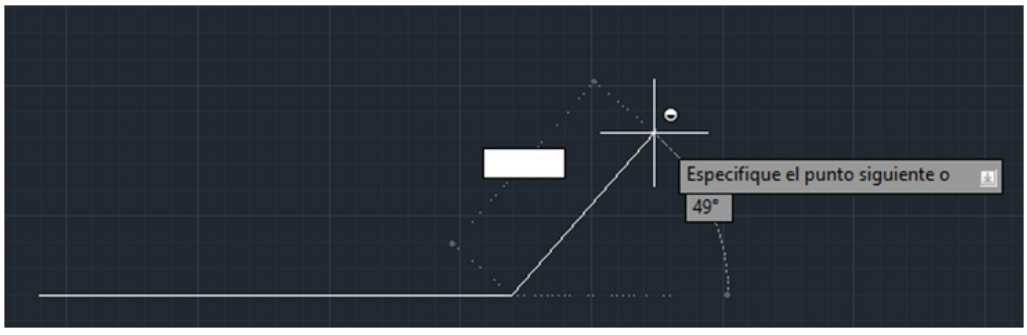
Otro modo de trabajo para trazar líneas es con Orthomode, el cual sólo permitirá trazar líneas verticales u horizontales. En la figura 17 puedes ver su ubicación para activarla.

Figura 17. Orthomode



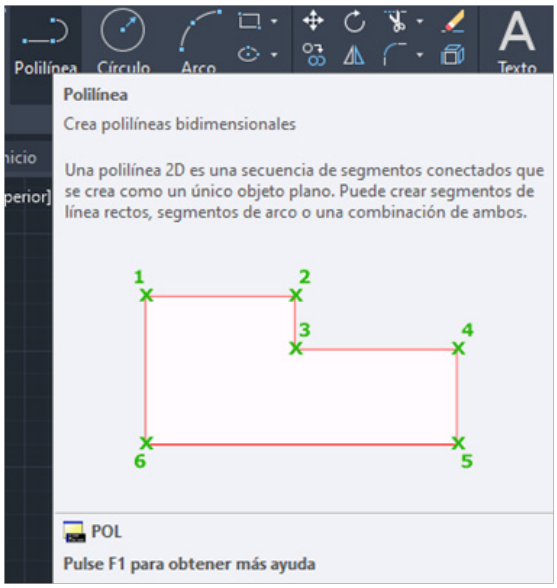
Pero si lo que deseas es crear líneas con un ángulo determinado, una vez que hayas trazado un nodo de referencia, sólo hay que presionar la tecla TAB, y aparecerá un pequeño cuadro de diálogo, el cual permitirá elegir el ángulo de la siguiente manera:

Figura 18. Ángulo determinado



La siguiente herramienta es Polilínea. A diferencia de la herramienta Línea, ésta permite cerrar formas y el programa reconocerá todas las líneas como un solo objeto.

Figura 19. Polilínea



Dentro de este apartado también se encuentra la herramienta Círculo, la cual se traza como una inserción de círculos en cualquier programa. Se presiona con un clic sostenido para trazar a partir del radio del círculo.

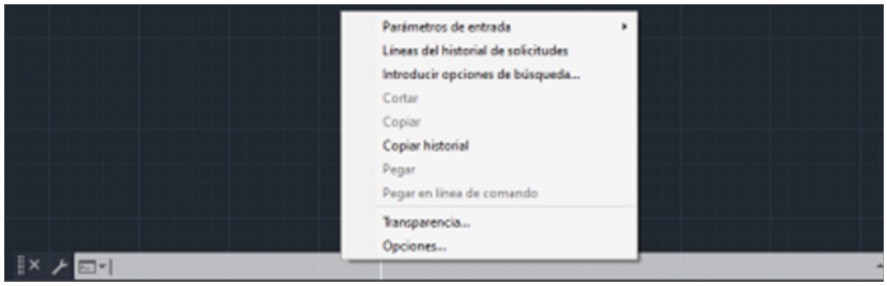
En caso de querer cancelar alguno de los comandos o acciones realizadas, presiona ESC. En todo momento, para deshacer ésta u otra acción te puedes auxiliarnos con la combinación Crtl+Z.

4.1.3. Uso de distancias exactas

Las distancias exactas permiten determinar las unidades de medida dentro del dibujo, se pueden medir o usar las distancias que más convenga, según el tipo de proyecto que se realice.

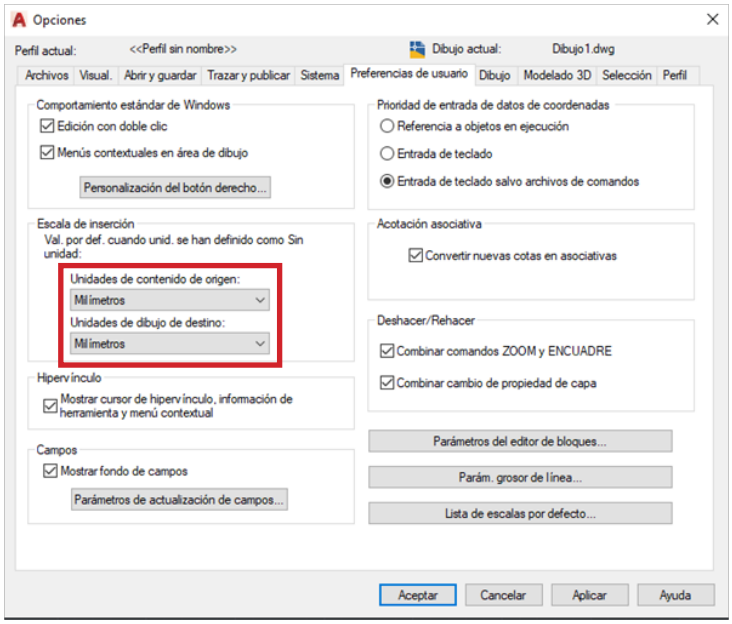
Para usar las distancias exactas, debes ubicarte en el comando de AutoCAD, dar clic derecho y elegir dentro del panel de opciones:

Figura 20. Panel de opciones de documento



Aparecerá el siguiente panel, a continuación deberás dirigirte a la pestaña Preferencias de usuario, como en la siguiente figura:

Figura 21. Pestaña Preferencias de usuario



En el caso de que se necesite importar un archivo de otro programa, como punto de referencia de otro archivo, en el apartado Unidades de contenido de origen se insertarán sus unidades de medida.

En el apartado Unidades de dibujo de destino es donde se pondrán las unidades del documento actual.

Las unidades de medida con las que cuenta son milímetros, centímetros, metros, kilómetros, micropulgadas, milipulgadas, yardas, ángstroms, nanómetros, micrómetros, decímetros, decámetros, hectómetros, gigametros, unidades astronómicas, años luz y parsecs.

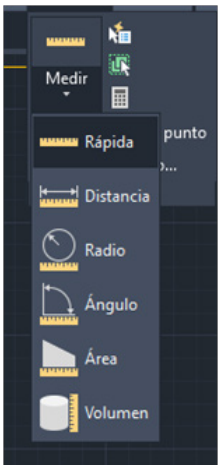
Una vez definida la unidad de medida, se puede trazar con distancias en una métrica a medida o a escala que se ajuste a las necesidades.

Existen diferentes formas para conocer la distancia entre dos objetos diferentes o trazados, la básica es a partir de la herramienta *Medir*, dentro del panel Utilidades.

Figura 22. Comando Medir



Figura 23. Opciones de Medir

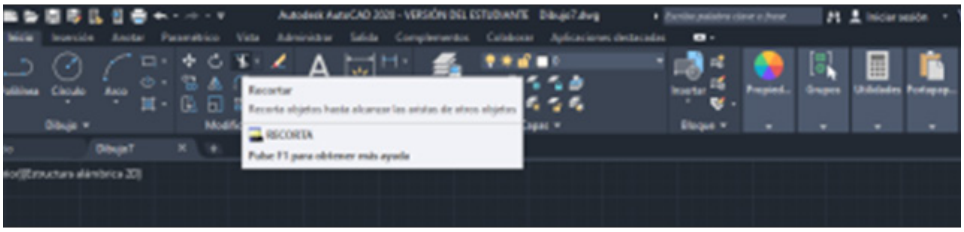


También puedes auxiliarte en el modo del Rastreo polar para determinar medidas exactas en el momento de trazar; la herramienta *Medir* puede servir cuando ya se tiene un avance y se necesitan hacer ajustes.

4.1.4. Comandos Trim y Extend

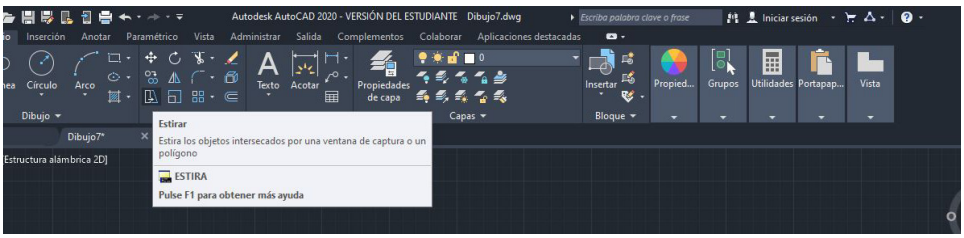
Los comandos *Trim* y *Extend* son los equivalentes a recortar y extender; estas herramientas auxilian en el momento de recortar o alargar las líneas o trazos que se indiquen por medio de un punto de referencia. Ambas se encuentran ubicadas en el segundo apartado de herramientas, tal y como se muestra a continuación.

Figura 24. Ubicación de Recortar



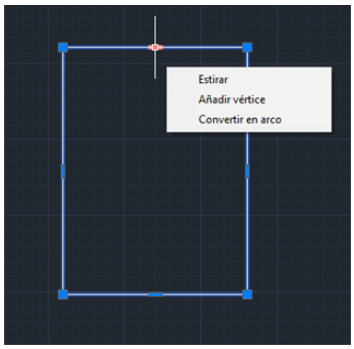
El comando *Trim* funciona para intersecciones de segmentos de línea, polilínea y figuras básicas. Al momento de borrar estos segmentos es conveniente elegir todo aquello que se quiera borrar en sólo un clic con el puntero, ya que podría borrar toda la línea o la figura si se da un clic sostenido.

Figura 25. Ubicación de Estirar



Para estirar una forma o línea con el comando *Estirar*, no siempre es necesario elegir directamente la herramienta, pues también es posible seleccionar la forma y marcar el lado que se quiere extender, al hacer esto aparecerá una guía como la siguiente:

Figura 26. Estirar guías



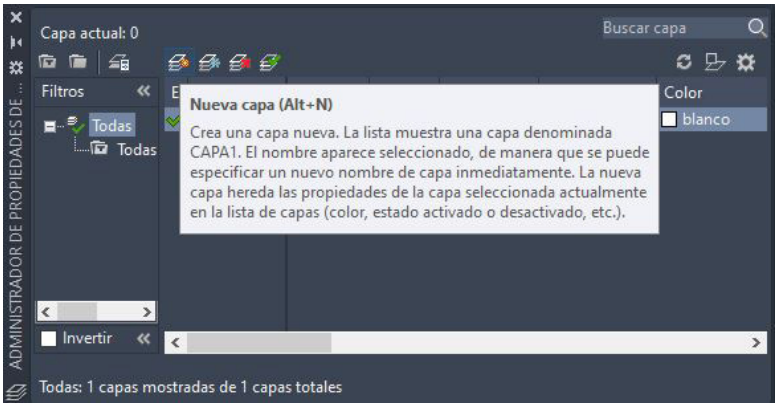
Si se posiciona el cursor por unos segundos dentro de las guías que se encuentran al centro o a los extremos de la figura, aparecerá el apartado *Opciones* que incluye la opción *Estirar*. Al elegirlo se puede modificar la figura como mejor convenga.

4.2. Uso de capas, bloques y comandos de dibujo

La función *Capas* en AutoCAD es similar a la que se observa en Illustrator, su objetivo es ayudar a organizar todos los elementos en el espacio de dibujo. La diferencia radica en que desde el apartado Capas de AutoCAD se puede elegir en el Color, la que se presentará en el espacio de trabajo, y en el Grosor de línea, la cual será mucho más evidente al momento de exportar el archivo.

Al iniciar un dibujo vendrá por defecto con una Capa 0, lo óptimo es que se separemos el trabajo de ésta, ya que no viene con valores especificados. Lo ideal es siempre organizar y personalizar las capas según convenga el propósito de cada proyecto. Si, por ejemplo, se crea una nueva capa, aparecerá de la siguiente manera:

Figura 27. Nueva capa



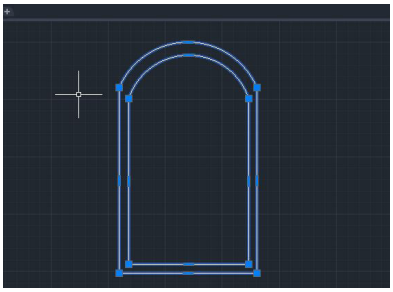
En todas las capas que se creen, para permitir su edición dentro de ella se debe definir como “capa actual” (fig. 28). Se podremos trazar a partir de ella y cada color aparecerá con el cual se especifique.

Figura 28. Definir capa actual



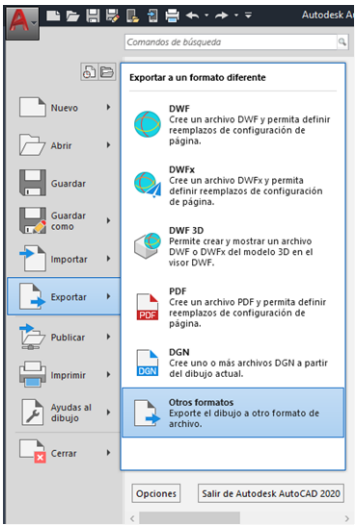
La función *Bloques* se podrá utilizar cuando se quiera duplicar una figura para insertarla más fácilmente. Por ejemplo, supón que se necesita duplicar un conjunto de formas de la siguiente manera:

Figura 29. Simulación de formas



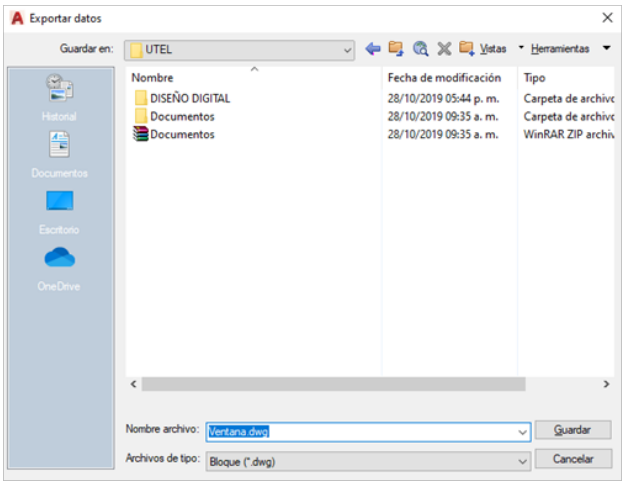
Una vez que el objeto tiene las cualidades que se requieren, se selecciona, para lo cual hay que abrir el menú *A* y elegir la opción *Exportar*, al hacerlo el sistema mostrará distintas opciones, por el momento escoge otros formatos.

Figura 30. Exportar bloque



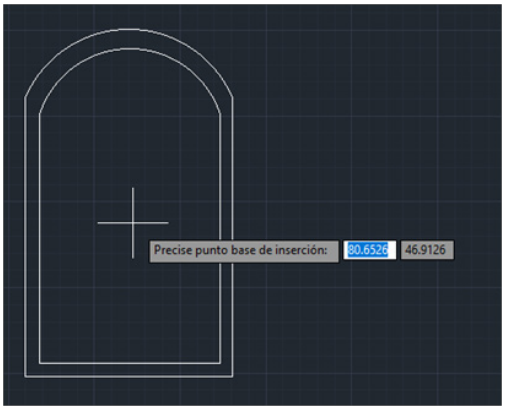
Es necesario elegir una ruta dentro de la computadora y asignarle un nombre al archivo que se está creando. En este paso es importante escoger en la opción *Formato* el apartado *Bloque*, de lo contrario éste no se guardará como un recurso reutilizable. En la sección de comandos aparecerá el texto que se muestra en la figura 31, a continuación, se deberá escribir el nombre que se le dio a la ruta y se elige *Bloque* en el apartado inferior.

Figura 31. Asignación de nombre



El sistema pedirá que se elija el punto de inserción del bloque, para este archivo en especial se seleccionará el punto medio (fig. 32).

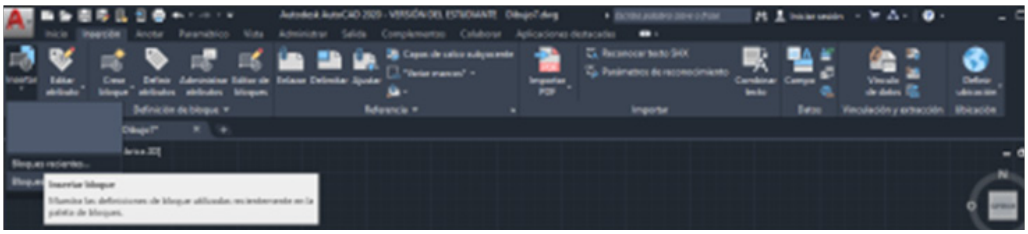
Figura 32. Punto de inserción



Para el siguiente paso, crea un documento nuevo dentro de AutoCAD y en las pestañas superiores del panel de herramientas elige *Insertar* y, en seguida, *Insertar bloque*.

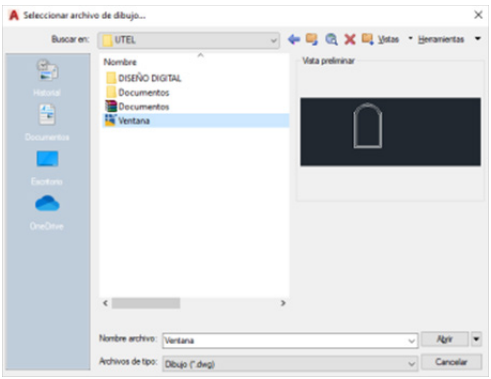
Al desplegarse la opción, se encuentran algunas plantillas de bloque del programa pero, en este caso, se insertará el realizado, de la siguiente manera:

Figura 33. Más opciones



En la ventana que aparece busca la ruta que se insertó anteriormente el bloque que trazaste y elige *Aceptar*. De esta manera se permitirá añadir este nuevo elemento de forma libre y sin volver a trazarlo. El bloque aparecerá en el puntero de navegación para colocarlo en el lugar que sea parezca más conveniente.

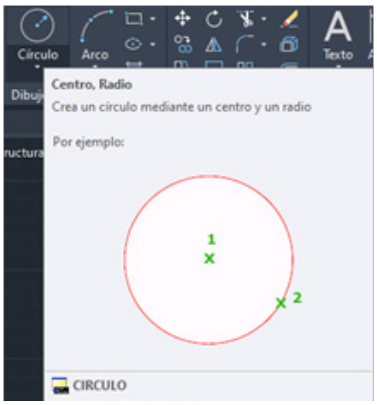
Figura 34. Colocar bloque



En caso de que desees realizar cambios dentro del archivo de origen de nuestro bloque, da doble clic con el puntero y aparecerá un nuevo espacio de trabajo donde será posible hacer las modificaciones pertinentes, siempre y cuando se guarden dentro de ese espacio de trabajo. Cabe aclarar que se debe cuidar que las unidades de medida que se utilicen en el bloque sean las mismas que las de origen para no tener cambios extraños de escala.

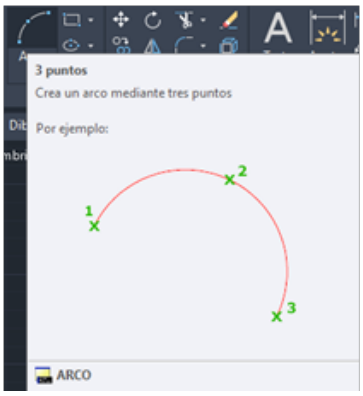
También se pueden encontrar bloques ya prediseñados en la red.

Figura 35. Círculo



Ahora, un arco es una figura básica que ha sido clave para representar gráficamente la sensación de movimiento. En este programa se traza a partir de tres nodos y tiene un apartado especial en la barra de herramientas.

Figura 36. Arco



También, en la parte del extremo derecho de ese apartado, están las herramientas *Rectángulo*, *Centro* y *Sombreado*.

Con *Rectángulo* se puede crear esta figura, a partir del centro de la misma, para modificar el tamaño y la forma se da clic sostenido; con *Centro* se pueden crear elipses.

En *Sombreado* se añade relleno a las formas que creamos, ya que al contrario de Adobe Illustrator, en este programa la diferencia entre relleno y línea se ve mucho más marcada.

Figura 37. Rectángulo y Centro

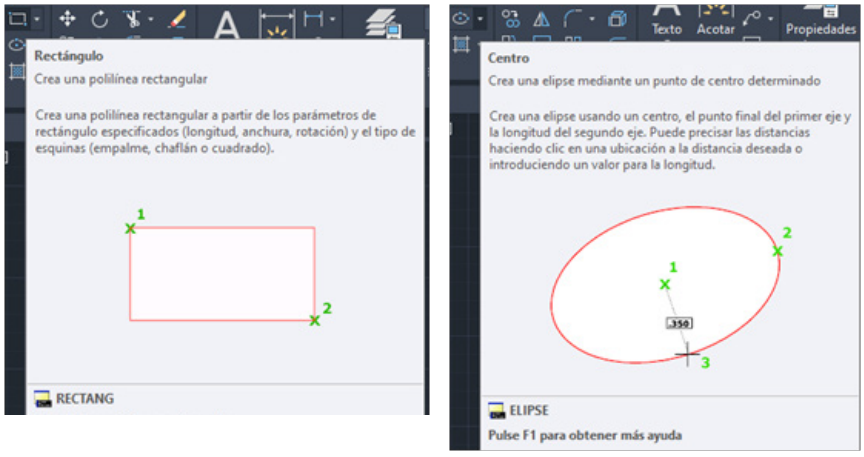
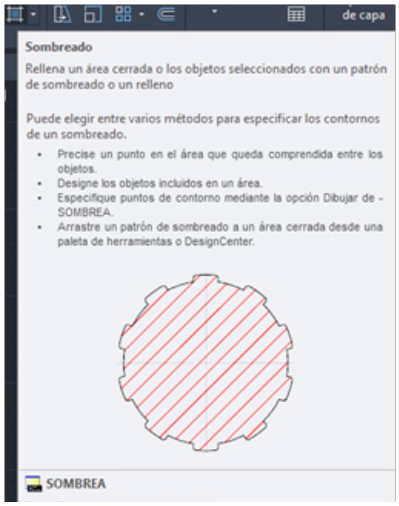


Figura 38. Sombreado

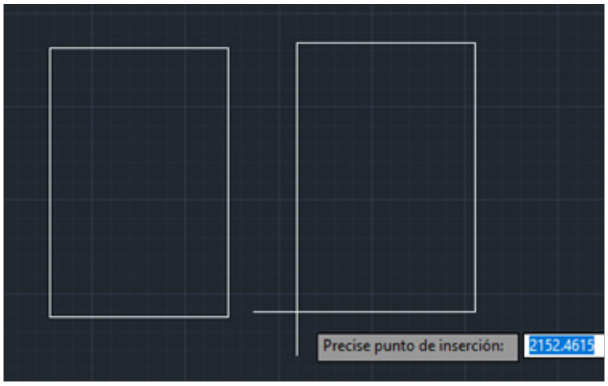


El sombreado es el relleno de cada forma y se puede incluir una textura que en el dibujo comúnmente se conoce como *achurado*.

4.3. Duplicación de objetos horizontalmente, verticalmente y radialmente

Para realizar la duplicación de objetos, el primer paso es seleccionar la forma que se tiene con el puntero y escribir en el espacio de trabajo el comando *Copiar*, con ello se podrá elegir dónde colocar el elemento deseado (fig. 39).

Figura 39. Copia de un elemento



Si lo que se necesita es rellenar un espacio determinado con esta forma, selecciona con el puntero la figura y escribe dentro del espacio de trabajo el comando *Matriz* (fig. 40). En la barra de comandos elige cuántos duplicados quieres de esta figura.

Figura 40. Comando matriz rectangular

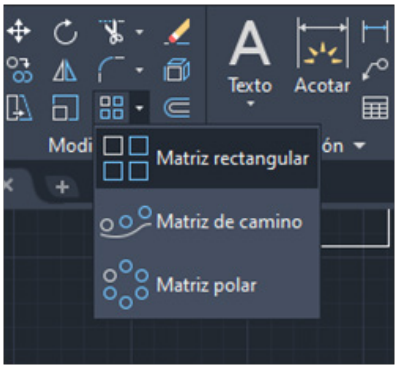
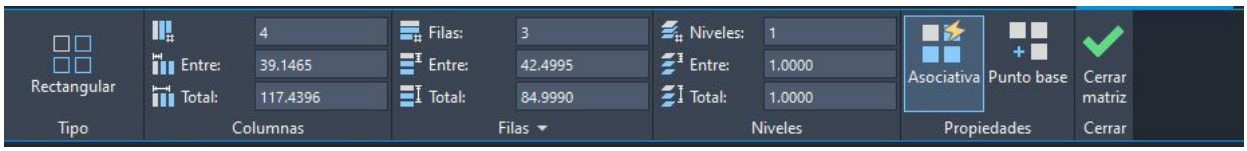


Figura 41. Opciones de duplicado



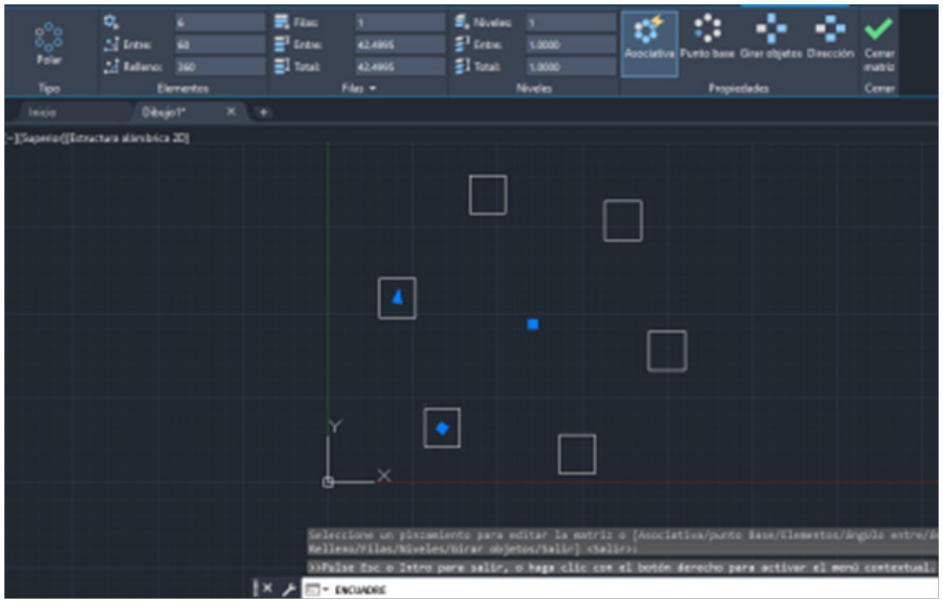
El comando solicitará que se determine el principio y el fin del área que se desea rellenar con la figura e, incluso, la distancia de separación de cada una de ellas con un tercer punto de referencia.

El duplicado de figuras se mostrará de acuerdo a los parámetros que se hayan especificado.

En el comando matriz, en el segundo apartado de las herramientas, selecciona la opción Matriz polar (fig. 42) para duplicar objetos de forma *radial* o *circular*.

A continuación, selecciona la forma que deseas duplicar y el programa pedirá el Punto central de la matriz que se puede especificar con el puntero o marcar directamente con las coordenadas.

Figura 42. Creación de Matriz polar



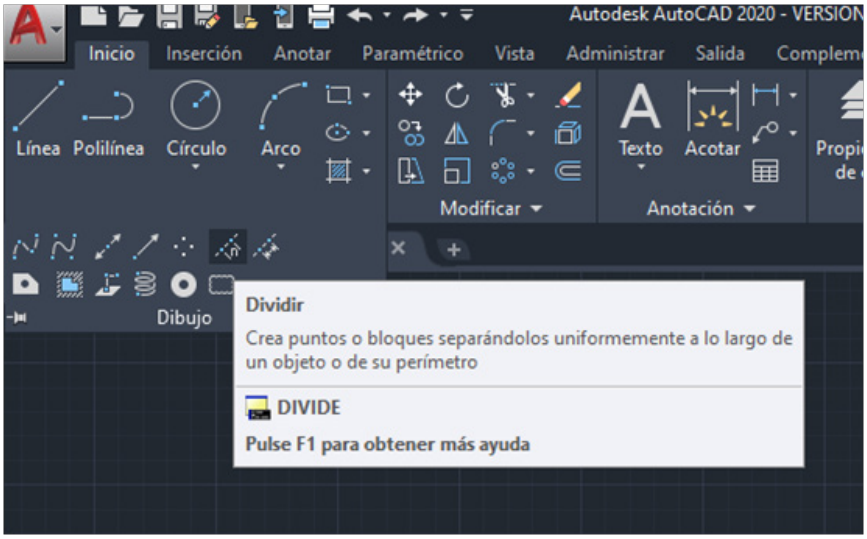
Con las diversas opciones de matriz polar que se encuentran en la parte superior de las herramientas se puede modificar el número de elementos y la distancia que vendrá por defecto de forma proporcional entre cada uno de ellos. En la opción *Relleno* se pueden insertar los grados del círculo que abarcarán; se puede elegir que el duplicado esté por filas y la distancia entre ellas.

Finalmente, desde el apartado *Dirección* se puede cambiar la posición en la que apuntan los elementos, no es necesario que sea a partir del centro de la Matriz polar.

4.4. Dividir en segmentos un objeto

Para dividir cualquier trazo, se pueden atender los siguientes pasos. En el apartado *Dibujo* seleccionamos el comando *Dividir*, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 43. Comando Dividir



Después de elegir el trazo que se quiere dividir, teclea el número de partes en las que se desee hacerlo, en caso de que no sea visible la división, ve a la división de utilidades y presiona el Tipo de punto, con lo cual se abrirá la siguiente ventana:

Figura 44. Ubicación de la herramienta

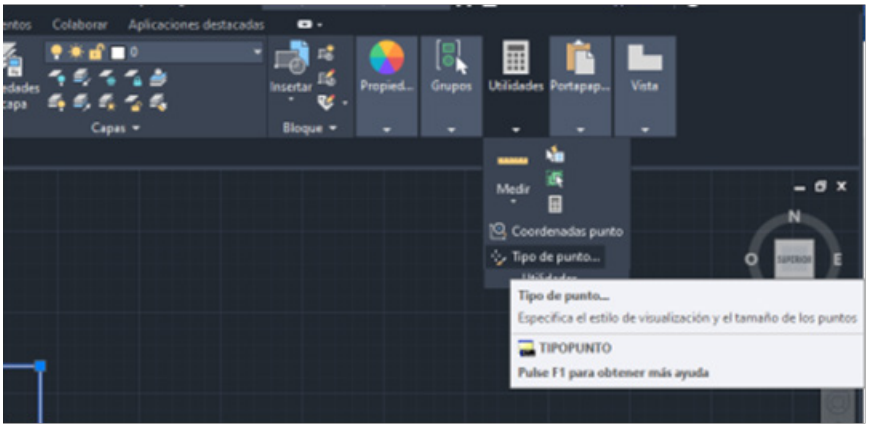
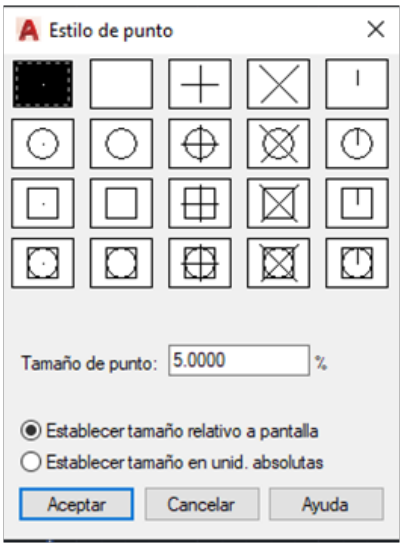


Figura 45. Tipos de punto



Aquí se elige el tipo de punto de referencia que aparecerá, así como su tamaño. De esta manera, podrán visualizarse completamente los segmentos en los que ha dividido el trazado.

4.5. Crear e insertar bloques complejos

En este apartado utilizarás exactamente los mismos comandos que en el apartado de bloques, con la única diferencia de que las formas son más complejas.

Para ello, sigue el mismo procedimiento pero ahora el ejemplo será un Nintendo Switch, el cual además de contener figuras básicas como el círculo y el rectángulo, también contiene matrices polares, arcos y líneas, además de utilizar la herramienta *trim* (recortar) en la parte del botón de cruz:

Figura 46. Nintendo Switch



Fuente: Nintendo (2019).

Figura 47. Dibujo de bloque complejo



Es notorio que las figuras son aproximadas. Con el mismo procedimiento que ya utilizado, selecciona todas las figuras y elige la opción *exportar* en el menú principal de AutoCAD para poder utilizarlo en otros espacios de trabajo.

4.6. Creación de diferentes tipos de línea

Este paso es importante, ya que, dependiendo de los diferentes tipos de línea, se podrán comunicar acotaciones con distintas aplicaciones, esto implica facilitar la interpretación de los dibujos en AutoCAD.

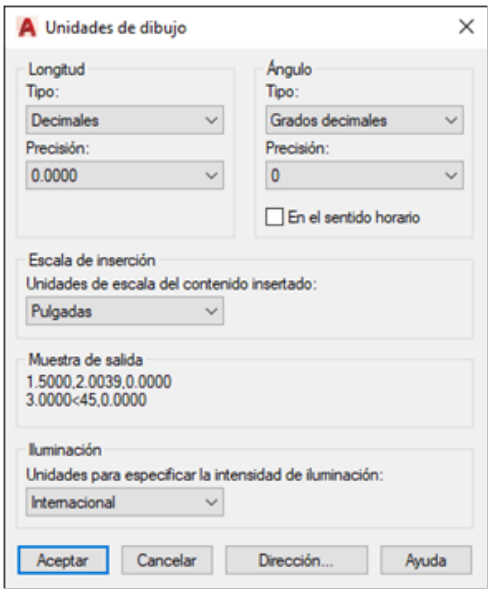
4.6.1. Escalas

Una opción mucho más sencilla para elegir la escala, además de la ya mencionada, consiste en escribir directamente en el espacio de trabajo el comando *Unidades*, que aparecerá de la siguiente manera:

Figura 48. Comando Unidades



Figura 49. Panel de unidades de dibujo

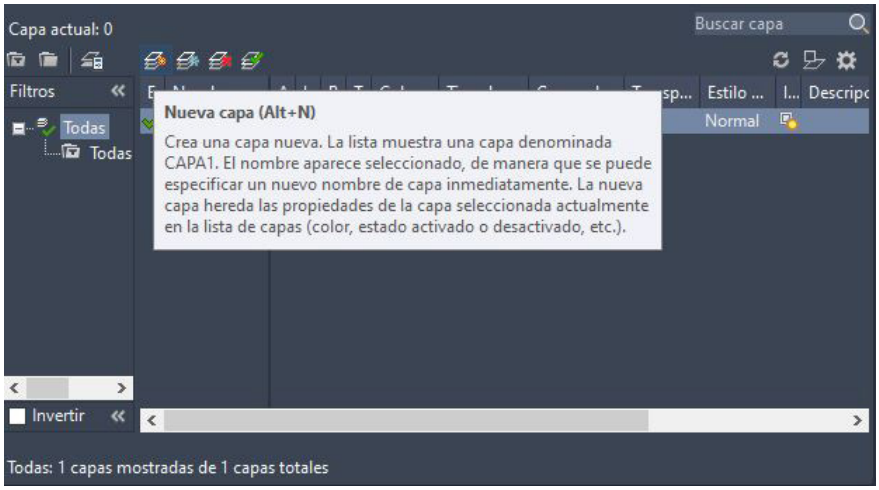


Según el proyecto que se trabaje, elige las características del espacio de trabajo.

4.6.2. Punteada

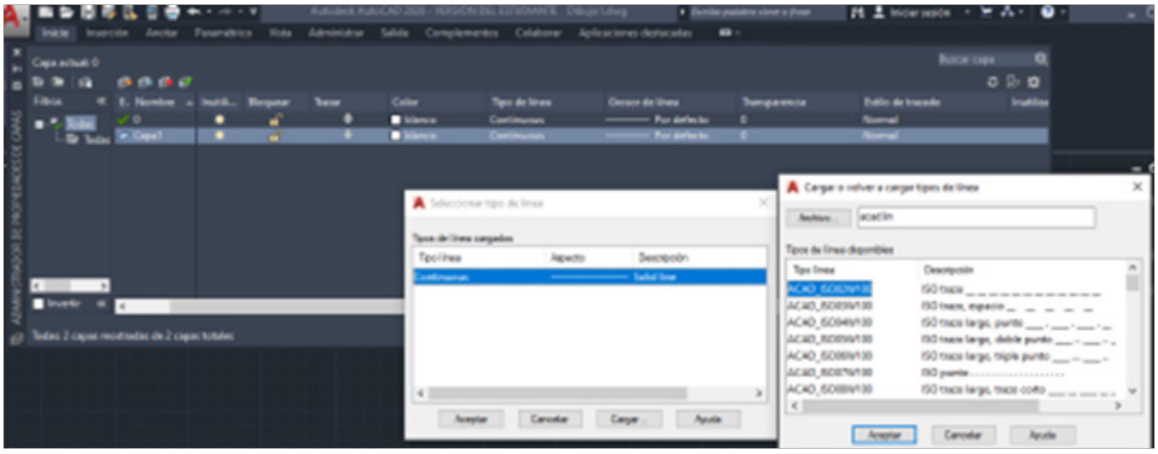
Para convertir un trazo continuo en una línea *punteada*, lo más conveniente será crear una nueva capa con los ajustes deseados. Para ello, coloca todos los elementos con línea punteada dentro de una Nueva capa. Para lo cual, deberás dirigirte al tercer apartado superior de Propiedades de capa, aparecerá una nueva ventana, dar clic en Nueva capa, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 50. Nueva capa de línea punteada



Como se había mencionado en el panel de capas, en éste además de organizar se puede bloquear, dar parámetros de opacidad, definir el grosor de línea, estilo de trazado, color y la opción que se está buscando se presentará como "tipo de línea". Aparecerá una nueva ventana, hay que seleccionar la opción *Cargar*, elige la línea punteada de tu preferencia. Damos clic en *Aceptar* y todos los parámetros elegidos se verán aplicados en todos los trazados que se realicen dentro de la capa creada.

Figura 51. Tipos de línea discontinua



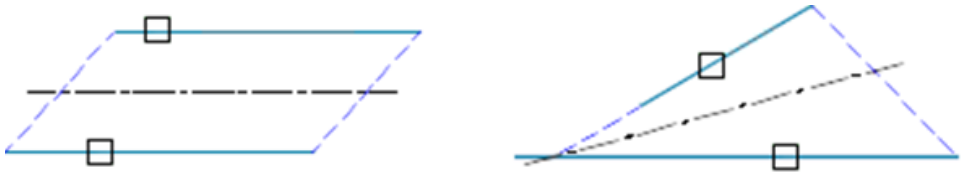
4.6.3. Centro

Una *línea de centro* es definida como aquella que determina el punto intermedio de cada figura que se trace, en la página oficial de AutoCAD, se menciona que:

> "Las marcas y las líneas de centro son objetos asociativos. Si se mueven o modifican los objetos asociados, las marcas y las líneas de centro se ajustan como corresponda. Puede disociar las marcas y las líneas de centro de los objetos o volver a asociarlas a los objetos seleccionados" (AutoCAD).

Para definir una línea de centro, se utilizarán las guías del comando *Dividir*; parte en dos las líneas que sean pertinentes para encontrar el centro de la figura. De esta manera, se pueden encontrar fácilmente:

Figura 52. Línea de centro



Fuente: Autodesk (2019).

4.6.4. Fantasma

En algunas ocasiones al abrir o cerrar el archivo pueden aparecer líneas fantasmas, las cuales no siempre son útiles y pueden obstaculizar la vista previa de los trazados en el espacio de trabajo.

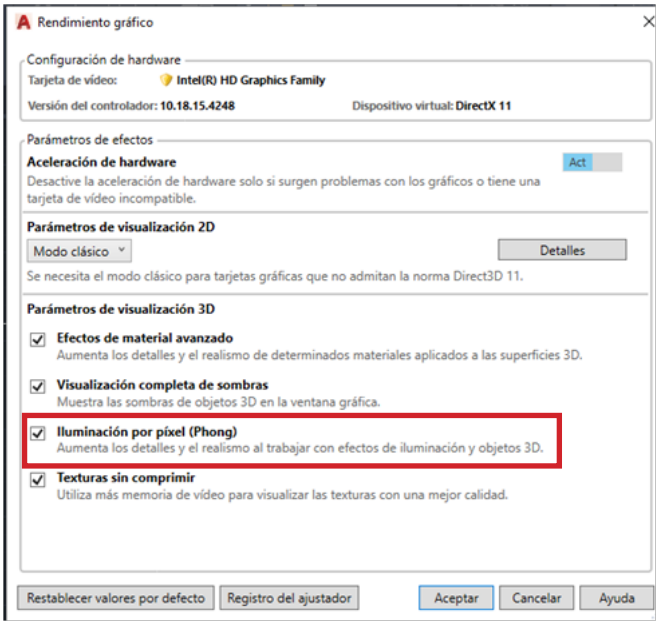
Figura 53. Líneas fantasmas



Fuente: AutoCAD (2019).

Para solucionar este problema, escribe en la barra de comandos *CONFIGGRAFICA* y da *Enter*, entonces, aparecerá la siguiente imagen:

Figura 54. Configuración gráfica

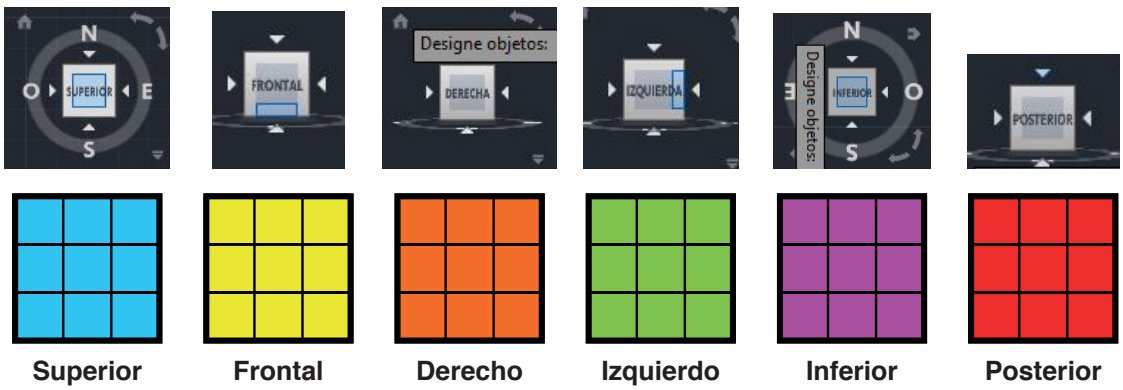


Y desactiva la opción de iluminación por pixel, para evitar la generación de líneas fantasmas que puedan aparecer dentro del espacio de trabajo.

4.7. Configuración de dimensiones

Otra de las herramientas para navegar dentro de la interfaz es el View Cube, ya antes se mencionó el tipo de perspectiva que tiene cada objeto dentro de este programa. Para interactuar con los cambios dentro de este elemento de navegación, se encuentran las siguientes perspectivas en el objeto o forma que se trace:

Figura 55. Perspectivas del View Cube



Para opciones más avanzadas de navegación se encuentra una barra lateral conocida como barra de navegación situada justo debajo del View Cube, ésta presenta más opciones de movimiento y captura de movimientos de los dibujos en AutoCAD, se utiliza para trazos tridimensionales.

Por el momento, sólo ocuparás el View Cube en una sola cara del documento para realizar dibujos bidimensionales.

5. Dibujo de fachadas y acotación de planos

Para aplicar las herramientas vistas hasta ahora, requerimos tomar diversos puntos de referencia constructivos a nuestro alrededor. Puede ser el de nuestra propia vivienda, nuestro centro comercial favorito o cualquier edificio que encontremos en nuestro día a día: cada uno de ellos puede ser representado de forma gráfica, por medio de parámetros de línea, dimensiones, profundidades y escalas, que por ahora se limitarán a ser *bidimensionales*.

5.1. Trazado de fachadas

Para empezar nuestro trazado, requerimos tomar un punto de referencia, ya sea dentro de un recurso cotidiano en nuestras vidas o, de alguna imagen de internet.

Es importante considerar que lo ideal para nuestro dibujo es que se encuentre en un ángulo completamente *frontal*, ya que así nos facilitará calcular las dimensiones de los objetos de forma proporcionada.

En este caso tomaremos como punto de referencia esta fachada, omitiremos el banco y la mesa, ya que no es de nuestro interés realizar su representación en este momento.

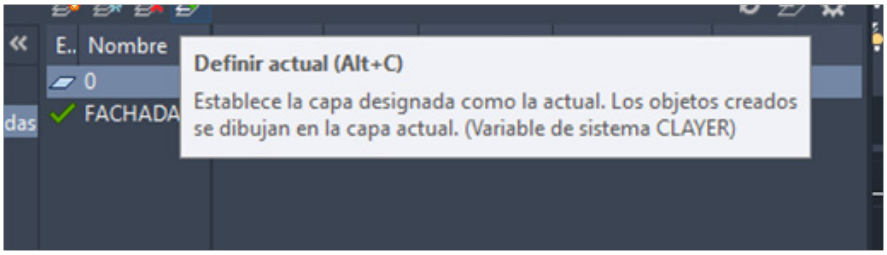
Figura 56. Ejemplo fachada



En este caso, enfócate en capturar las formas más relevantes. Para iniciar, abre un nuevo dibujo y define la escala en *metros* en el apartado Unidades. A continuación, coloca los nuevos trazos en una *nueva capa* con los ajustes que parezcan pertinentes, en este caso será nombrada *fachada*. Ya que la mayoría de los ángulos corresponden a trazos *verticales* y *horizontales* se procede a activar el modo de uso dinámico Orthomode para facilitar el trabajo.

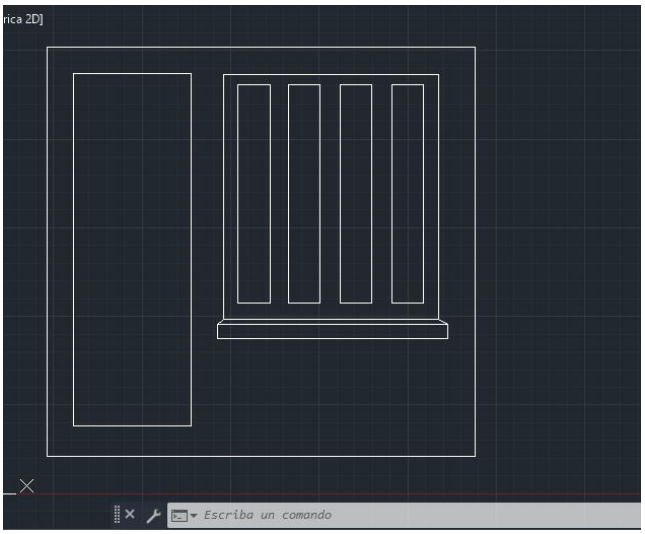
Para aislar la capa por defecto del programa, en el apartado de opciones de capa elige *Definir actual*, este icono aparecerá con una palomita color verde.

Figura 57. Imagen de referencia



Con esta opción activada ya puedes empezar a trabajar en cada uno de los apartados que te interese.

Figura 58. Figuras esenciales



Utilizar Polilínea o Figuras base, según se ajusten a la fachada. Los colores preservados en las capas con el color blanco, al momento de exportar cambiarán automáticamente a negro.

Explora el segundo apartado de herramientas en la parte superior para el manejo de cada uno de los elementos que traces dentro de la mesa de trabajo. Dentro de las funciones más básicas se encuentran las herramientas Desplazar, Borrar, Girar, Copiar, Estirar y Escalar.

Figura 59. Herramienta Desplazar

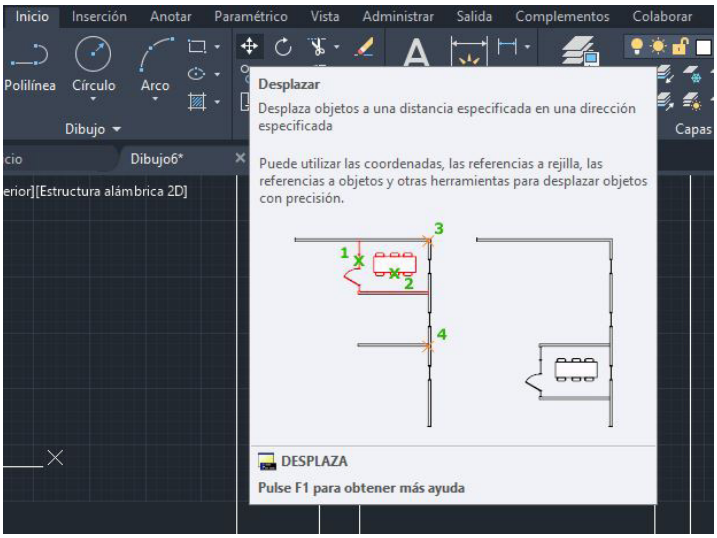


Figura 60. Girar

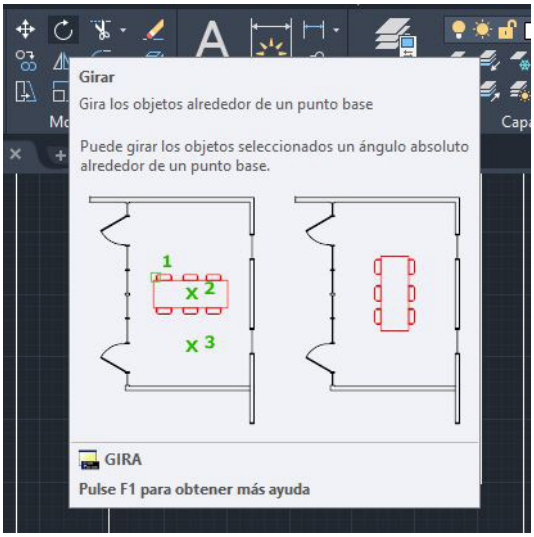


Figura 61. Recortar

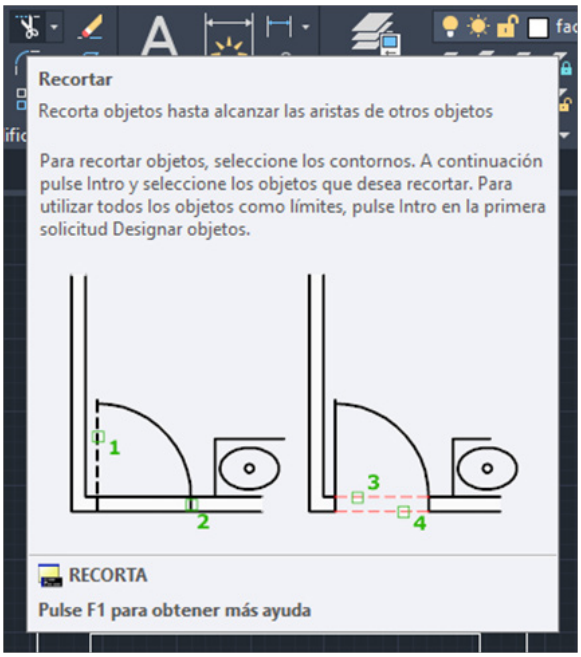


Figura 62. Borrar

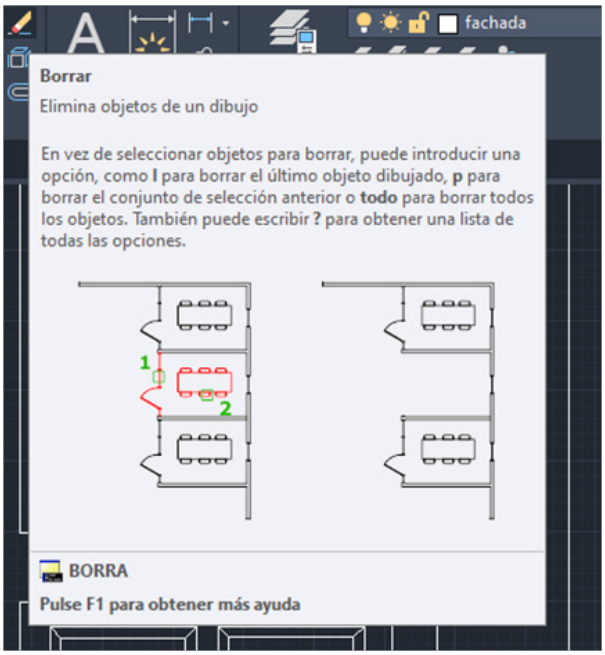
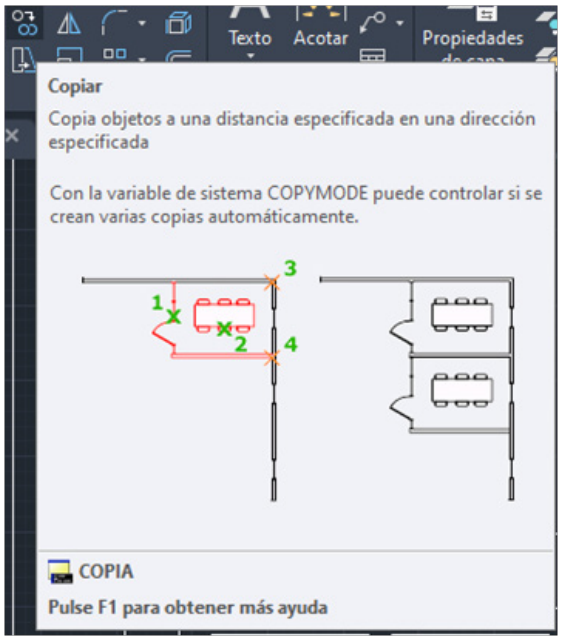


Figura 63. Copiar



Esta herramienta también puede ser duplicada de forma tradicional, utilizando Ctrl+C y Ctrl+V con un objeto ya previamente seleccionado con el puntero.

Figura 64. Estirar

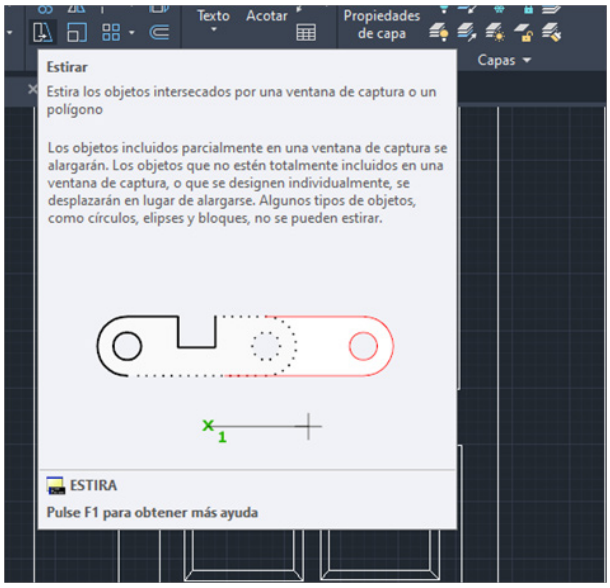
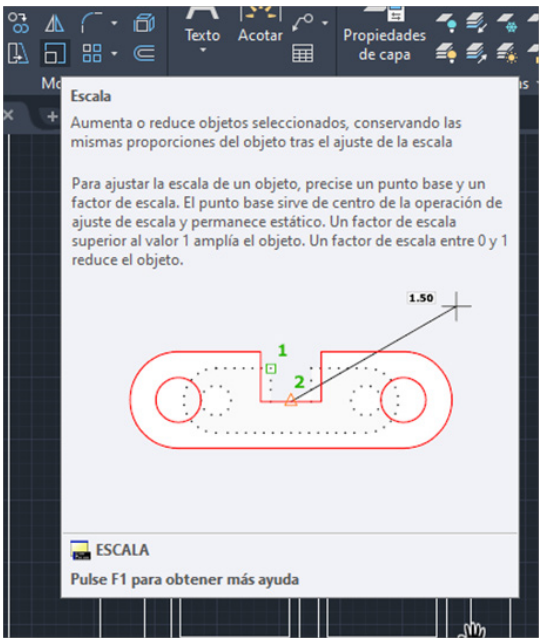
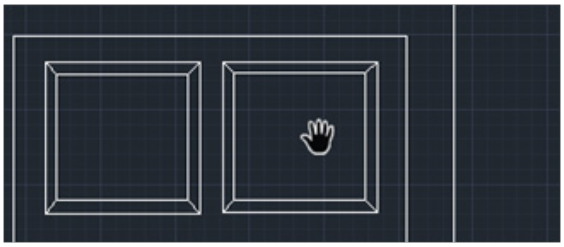


Figura 65. Escala



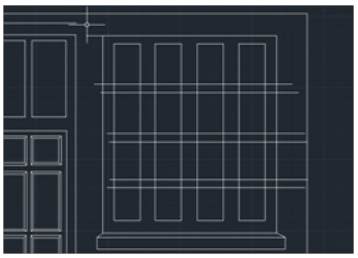
Para facilitar el desplazamiento y control de la vista deseada en el espacio de trabajo, haz uso de *Encuadre* y escribe el comando directamente.

Figura 66. Encuadre



En este punto del dibujo todo se ha trazado por medio de figuras básicas. Las siguientes figuras ejemplifican cómo utilizar *Trim* (recortar), ya antes visto.

Figura 67. Paso 1



A continuación, seleccionas las líneas que deseas escoger para borrar por segmentos de línea; para elegir presiona en un punto inicial de referencia y termina con el extremo opuesto.

Figura 68. Paso 2

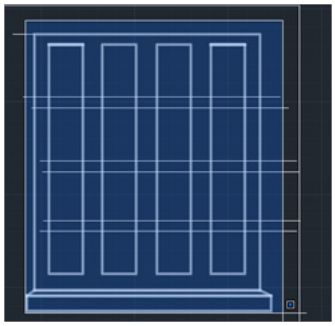
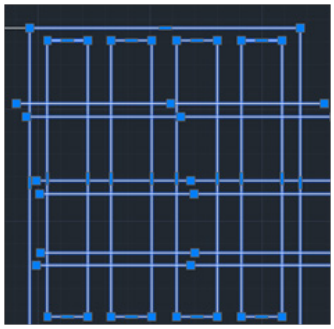
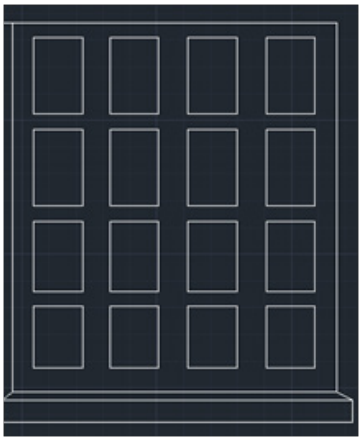


Figura 69. Paso 3



Selecciona la opción *Trim* (recortar) y elige aquellos segmentos de línea que no necesarios, de la siguiente manera:

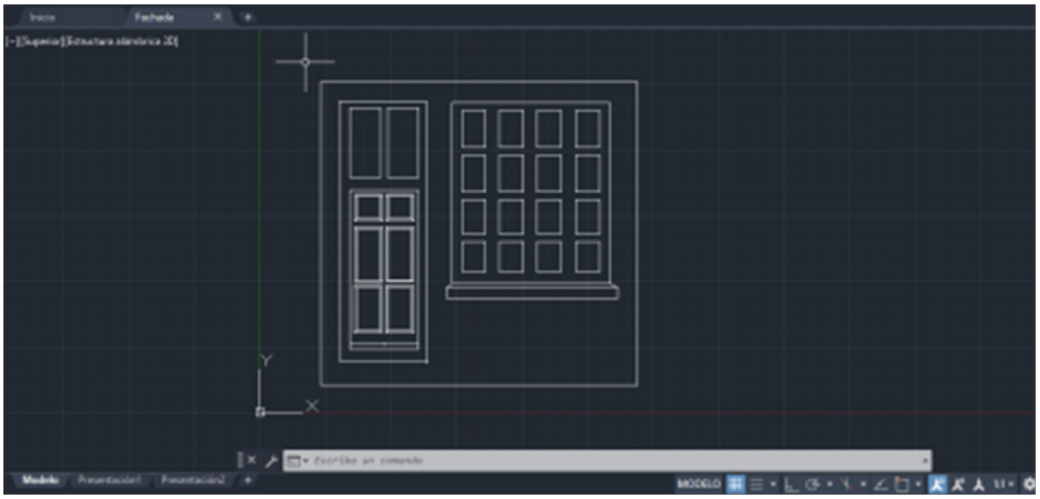
Figura 70. Paso 4



La herramienta *Trim* sólo funciona en segmentos de línea o formas que se encuentren entre sí.

Al usar las herramientas básicas de forma *bidimensional*, se puede trazar una representación gráfica de una fachada. El resultado final debería asemejarse a la referencia elegida en primer lugar:

Figura 71. Paso 4



5.2. Insertar cotas lineales, diagonales y angulares

En los ajustes explora qué estilos existen para insertar las cotas. Profundiza al acceder a las opciones “Cota” en el tercer apartado en la pestaña Herramientas de inicio, da clic en el menú inferior desplegable, elige la tercera opción y selecciona Administrar estilos de cota.

Figura 72. Estilos de cota ubicación

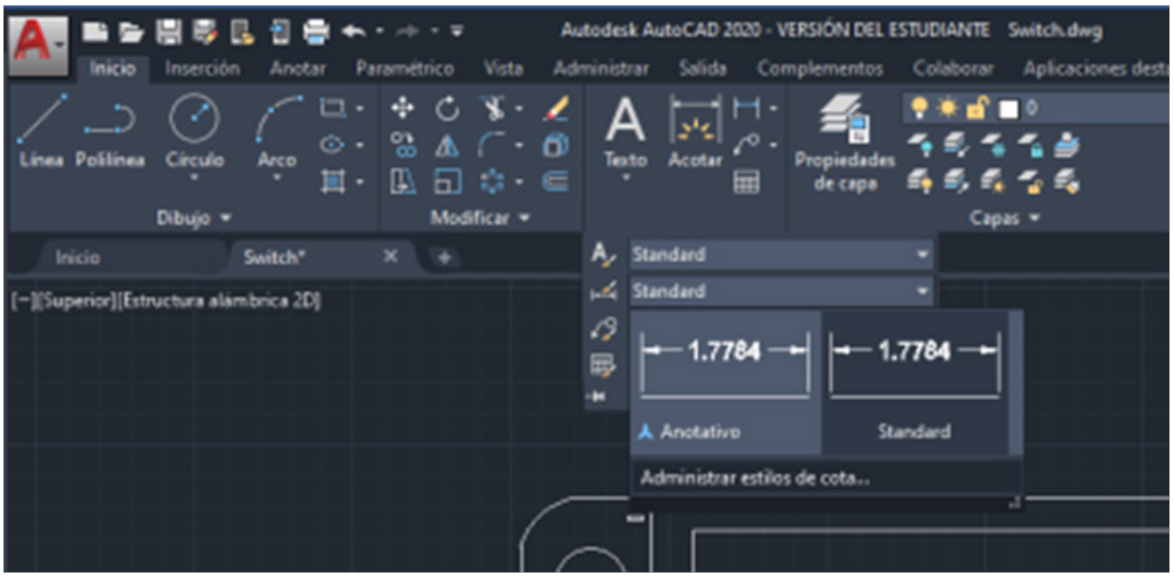
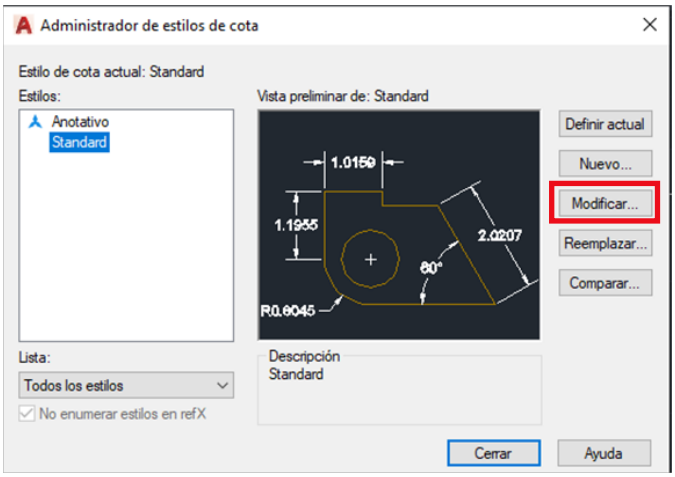
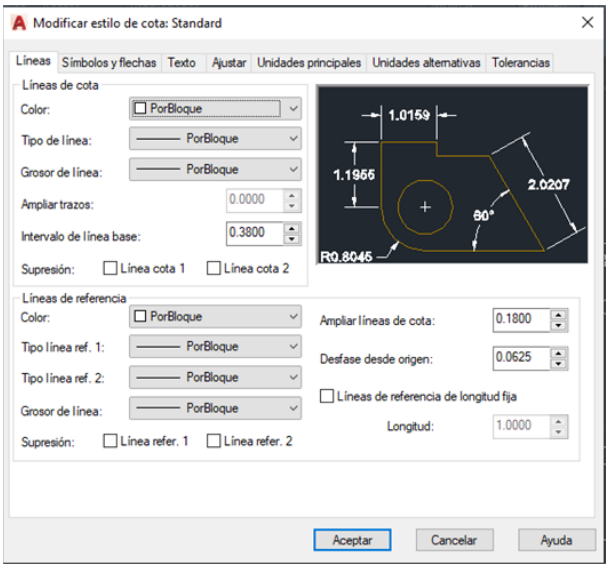


Figura 73. Administrador de estilos de cota



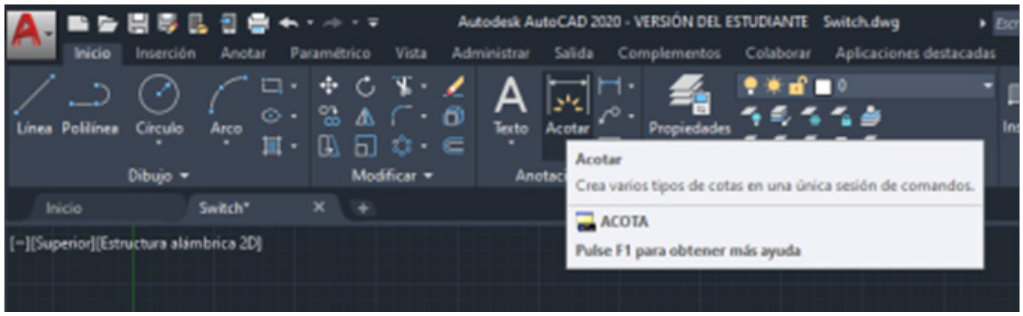
Puedes modificar un estilo ya preestablecido o definir uno nuevo. En este caso, presiona en el apartado Modificar.

Figura 74. Modificar estilo de directriz múltiple



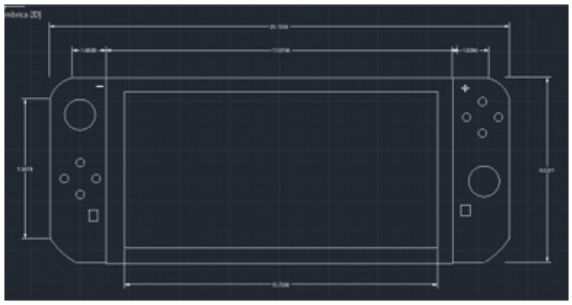
Es posible elegir color, tipo y grosor de línea, su terminación, el tipo de segmento, entre otros elementos. Una vez realizados los ajustes, es posible escoger la opción Acotar.

Figura 75. Herramienta acotar



Para crear acotaciones lineales, primero elige un objeto con unidades que representen la realidad. Al seleccionar la opción Acotar, se solicitará el primer y segundo punto de referencia, se puede escoger que se desplace hacia arriba o abajo, dependiendo de tus especificaciones:

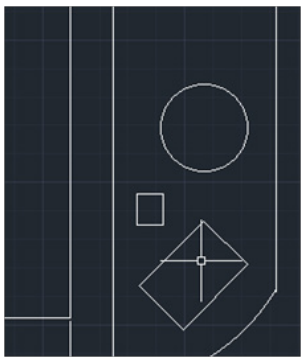
Figura 76. Acotaciones lineales



En este caso, se toman como referencia las medidas reales de la consola (10.16 × 23.88 cm), sin embargo, este dibujo es aproximado.

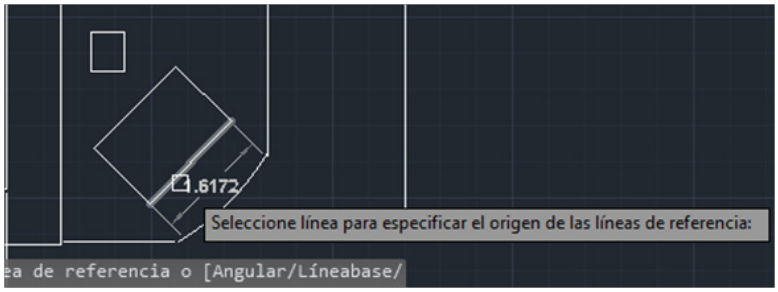
Para crear una *cota diagonal*, se debe elegir un punto de referencia que se encuentre en esa dirección y otros puntos de referencia. Para ejemplificar este apartado se creó un botón ficticio en 45°.

Figura 77. Botón ficticio



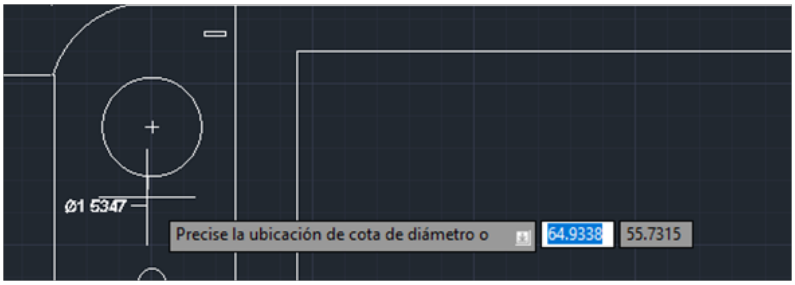
Para realizar la cota con el comando Acotar activo, acerca el puntero a las líneas del botón para hacer una *cota diagonal*.

Figura 78. Cotas diagonales



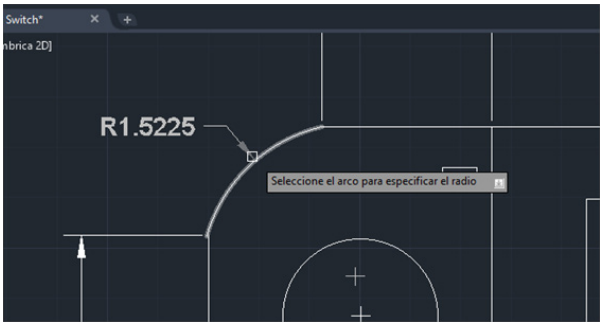
Para las formas circulares se tiene el mismo procedimiento, en este caso el radio; se mostrará el siguiente tipo de cota:

Figura 79. Cotas en formas circulares



En los arcos se mostrará el radio dentro de la inclinación de la siguiente manera:

Figura 80. Cotas en arcos



Para la creación de *cotas angulares*, selecciona el comando Acotar y a continuación escribe el comando Angular. Al acercar el puntero a los objetos, el programa va a pedir las dos líneas de referencia, el ángulo puede variar según los puntos de referencia que se indiquen; aparecerá la opción con los ángulos que tienen en los dibujos, como se muestra a continuación:

Figura 81. Cota angular

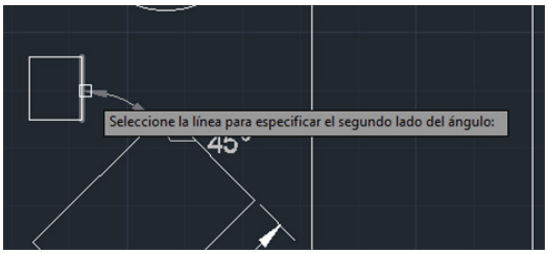
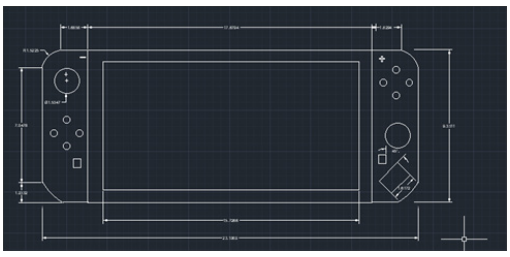


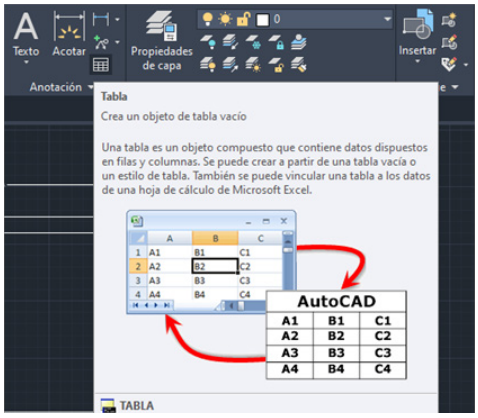
Figura 82. Acotaciones básicas



5.3. Cuadro de datos y escalas

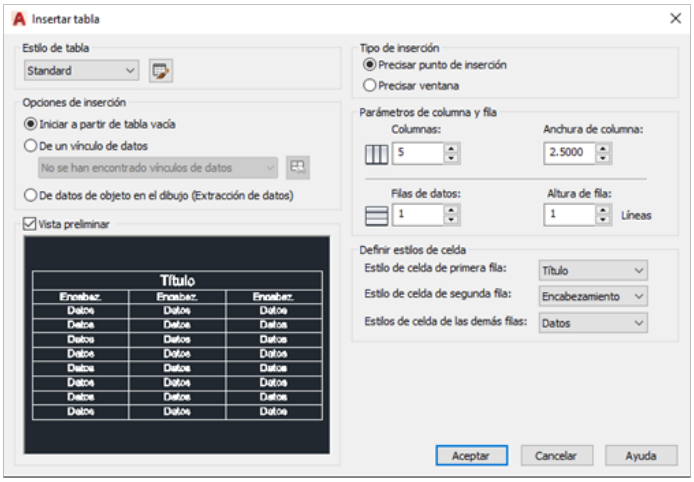
En este punto, ya se tiene una representación de un objeto real con medidas aproximadas y sus acotaciones más básicas. Se puede crear una *nueva tabla* en el mismo apartado del comando Acotar.

Figura 83. Herramienta tabla



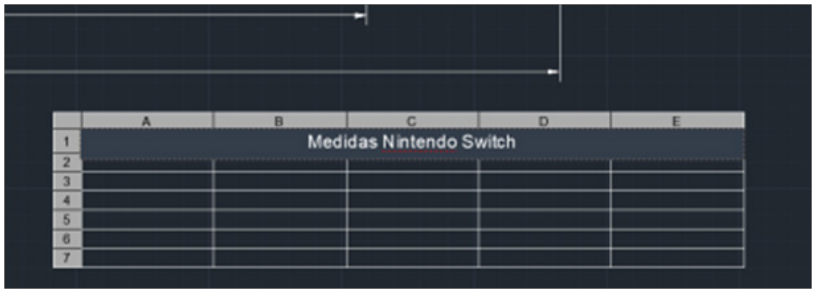
Dentro de las opciones de Tabla se pueden elegir datos de algún documento de Excel, además de basarse a partir de las medidas que se tienen dentro del documento, o incluso elegir una nueva tabla. En la ventana que apareció también se podrá elegir el número de celdas y filas que abarcará la tabla, los estilos, tamaños, tamaños y colores de letra.

Figura 84. Estilos de tabla y datos



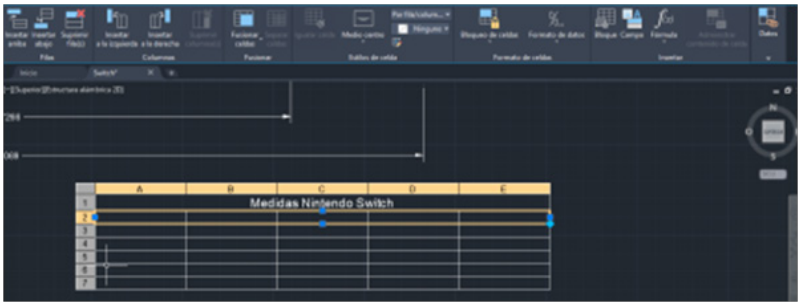
Para editar cada uno de los elementos de la tabla y sus celdas o filas, da doble clic para editar cada una de ellas.

Figura 85. Inserción de datos en la tabla



Si presionas en los números de la tabla, en la parte superior, aparecerán nuevas opciones para añadir / borrar /editar celdas o filas.

Figura 86. Edición de tablas ya existentes



Escalas. Para definir las escalas de debe tener conocimiento del tipo de objeto que se tiene, atendiendo las unidades con las que cuenta AutoCAD (milímetros, centímetros, metros, kilómetros, micropulgadas, etc.).

Primero se define qué objeto o espacio se quiere representar, por ejemplo, dentro del ejercicio del Nintendo Switch se puede definir por centímetros o por pulgadas. En el ejercicio de la fachada, se tendría que definir este espacio por metros; todo depende de lo que se quiera representar.

No importan las unidades de medida al momento de exportar el dibujo, pues sabemos que la impresión en papel de manera convencional no puede representar fielmente los kilómetros, los años luz o los nanómetros. Por lo tanto, es necesario usar *escalas*.

Figura 87. Escalas normalizadas

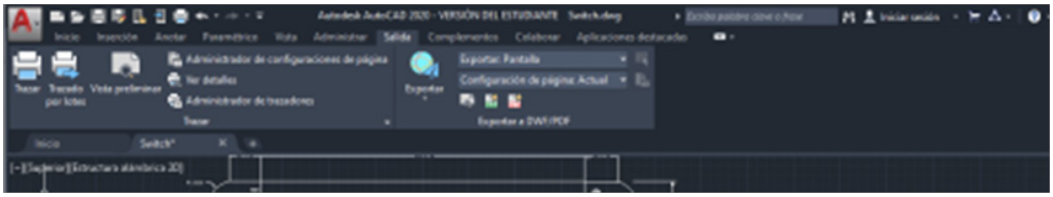
Escalas de reducción				Escalas de ampliación
Fabricación e instalaciones	**Construcciones civiles**	**Topografía**	**Urbanismo**	
1:2	1:5	1:100	1:500	2:1
1:5	1:10	1:200	1:2.000	5:1
1:10	1:20	1:500	1:2.500	10:1
1:20	1:50	1:1.00	1:5.000	20:1
1:50	1:100	1:2.000	1:25.000	50:1
1:100	1:200	1:5.000	1:50.000	
1:200	1:500	1:10.000		
	1:1000	1:25.000		
		1:50.000		

Fuente: Bartolome (2015).

Sin embargo, el programa realizará esta conversión de escalas en automático, dependiendo de cómo exportes el dibujo y el formato que se requiera de salida para impresión.

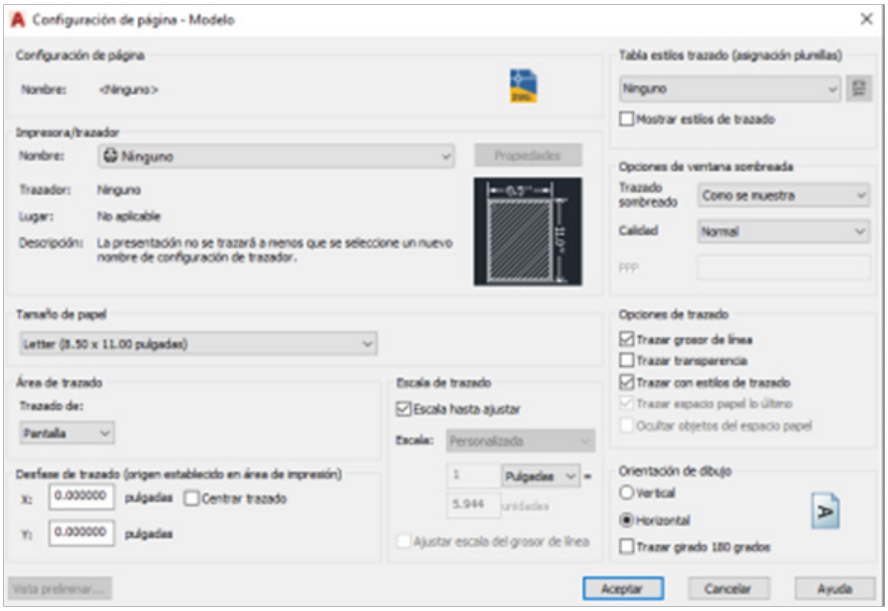
Para definir la presentación del trabajo al momento de exportarse, se elige la pestaña Salida en la barra superior de herramientas. La ubicación es la siguiente:

Figura 88. Opciones de salida



Para modificar la configuración por defecto en el archivo Salida, elige la opción de Administrador de configuraciones de página y da clic en Modificar.

Figura 89. Configuración de página



En este apartado se puede elegir la impresora predeterminada, el tamaño de papel, las unidades del documento, la orientación y otros parámetros. Escoge los más convenientes para tu propósito y el archivo quedará listo para exportar.

REFERENCIAS

Autodesk. (2019). *Qué es AutoCAD*. Recuperado de https://www.autodesk.mx/products/autocad/overview

Bartolome. (2015). *Escalas normalizadas*. Recuperado de http://www.dibujotecnico.com/escalas-normalizadas/

Civil Engineering Tutoriales. (2017, septiembre 7). *AutoCAD 2018 (Parte 1) - Cómo dibujar un plano paso a paso (layer, status bar, línea)* [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=_Rs3tsUWFQc&list=PL9dJ3TiII2wS_4F2hnklx2PkOIK6kANgq

Mediaactive. (2011). *Manual de Autocad 2011*. Barcelona: Marcombo. Recuperado de http://www.digitaliapublishing.com/a/17125/manual-de-autocad-2011

Saber Programas. (2019, noviembre 6). *Autocad l Cambiar el color de fondo de Autocad l todas las versiones de CAD. Tutorial en español HD.* [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=6W52lM6ZZCk&list=PL6mdiqzGtgKm-auJkECYV5icSgcxshy73

Universitat de Valencia. (s.f.). *Tema 2. Introducción a los sistemas CAD/CAM/CAE.* Recuperado de http://ocw.uv.es/ingenieria-y-arquitectura/expresion-grafica/eg_tema_2.pdf

Universitat Politècnica de València. (2011, septiembre 22). *Introducción al entorno y forma de trabajo en AutoCAD l 1/47l UPV* [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=Gp-p-Lp-fj-0&list=PL6kQim6ljTJuMaKLqCBaFD_Q935If5ra4