

Elaboración de planos isométricos y de detalle en las instalaciones térmicas y de fluidos.

Caso práctico

Visitando una obra con **Raúl, Roberto** se dio cuenta de la cantidad de tuberías que podían verse en una instalación de calefacción industrial ocupando un espacio muy pequeño. Ahora que había cogido un poco de manejo con los programas de representación gráfica, se planteaba todo en términos de representación.



Ministerio de educación. (Uso educativo-nc)

Estaba claro que intentar representar ese amasijo de tuberías en planta no debía ser sencillo, y tampoco claro. Y uno de los principios de todo plano debía ser la claridad. ¿Existiría algún método normalizado de representación tridimensional que pudiera clarificar ese tipo de representaciones? ¿Cómo podría de una forma sencilla representar sistemas de tuberías?



[Ministerio de Educación y Formación Profesional](#). (Dominio público)

Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

[Aviso Legal](#)

1.- Representación tridimensional en el dibujo técnico.

Caso práctico



[Ministerio de Educación](#) (Uso educativo-nc)

Comentándolo con **Nerea, Roberto** se dio cuenta de que el contacto con el mundo profesional real les había dado la misma inquietud.

Hasta ahora habían aprendido poco de la representación tridimensional de objetos, ya que únicamente conocían la representación normalizada de vistas, pero debía haber sistemas normalizados que permitieran una representación clara de elementos en perspectiva...



[Nino Barbieri](#) (CC BY-NC-SA)

En la primera unidad de trabajo “**Simbología y Normalización en las Instalaciones Térmicas y de Fluidos**” estudiaste el concepto de **proyecciones ortogonales** de un objeto, así como los sistemas normalizados de representación en el primer diedro y en el tercer diedro. Estos sistemas tenían por objeto intentar representar sobre el plano detalles de elementos tridimensionales, en este caso recurriendo a la proyección del objeto sobre 6 planos posibles que envolvieran al mismo.

Este sistema es válido para aquellos **elementos individuales** que no interaccionan en el entorno con otros elementos, con los que deba colocarse y representarse en conjunto.

Aquellos **sistemas complejos** (como pueden ser los sistemas de tuberías en instalaciones de climatización, fontanería o saneamiento) que requieran una indicación de dimensiones exacta frente a otros elementos o entre ellos no son susceptibles de ser representados por estos métodos en conjunto, por lo que será necesario recurrir a otro tipo de sistemas que te permitan representar este tipo de instalaciones.

Con el objeto de aprender las principales reglas de la representación tridimensional y aplicarlas posteriormente a los programas de representación gráfica asistidos por ordenador, te centrarás en los siguientes apartados en algunas disciplinas que pueden resultarte interesantes:

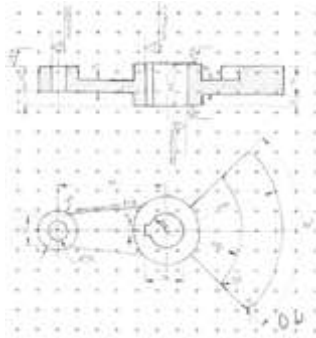
- ✔ **Croquización:** a pesar de que hoy día las facilidades tecnológicas de toma de mediciones in-situ o de representación esquematizada han sufrido una gran evolución, en muchas ocasiones tendrás que enfrentarte a una primera representación de elementos con lápiz y papel. Es muy importante por tanto que sepas representar croquis de elementos e instalaciones.
- ✔ **Dibujo en perspectiva:** el dibujo en perspectiva, y principalmente en el caso de instalaciones, es cada vez más frecuente, ya que simplifica el trabajo y mejora la visualización. Unido a su vez a que los programas de diseño asistido por ordenador cada vez incorporan más utilidades con este fin, el conocimiento de sus reglas te facilitará posteriormente el manejo informático de las mismas.

1.1.- Croquización.

Se llama **croquis** de un objeto a un dibujo esquemático del mismo realizado completamente a mano alzada en perspectiva, sin ayuda de ningún elemento auxiliar de dibujo (como pueden ser reglas, compases, escuadra o cartabón).

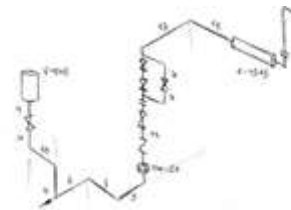
Podemos definir el croquis en el ámbito del dibujo industrial y las instalaciones como "el dibujo tomado del natural, de objetos industriales, órganos de máquinas o **partes de una instalación** realizado a **mano alzada**, en proporciones similares a la escala a la que se va a realizar el posterior dibujo de representación sobre plano, e incluyendo sobre el mismo anotaciones precisas como **cotas**, signos de mecanizado, **materiales** o **referencias de piezas, etc.** de forma que se pueda definir gráficamente el elemento de forma posterior y confeccionar el dibujo de acuerdo a las reglas del dibujo técnico".

Dado que el croquis se realiza a mano alzada, no puede estar a una escala normalizada, pero sí debe estar proporcionado, siendo claro, conciso y completo.



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

Naturalmente, un croquis de una **pieza** no es lo mismo que un croquis de una parte de una **instalación**, como puede ser un sistema de tuberías, pero los principios de representación pueden ser muy similares, si bien el croquis de pieza normalmente se hace recurriendo a sus vistas, mientras que el de la instalación se hará por partes funcionales o por disposición de elementos:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

No obstante, las reglas a seguir para una correcta **croquización** sí son similares:

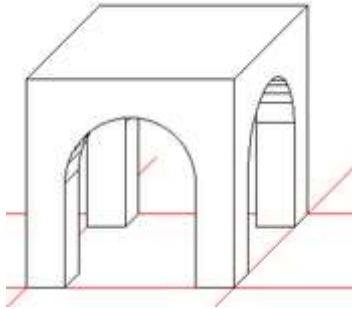
- ✓ **Estudio previo de la pieza o instalación a croquizar:** antes de empezar, se debe realizar un análisis visual detallado de los elementos a representar, eligiendo una escala aproximada y aprovechando en la medida de lo posible el centrado y tamaño de papel a emplear.
- ✓ **Elección del número de vistas o el punto de vista de la perspectiva a emplear:** En el caso de tratarse de una pieza, será necesario elegir el alzado, las vistas

auxiliares o cortes. En el caso de tratarse de una instalación, elegir el punto de vista o perspectiva a emplear debe ser lo fundamental.

- ✔ **Replanteo sobre el papel:** a pesar de que el dibujo no se realice a escala, las medidas deben ser adecuadas para observar los detalles principales del elemento o instalación. En el caso de estas últimas, es fundamental decidir qué porciones de la misma se van a representar, separando elementos, indicando distancias entre las mismas, etc. así como decidir en cuántas partes representativas se va a dividir el dibujo objeto.

Más adelante aprenderás las principales reglas de **representación isométrica** para el caso de instalaciones.

1.2.- Perspectivas.



[Honina \(CC BY-NC-SA\)](#)

Se denomina **perspectiva**, en el ámbito del dibujo técnico y la representación de elementos, como la técnica de representar los elementos en la forma y la disposición en que aparecen a la vista, o también como el conjunto de objetos que se visualizan desde el punto de vista del espectador.

En dibujo técnico se hace especial uso de dos tipos de perspectiva, denominados **perspectiva axonométrica** y **perspectiva caballera**. Son especialmente utilizadas para representación de elementos de instalaciones de tuberías, elementos de máquinas en los que interesa una representación global, etc.

Normalmente se recurre a la perspectiva cuando es esencial representar en un solo conjunto aquellos elementos que de otra forma deberían ir representados mediante vistas, siendo demasiado compleja su interpretación de este modo o excesivamente confusa.

Como verás posteriormente, la **perspectiva caballera** es una proyección cilíndrica oblicua con respecto a un plano de proyección (llamado plano del cuadro), mientras que la **perspectiva axonométrica** es una proyección cilíndrica ortogonal.

Para saber más

Puedes aprender más sobre los fundamentos de la perspectiva caballera en el siguiente enlace:

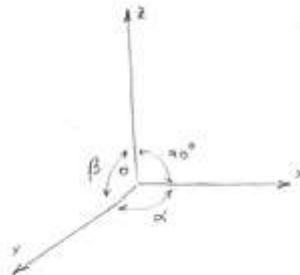
[Perspectiva: fundamentos y aplicaciones](#)

<https://www.youtube.com/embed/CCbogB9WL60>

[Resumen textual alternativo](#)

1.3.- Perspectiva caballera.

En la perspectiva caballera el plano de proyección coincide con el plano ZOX, mientras que el eje Y es perpendicular a ese mismo plano. Puedes observar un detalle en la figura siguiente:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

Bajo este sistema de ejes, puedes observar cómo las superficies que quedan representadas de forma paralela al plano **ZOX** quedan representadas en dimensión real (verdadera magnitud), mientras que las representadas en los planos **XOY** y **ZOY** quedan deformadas en su representación, con objeto de asimilar su forma a la percepción del ojo humano.

Los ángulos “ α ” y “ β ” representan los ángulos formados con el eje Y respecto a los ejes X y Z respectivamente, que pueden ser variables en la representación. Sin embargo, puedes comprobar cómo el ángulo comprendido entre los ejes Z y X es de 90° . Esta es la principal característica de la perspectiva caballera.

En el siguiente enlace puedes encontrar una **animación interactiva** de la representación en perspectiva caballera. Puedes observar cómo eligiendo “Vista Cenital” y cambiando el ángulo “ α ” para obtener las distintas variedades de la representación caballera;

[La perspectiva caballera. \(Resumen textual alternativo\)](#)

Autoevaluación

¿Sabrías decir si las siguientes afirmaciones referidas a la representación espacial de objetos son o no correctas?

La perspectiva axonométrica y la perspectiva caballera sólo se diferencian en la orientación de los ejes a la hora de representar.

Verdadero Falso

Falso

No es cierto. Aunque la percepción haga que la diferencia inmediata sea esa, el sistema de representación es completamente distinto, y se basa en variaciones del punto de vista de los objetos representados.

El croquis debe hacerse siempre a mano alzada.

Verdadero Falso

Verdadero

Efectivamente. Si no no sería realmente un croquis...

La escala de representación de un croquis debe ser aproximadamente igual a la escala a la que se quiera representar sobre plano.

Verdadero Falso

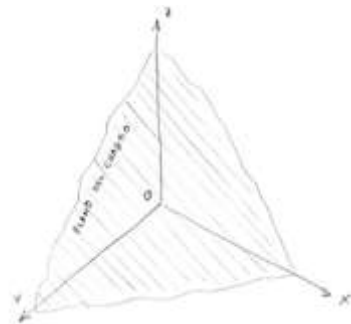
Verdadero

Sí. Aunque un croquis no lleva naturalmente escalas exactas, las dimensiones de lo representado sí deben ser aproximadamente iguales a las de la escala a la que queramos representar posteriormente sobre el plano.

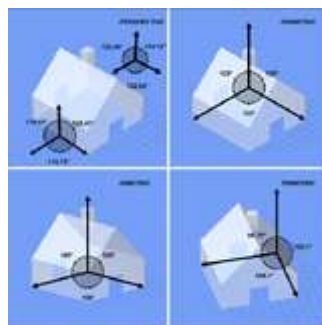
1.4.- Perspectiva axonométrica.

A efectos prácticos, de forma que no tengas que profundizar en exceso sobre conceptos de dibujo técnico, habrás observado que en la perspectiva caballera el ángulo formado por los ejes ZOX siempre es de 90° . Esto hace, como viste anteriormente, que el plano formado por estos ejes sea el llamado plano del cuadro, ya que toda la presentación de la figura, obviando la percepción espacial del ojo humano, se hace sobre este plano.

En la **perspectiva axonométrica**, empleada como verás posteriormente en la representación de instalaciones, el plano del cuadro no coincide con ninguno de los formados por los ejes, como puedes ver en la representación esquemática siguiente:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)



[SharkD](#) (CC BY-NC-SA)

En este caso, de forma práctica puedes comprobar cómo el **ángulo** formado por los ejes es distinto, y ninguno de ellos forma 90° . Eso implica que, de forma general, en una perspectiva axonométrica, el factor de reducción aplicado a las medidas reales en los ejes es distinto en cada uno de ellos.

Dentro de la **perspectiva axonométrica**, y en función de los ángulos formados por los ejes, podemos distinguir algunas variaciones:

- ✓ **Sistema dimétrico:** en este caso, dos de los ejes forman el mismo ángulo con el plano del cuadro, mientras que el otro será distinto.
- ✓ **Sistema trimétrico:** los ángulos formados por los ejes con el plano del cuadro serán distintos en cada uno de ellos.
- ✓ **Sistema isométrico:** es un caso particular, en el cual, como puedes observar en la imagen inferior, el ángulo formado por los ejes es el mismo. Es el más empleado, y de especial utilización en la representación de instalaciones de tuberías, como verás posteriormente.

Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar mucha información sobre fundamentos de la perspectiva axonométrica, ejercicios, animaciones, etc. que te permitirán aprender más sobre este sistema de representación.

[Fundamentos de la perspectiva axonométrica.](#)

2.- Dibujo en 3D mediante programas informáticos.

Caso práctico



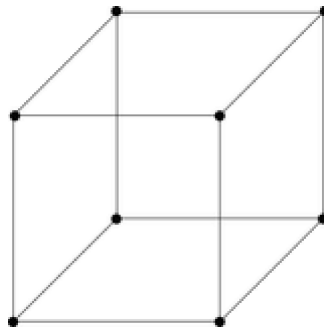
[Me \(CC BY-NC-SA\)](#)

Roberto comenzaba a entender los principios de funcionamiento y la normalización de la representación tridimensional. Hace poco se cruzó con su vecino **Juan Luis** en el ascensor, que trabaja en un estudio de diseño, y aprovechó para preguntar qué tipo de programas de edición empleaban en su oficina. La respuesta de **Juan Luis** le dejó aún con más ganas de aprender su manejo. Ya estaba deseando conocer las reglas CAD de representación de elementos...

Desde el punto de vista del trabajo 3D con los programas informáticos con lo que a estas alturas de módulo profesional estás acostumbrado a trabajar, es necesario a partir de aquí que hagas una serie de distinciones entre ellos, ya que ni tienen las mismas opciones de trabajo, ni podrás realizar las mismas operaciones en función del objetivo que persigas.

Desde este momento es posible que te encuentres en la necesidad de representar 3 tipos de estructuras que tienen entidad tridimensional:

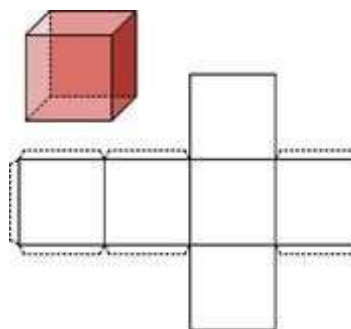
- ✓ **Estructuras alámbricas:** imagínate un cubo hecho con palillos de dientes unidos en los vértices con una pequeña bola de plastilina. Está claro que la estructura tiene entidad tridimensional, pero **no existen superficies** que recubran las caras, ni **relleno** en el interior.



[Science of Alex](#) (CC BY-NC-SA)

Este tipo de estructuras puede resultarte útil para representar esquemas de sistemas de tuberías y accesorios, pero ten en cuenta que no podrás generar volúmenes con ellas, ni se apreciarán distancias reales entre superficies.

- ✓ **Estructuras superficiales:** imagina ahora que tu cubo lo has construido con papel. Al cerrarlo, las superficies delimitadas por los vértices son reales, a diferencia del caso anterior, pero aún el cubo sigue estando vacío por dentro. Esto es lo que se conoce como **estructuras superficiales**. Pueden ser útiles para representar envoltentes o superficies reales que te interese destacar sobre plano.



[Ministerio de Educación](#) (Uso educativo-nc)

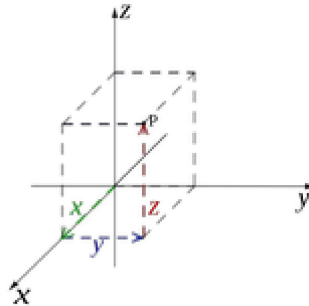
- ✓ **Estructuras volumétricas:** el último caso es sencillo de imaginar: piensa ahora en un cubo hecho de plastilina. Ahora el cubo no sólo tendrá sus superficies cubiertas, sino que es completamente macizo. Tiene un material (plastilina), que conlleva una determinada textura y una forma de reflejar la luz, así como un determinado comportamiento. Esta es una **estructura volumétrica** o una **estructura sólida**. Es el caso más realista de los 3, y por lo tanto el más difícil de modelar, ya que no sólo el programa informático debe ser capaz de recrearlo, sino el equipo tener la suficiente capacidad de procesamiento de memoria como para poder trabajar con él en tiempo real.

2.1.- Sistemas de coordenadas 3D.

En la unidad de trabajo anterior estudiaste los sistemas de coordenadas bidimensionales, es decir, aquellos que únicamente trabajaban con los ejes X e Y para expresar dimensiones en el plano respecto al origen de coordenadas (**coordenadas absolutas**) o respecto a otro punto anteriormente introducido (**coordenadas relativas**).

No obstante, hay algunos pequeños cambios respecto a los sistemas empleados para los tipos anteriores de expresión de distancias:

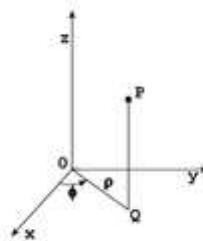
- ✓ **Coordenadas cartesianas (o rectangulares):** a diferencia de las coordenadas rectangulares 2D, en este caso es necesario expresar las distancias de cada punto respecto al origen de coordenadas **(0,0,0)**, siendo necesario expresar distancias en el eje **X**, distancias en el eje **Y** y distancias en el eje **Z**. De este modo, cada punto podrá representarse por sus respectivas coordenadas **(X,Y,Z)**.



[Cronholm144](#) (Dominio público)

Empleando coordenadas rectangulares en 3D pueden expresarse dimensiones de forma absoluta respecto al origen de coordenadas (por ejemplo: 50,30,40), o respecto a otro punto anteriormente introducido, empleando para ello el símbolo "@" (@50,30,40).

- ✓ **Coordenadas cilíndricas:** son el equivalente a las coordenadas polares de la representación bidimensional. Este sistema se basa en expresar una coordenada polar en el plano **XY** y posteriormente una elevación en paralelo al eje **Z**, tal y como puedes observar en la figura.



[Luke33](#) (Dominio público)

Al igual que las **coordenadas rectangulares**, también podrás expresar **coordenadas cilíndricas** de forma absoluta o relativa, teniendo en cuenta que primero deberás

expresar la coordenada polar en el plano XY y posteriormente la elevación. De este modo:

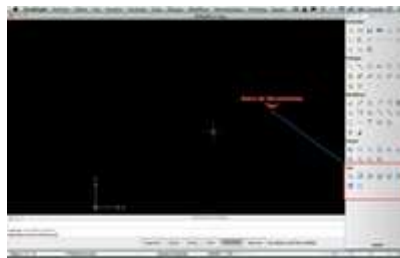
- **20<50,30**: expresa que el punto Q de la imagen tiene una distancia $p=20$, y un ángulo de 50° , con una posterior elevación de 30 unidades en el eje Z
- **@20<50,30**: expresa lo mismo que las coordenadas anteriores, aunque el punto O no fuera el origen de coordenadas.

2.2.- Visualización en 3D: vistas en proyección.

Tanto **AutoCAD** como **DraftSight** poseen varias herramientas para permitir una cómoda y personalizada visualización de elementos en **3D**. No obstante, mientras que **DraftSight** está en este sentido limitado por su capacidad de procesamiento en **3D**, ya que está eminentemente orientado al diseño en **2D**, **AutoCAD** multiplica las opciones y posibilidades desde este punto de vista.

Tal y como viste en la unidad de trabajo 1 “**Simbología y Normalización en las Instalaciones Térmicas y de Fluidos**”¹, un objeto puede describirse por sus vistas fundamentales, empleando para ello un sistema de primer o tercer diedro. Tanto **AutoCAD** como **DraftSight** implementan la posibilidad de vistas en 3D.

En **DraftSight**, como puedes ver en la imagen, las vistas están accesibles desde la barra de herramientas “**Ver**”. En la barra puedes observar cómo cada icono tiene una cara coloreada. Es muy importante que tengas en cuenta que la cara del cubo coloreada representa el punto de vista del objeto, y no el plano del cuadro de proyección de vista.



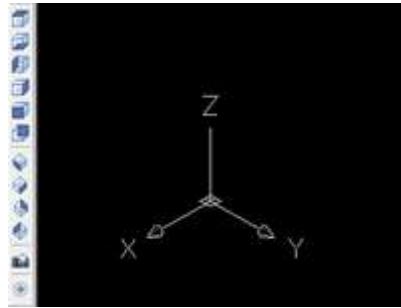
[José María Delgado](#) (Todos los derechos reservados)

En **DraftSight**, como puedes ver en la imagen, las vistas están accesibles desde la barra de herramientas “**Ver**”. En la barra puedes observar cómo cada icono tiene solo una cara coloreada. Es muy importante que tengas en cuenta que la cara del cubo coloreada representa el punto de vista del objeto, y no el plano del cuadro de proyección de vista.

En **AutoCAD** hay una gran variación de herramientas **3D** entre versiones, por lo que en ocasiones puede hacerse confuso referirse a una versión en concreto del paquete informático. No obstante, las posibilidades de visualización en 3D pueden resumirse en las siguientes:

- ✓ **Proyecciones de vistas:** funcionan de igual forma que en DraftSight, pudiendo elegir el punto de vista a mostrar para el elemento.
- ✓ **Órbita:** la herramienta “Órbita”, accesible desde línea de comandos (escribiendo “órbita”) o bien desde el menú “Ver”, resulta de especial utilidad para una visualización dinámica del diseño. Permite girar la vista con el manejo del ratón, siendo de especial utilidad el acceso rápido simplemente empleando las teclas “**SHIFT + Pulsación botón central**” y manteniendo pulsadas las mismas. Al mover el ratón observarás el movimiento de visualización de ejes. También está disponible para **DraftSight** desde el menú “**Ver → Orbit restringido**”, o escribiendo desde línea de comandos “**orbit**”.
- ✓ **Vistas isométricas:** sólo están disponibles para **AutoCAD**, aunque en **DraftSight** se puede conseguir un efecto similar mediante el empleo de la orden “órbita”. En la captura de pantalla adjunta, puedes observar sus correspondientes iconos, que

iluminan la cara de visualización, identificando cada vista por puntos cardinales. De esta vista, en AutoCAD encontrarás NO (Noroeste), NE (Noreste), SO (Suroeste) y SE (Sureste).



[José María Delgado](#) (Todos los derechos reservados)

2.3.- Visualización en 3D: isométrico y órbita.

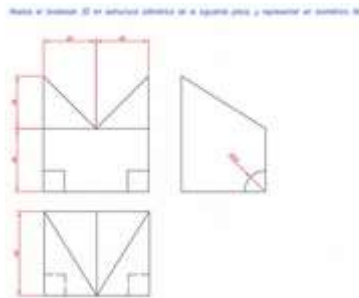
La orden “**órbita**”, gracias a su dinámico manejo, así como las posibilidades de la visualización isométrica, hace que el trabajo en **3D** de AutoCAD sea especialmente sencillo, como ya has visto anteriormente.

Es especialmente importante que tengas en cuenta que la visualización isométrica anteriormente descrita es **real**, es decir, estás trabajando en un entorno tridimensional, en que cada punto tiene unas coordenadas **X, Y y Z**. Hasta hace no demasiado, en el dibujo tridimensional de AutoCAD se empleaba una técnica (aún usada) que permite un dibujo isométrico en 2D tal y como haces en un papel, sin necesidad de introducir coordenadas de eje Z, mediante una simple reorientación de los ejes. En apartados posteriores aprenderás también su uso.

A continuación podrás trabajar los elementos vistos mediante un sencillo y simple ejercicio.

Ejercicio resuelto

Para empezar a manejar la creación en 3D, puedes realizar el siguiente ejercicio. Se trata de construir la estructura alámbrica definida por las vistas de la siguiente figura. Recuerda que está construida con líneas, y por tanto, a pesar de que en las vistas ves líneas discontinuas, sólo serían tales si la figura de verdad fuera un sólido volumétrico:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

Mostrar retroalimentación

Puedes descargar la solución al ejercicio a través del siguiente enlace:

[Solución al ejercicio propuesto.](#) (0.33 MB)

También puedes consultar el proceso de construcción del ejercicio en el siguiente vídeo, en el que también podrás ver el uso de las vistas isométricas y el uso del comando “órbita”:

[Resumen textual alternativo](#)

Autoevaluación

¿Puedes decir si es correcta la siguiente afirmación?

La perspectiva isométrica es normalmente la forma más adecuada de visualizar elementos 3D en perspectiva.

Verdadero Falso

Falso

No es cierto. Aunque puede ser la más usada, no es en absoluto la más adecuada, ya que en ocasiones, las dimensiones de piezas ocasionan una superposición de líneas en vista isométrica sobre el plano del cuadro, debido a los ángulos entre ejes de ésta. Una ligera variación de los ángulos de los ejes soluciona normalmente este problema.

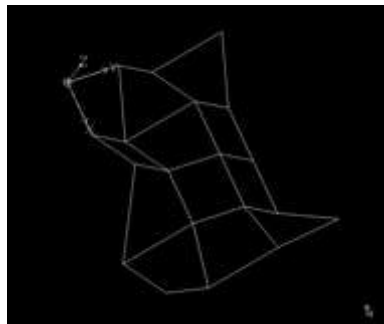
2.4.- Superficies.

El trabajo con **generación de superficies** no es tan común dentro del ámbito de la representación gráfica de instalaciones térmicas y de fluidos, ya que normalmente no vas a tener elementos que sean puramente superficiales. No obstante, en una representación de trazado isométrico de tuberías en 3D, es posible que, mediante creación de superficies, te interese separar ambientes, volúmenes o distinguir varias partes de una instalación.

Tanto **Drafsight** como **AutoCAD** permiten la generación de elementos superficiales. Recuerda que, aunque 3 rectas definen un plano, son necesarias 4 para definir una superficie delimitada. Los comandos de generación de superficies son accesibles en DraftSight en el menú "**Dibujar** → **Malla**", mientras que en AutoCAD, dependiendo de la versión, pueden encontrarse en "**Dibujo** → **Modelado 3D** → **Superficies**".

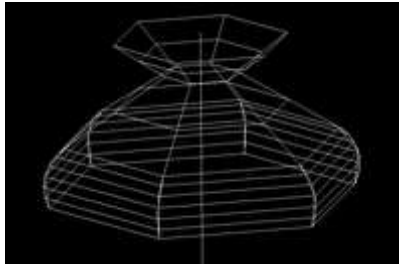
Existen varias opciones para la creación de superficies en ambos programas. Algunas de ellas son las siguientes:

- ✓ **3D Cara:** este comando, común en ambos programas, permite generar superficies indicando 4 puntos (para una superficie cuadrangular) o 3 puntos (para una triangular). Los puntos tienen que ser coplanarios para poder generar la cara.
- ✓ **3D Malla:** esta opción, presente también en ambos programas (en AutoCAD, en función de la versión), permite construir mallas de MxN vértices indicando la posición de cada uno de ellos. Los vértices no tienen por qué ser coplanarios. La superficie generada será plana en cada celda, pero irregular en su conjunto, como puede verse en la imagen:



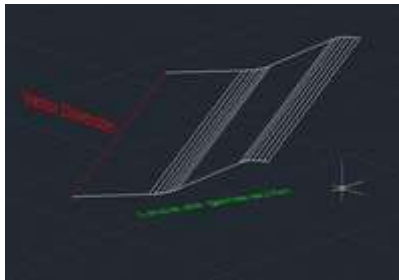
[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓
- ✓
- ✓
- ✓ **Malla girada:** permite obtener una malla de revolución, indicando cuál es la entidad a girar y cuál el eje de giro. Permite igualmente definir el ángulo a cubrir en el giro, generando de este modo una superficie de revolución. Es muy importante que tengas en cuenta que la entidad a girar debe ser una polilínea. Si no lo es, deberás convertirla en ella.



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓ **Malla tabulada:** se entiende por superficie o malla tabulada la generada al ir recorriendo una línea a través de una trayectoria. Tanto AutoCAD como DraftSight nos permite la generación de una superficie de este tipo designando una curva generadora de la superficie y un vector dirección:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓ **Malla reglada:** son aquellas definidas por 2 trayectorias. Al definir 2 trayectorias distintas (polilíneas), **AutoCAD** o **DraftSight** calcularán automáticamente cuál es la superficie que mejor se ajusta a la unión de esas dos trayectorias, sin posibilidad para tí de definir puntos intermedios. Tanto esta como el resto de opciones son menos usadas que las anteriores.

2.5.- Sólidos.

Hasta ahora has estado trabajando con estructuras alámbricas y con superficies. Recuerda que éstas no definían sólidos con volumen, sino únicamente aristas de constitución de los mismos o recubrimientos superficiales de estos.

Hasta aquí llega la potencia de modelado de **DraftSight**, ya que la creación, el trabajo y manejo de sólidos a nivel vectorial es sólo competencia de **AutoCAD**, debido a su mayor capacidad de procesamiento.

Con **AutoCAD** es posible crear una serie de sólidos predefinidos o bien definir sólidos en base a una serie de comandos de creación y modelado que verás posteriormente.

Dependiendo de la versión de **AutoCAD**, podrás acceder a través de varios caminos a la generación de sólidos. Como siempre, tendrás acceso bien desde Menú, desde línea de comandos o desde barra de herramientas. Por sencillez, puedes encontrar todas las órdenes agrupadas en el menú **"Dibujo → Modelado 3D"**.

Los distintos tipos de sólido a generar puedes verlos en la siguiente imagen:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓ **Cubo:** te permite generar un prisma tetragonal indicando sus tres dimensiones: anchura, altura y profundidad (medidas en X, Y, Z). Para ello únicamente hay que especificar un punto de origen y puntos que definan cada una de sus dimensiones.
- ✓ **Cuña:** la cuña se genera indicando unas dimensiones de base y una altura. Debes tener en cuenta que el lado elevado de la cuña será en el cual hayas especificado el origen.
- ✓ **Cono:** para generar un cono deberás especificar el radio o diámetro de la circunferencia de base y la altura del mismo.
- ✓ **Esfera:** será suficiente con especificar centro y radio de la misma.
- ✓ **Cilindro:** De forma similar al cono, es necesario de nuevo definir el centro del mismo y la altura.
- ✓ **Toroide:** para definir el toroide, debes indicar a AutoCAD cuál es el radio de circunferencia central del toroide y cuál el radio de la sección del mismo.
- ✓ **Pirámide:** las pirámides creadas mediante esta opción siempre serán regulares, por lo que será necesario especificar el lado del cuadrado de base y la altura de la misma.

Existen **varias variables de estado** que afectan a la generación de superficies y/o sólidos. Algunas de ellas funcionan de **modo estático**, es decir, una vez generadas las superficies o sólidos con un valor de esa variable, aunque cambie el valor de la misma, no cambiará la apariencia de las entidades de dibujo. Otras, sin embargo, son **dinámicas**, con lo cual las entidades pueden ser regeneradas una vez cambiado el valor de la variable de estado. Algunas de ellas son las siguientes:

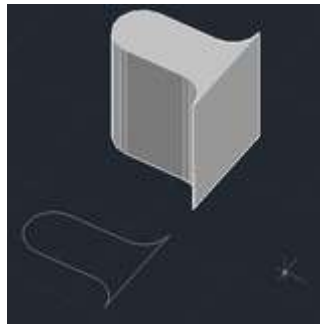
- ✓ **ISOLINES**: controla el grado de precisión con que se dibujan los sólidos. El valor por defecto es 4 pero se puede aumentar. Cuanto mayor sea el número, mayor será el número de caras que dibujará **AutoCAD**. Para cambiar el valor de **isolines**, es necesario teclear el comando desde línea de comandos, introducir su nuevo valor y “**regenerar**” el dibujo haciendo uso del comando **REGEN**.
- ✓ **SURFTAB1** y **SURFTAB2**: permiten cambiar el número de celdas de malla creadas por AutoCAD en la generación de superficies. Son variables estáticas, a diferencia de **ISOLINES**. Una regula las divisiones horizontales y otra las verticales.

2.6.- Generación de sólidos.

En el apartado anterior has visto cómo generar sólidos predefinidos para los cuales **AutoCAD** posee órdenes específicas en su generación. Si piensas no obstante la cantidad de formas de los objetos en la vida real, comprobarás cómo con esas simples herramientas no es posible dar forma a todo lo que se te pueda ocurrir...

Para poder construir sólidos, al igual que ocurría anteriormente con las superficies, **AutoCAD** tiene unas herramientas adicionales cuyo uso y conocimiento es imprescindible para poder recurrir al modelado 3D más simple. Están accesibles en el menú "**Dibujo** → **Modelado 3D**" y las más importantes son las siguientes:

- ✓ **Extrusión:** la orden "**extrusión**" permite obtener sólidos a partir de una polilínea cerrada de base, dando una altura y generando el sólido por desplazamiento de esa superficie a lo largo de la línea.
Para poder emplear el comando extrusión, el contorno original debe ser una polilínea. Si no lo es, deberás convertirlo en ella. En la imagen puedes ver una polilínea y el sólido extrusionado generado a partir de ella.



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓ **Revolución:** los **sólidos de revolución** son similares a las superficies de revolución, y se generan a partir de una polilínea que igualmente deberá ser cerrada. Deberás para ello indicar cuál va a ser el eje de revolución y qué ángulo (medido en sentido antihorario) va a abarcar la revolución.



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓ **Barrer:** los **sólidos de barrido** se generan desplazando una polilínea cerrada (área de generación) a lo largo de una trayectoria, sin importar la forma de ésta. De este modo, pueden generarse sólidos de formas complejas con poco esfuerzo y rapidez.



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

Aunque existen algunas otras órdenes como “**pulsartirar**” o “**solevar**”, comprobarás que estas tres anteriores son las principales, y sin duda las más empleadas a la hora de generar sólidos.

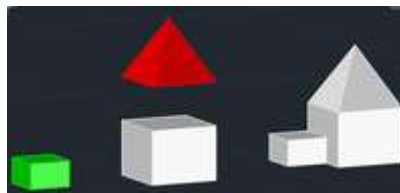
2.7.- Operaciones con sólidos.

A pesar de que ya conoces las principales órdenes de generación de sólidos, habrás comprobado que generar sólidos complejos con ellas no es sencillo, ya que cualquier elemento real (imagina para ello un cruce de tuberías) es extremadamente complejo para ser generado a partir de una sola entidad, sea por revolución, extrusión o barrido.

Es por ello que los sólidos complejos no pueden generarse en un sólo paso, sino que están compuestos por otra serie de sólidos simples a los que van unidos como si de un puzzle se tratase.

Esto hace que generar un sólido complejo con **AutoCAD** exija una labor previa de planificación que puede resumirse en los siguientes pasos:

1. **Identificar las partes constitutivas del mismo:** a la hora de dibujar un objeto complejo, es necesario que primero procures separarlo en piezas elementales (cubos, conos, cilindros...) como si estuvieras deconstruyendo un puzzle. Es una parte fundamental en la planificación de un dibujo 3D.
2. **Generación de los sólidos individuales:** una vez hayas planificado cómo vas a construir la pieza y de cuántos elementos diferentes (que posteriormente serán unidos, interseccionados o restados) está compuesta, tienes que generar estos elementos. Lo mejor es que lo hagas por separado, para que unos bloques no interaccionen con otros, y posteriormente colocar cada uno en su posición correcta.



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

3. **Posicionamiento de sólidos:** generados los sólidos por separado, el siguiente paso es la colocación de cada uno de ellos en su posición deseada, para posteriormente interaccionar con los mismos y aplicarles las operaciones deseadas del siguiente paso.
4. **Operaciones de unión, diferencia e intersección:** en el apartado siguiente verás cómo aplicar estas órdenes, que constituyen sin duda la base del modelado complejo, y que permiten **unir sólidos** (tratando a los sólidos unidos como una única entidad de dibujo), **restar sólidos** (eliminando partes de un sólido interseccionado con otro) o **interseccionar sólidos** (quedándote únicamente con aquella parte común a ambos),
5. **Generación de detalles:** modelar sólidos para el dibujo 3D no es más que una parte del trabajo. Normalmente en los planos es necesario incluir además determinados elementos que constituyen aclaraciones al mismo y que sin ellos no sería posible distinguir determinadas partes del dibujo 3D. Entre ellos verás posteriormente los cortes y las secciones como herramientas fundamentales en la generación de detalles. Igualmente, todos los chaflandes o empalmes de los elementos serán generados en esta fase.
6. **Construcción de vistas:** una vez elaborados los sólidos en 3D, así como los detalles específicos (cortes, roturas, secciones de los mismos, etc.), es necesario que compongas el plano seleccionando aquellas vistas más aclaratorias de las piezas o instalación, así como su disposición en el plano, añadiendo posteriormente cotas y leyendas para terminar de conformar el plano.

Autoevaluación

Rellena los huecos con los conceptos adecuados:

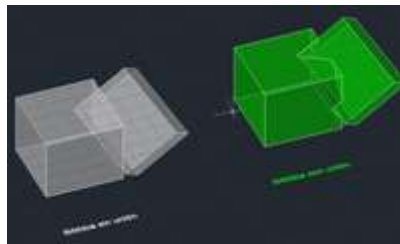
En el modelado 3D, podemos generar sólidos levantando un contorno perpendicularmente al mismo mediante el comando , al igual que podemos obtener sólidos girando un contorno alrededor de un eje obteniendo de esta forma sólidos de . En todos estos sólidos generados podemos cambiar las líneas del modelado de visualización de forma dinámica mediante la variable de estado .

Enviar

2.8.- Unión, diferencia e intersección.

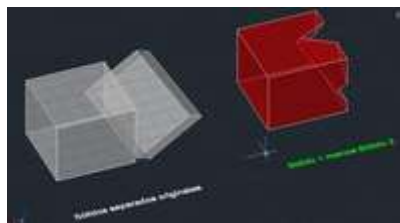
La unión, diferencia e intersección (también llamadas “operaciones booleanas”) son las operaciones fundamentales para el modelado de sólidos complejos, y te permitirán aquello que en el apartado anterior visto como “deconstruir el puzzle”. A continuación verás el uso concreto de cada uno de estos útiles comandos. Puedes acceder a los mismos desde línea de comandos (tecleando “**unión**”, “**diferencia**” o “**intersección**”), o bien desde menú, donde las encontrarás agrupadas en “**Modificar** → **Edición de sólidos**”.

- ✓ **Unión:** el comando “**unión**” permite unir dos o más sólidos que tengan en común al menos alguna superficie. De este forma pasarán de ser sólidos individuales a tratarse como una sola entidad compleja de dibujo.



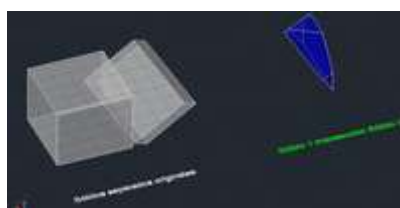
[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓ **Diferencia:** el comando “**diferencia**” permite sustraer sólidos o partes de sólidos a otros. Tendrás de esta forma un sólido objeto de la operación y otro sólido a sustraer, de modo que tras aplicar el comando la parte común entre el sólido objeto y el sólido a sustraer se eliminará del primero. Puedes ver una secuencia del comando en la siguiente presentación.



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓ **Intersección:** esta orden opera de forma similar a diferencia, pero en este caso el resultado de la operación será en este caso únicamente la parte común a ambos sólidos.



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

Ejercicio resuelto

Como iniciación al manejo de órdenes de conformado de sólidos puedes construir la siguiente figura simple:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

Mostrar retroalimentación

Tienes también disponible la solución al ejercicio en formato DWG en el siguiente enlace:

[Solución al ejercicio anterior.](#) (0.18 MB)

3.- Representación isométrica de instalaciones.

Caso práctico



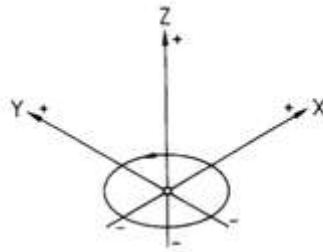
[Hermann Luyken \(CC BY-NC-SA\)](#)

Una de las cosas más difíciles de representar y que sin duda requiere de más detalle son las instalaciones de tuberías. Los cambios de diámetro de tubos, cambios de nivel, accesorio,... hacen que su representación sea un quebradero de cabeza para poder plasmarlas sobre plano.

A estas alturas, y con los conocimientos de programa que ya tienen, **Roberto** y **Nerea** empiezan a preguntarse cuál será el sistema más rápido y eficiente para hacerlo, y, naturalmente, si hay alguna normativa que lo regule.

La representación isométrica de instalaciones está regulada por la norma **UNE-EN 6412-2:1995**. Es un tipo de representación que se aplica fundamentalmente a las instalaciones de tuberías y que pretende reflejar las dimensiones espaciales de un trazado donde puedan ver claramente detalles y formas que en una representación en vistas resultarían excesivamente complejos.

La representación se hará siempre en base a unos ejes de coordenadas cartesianas, que es necesario especificar sobre el dibujo de modo que siempre se tenga visible la referencia de plano horizontal, plano frontal y plano vertical, al igual que has visto en el icono del sistema de referencia universal en el caso de **AutoCAD** o **DraftSight**. La norma propone un sistema de coordenadas que debe ajustarse al de la figura:



[AENOR](#) (Todos los derechos reservados)

Aunque la representación isométrica sea normalmente mucho más clara que la representación en vistas, debes tener en cuenta que al tratarse de una representación en la que los ángulos entre ejes son **120°**, en muchas ocasiones los trazados se superpondrán, resultando difícil distinguir si un cambio de nivel en la tubería sigue la dirección del **eje X**, del **eje Y** o del **eje Z**. Para ello, la norma propone distinguir los **cambios de plano** con un rayado de sus proyecciones tal y como muestra la figura inferior:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

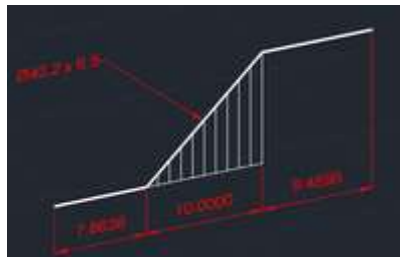
Al igual que ocurría en la unidad de trabajo “**Simbología y Normalización en las Instalaciones Térmicas y de Fluidos**, en la que la mayoría de la **simbología de representación** estaba normalizada, aquí también tendrás que tener en cuenta una serie de normativas que marcan aspectos como los anteriormente vistos, así como determinadas formas de representar isometrías de tuberías. Las más importantes que debes tener en cuenta son:

- ✓ **UNE-EN ISO 6412-1:** representación simplificada de tuberías. Reglas generales y representación ortogonal.
- ✓ **UNE-EN ISO 6412-2:** representación simplificada de tuberías. Proyección isométrica.
- ✓ **UNE-EN ISO 6412-3:** representación simplificada de tuberías. Accesorios para los sistemas de ventilación y de drenaje.

3.1.- Recomendaciones en la representación isométrica.

No sólo los cambios de plano, como veías en el apartado anterior, están normalizados, sino también las acotaciones e indicaciones, así como otras reglas especiales. Entre ellas es necesario que tengas en cuenta algunas de las siguientes recomendaciones:

- ✓ Los **diámetros exteriores** y **espesores de paredes** de las tuberías pueden señalizarse sobre las mismas de dos formas: bien de acuerdo a la figura inferior (norma **ISO 5261**) o bien indicando su dimensión nominal empleando para ello las letras "**DN**" seguida de la misma (norma **ISO 3545**).



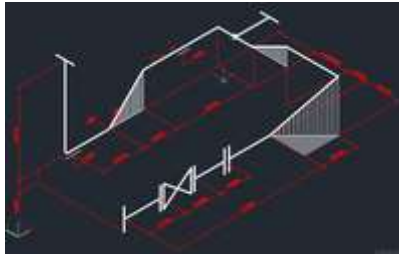
[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓ Los **ángulos** y **radios de curvatura**, **niveles** y **sentidos de inclinación** deben indicarse cuando concorra alguna de estas circunstancias o cuando sea importante conocer estos detalles de cara a la instalación. Puede hacerse como se representa en la figura inferior:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓ Las **acotaciones** podrán ser **redundantes** si fuera necesario y aclaratorio para el proceso de instalación o fabricación.
- ✓ En lo referente a los **símbolos gráficos** a emplear en planos de isometrías, es necesario que respetes la normativa de representación que ya viste en la primera unidad de trabajo. Lo único que la norma **UNE-EN 6412-2** añade es que dichos símbolos deben dibujarse utilizando el método de proyección **isométrico**.
- ✓ En cuanto a **simbología general** isométrica, así como **representación de válvulas, soportes, cruces y uniones permanentes**, la norma da una serie de indicaciones generales y recomendaciones que puedes ver resumidas en la siguiente figura, así como un ejemplo general de uso de las normas anteriores.



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

Tienes también disponible el ejemplo anterior en formato DWG en el siguiente enlace:

[Ejemplo de representación isométrica completa.](#) (1.9 MB)

3.2.- Representaciones isométricas en 2D.

Hasta ahora has estado viendo cómo realizar la representación isométrica asumiendo que ello implica el trabajo en las 3 coordenadas del espacio.

Naturalmente es así, ya que como has visto anteriormente la vista isométrica implica una proyección sobre un plano del cuadro que forma un ángulo de 120° con cada uno de los ejes X, Y y Z. No obstante, no es imprescindible un manejo del espacio tridimensional en los programas de edición que hasta ahora has estado viendo (**AutoCAD** y **DraftSight**). La prueba es que si realizas una representación isométrica sobre papel, tu espacio de trabajo real es completamente bidimensional (el folio), y en ningún momento te planteas necesitar un espacio 3D para tu representación.

Esto hace que sea posible el trabajo en representación isométrica de instalaciones manejando exclusivamente 2 coordenadas tanto desde **AutoCAD** como desde **DraftSight** simplemente mediante una reorientación en la representación de los ejes. Esto hace que la medida introducida sobre cada eje no sea real en su apreciación, ya que el programa aplica un coeficiente de visualización para adaptar la medida a la percepción del ojo.

El trabajo con esta técnica requiere una serie de pasos tanto en **AutoCAD** como en **DraftSight**:

- ✓ En el caso de **AutoCAD**, es necesario activar la “rejilla isométrica”. Para ello deberás ir al menú “**Herramientas** → **Parámetros de Dibujo**” y activar la opción de “**Resolución Isométrica**” dentro de la pestaña “**Resolución y Rejilla**”.
- ✓ En el caso de **DraftSight**, la misma opción puede ser activada moviéndote a “**DraftSight** → **Preferencias**”, y una vez dentro, seleccionando “**Preferencias del usuario** → **Opciones de Dibujo** → **Visualizar** → **Configuración de la rejilla**” y seleccionando el parámetro “**Isométrico**” en lugar de “**Rectangular**”.
- ✓ Una vez activadas las vistas isométricas observarás cómo el cursor indicador cambia de forma. Podrás cambiar el isoplano sobre el que dibujar mediante la pulsación de la tecla “**F5**”, como puedes ver en la imagen.



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓ Puedes introducir **medidas sin necesidad de coordenadas**, simplemente orientando la línea con el ratón en la dirección en que quieres dibujar y tecleando la medida exacta desde línea de comandos, sin necesidad de uso de coordenadas ni símbolos especiales.

En el siguiente video puedes ver un resumen de cómo poder emplear esta técnica de representación:

<https://www.youtube.com/embed/BRQmrrO1Lyg>

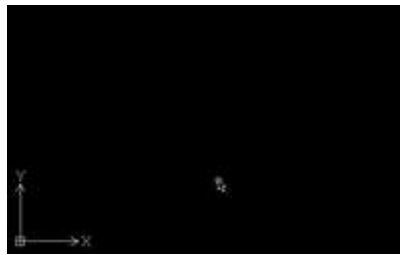
3.3.- Representaciones isométricas en 3D.

Como habrás podido comprobar, sin duda la principal ventaja de la **representación isométrica en 2D** en su simpleza y sencillez, evitando el trabajo en una tercera coordenada (**Z**) y además sin necesidad de emplear sistemas de referencia para la introducción de coordenadas.

No obstante, el sistema tiene sus limitaciones: en representaciones complejas especialmente, la dificultad de indicar medidas y por supuesto la imposibilidad de generar otro tipo de objetos referenciales "**reales**" (es decir, en tres dimensiones) que pueden ser interesantes para el dibujo hace que el sistema, pese a ser útil, cada vez se emplee menos.

Por supuesto el empleo de **representación isométrica en 3D** tiene también sus inconvenientes, como la mayor complejidad y la necesidad de empleo de un **Sistemas de Coordenadas Personales (SCP)**.

¿Qué es un **SCP**? Antes de aclararlo es necesario que comprendas el sentido de Sistema de Coordenadas Universales (**SCU**): al comenzar cualquier dibujo nuevo en cualquier programa de diseño asistido por ordenador, verás un icono referencial de ejes que aparecerá habitualmente en la parte inferior izquierda del área de trabajo, tal y como aparece en la figura inferior:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

Este sistema de referencia, que marca un punto origen dentro del área de trabajo e indica la dirección de cada eje y el punto de vista, y que se mantiene en la misma posición en todo el dibujo (aunque cambie para situarse en el área de trabajo cada vez que te desplaces o hagas zoom) se conoce como **Sistema de Coordenadas Universales** o (**SCU**).

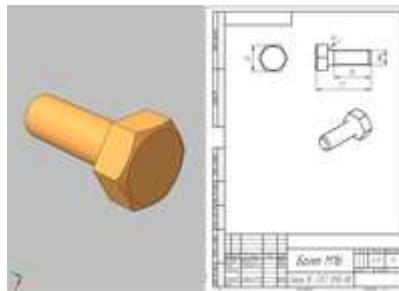
Es posible definir un **SCP** usando simplemente desde línea de comandos la orden "scp" (**AutoCAD**), tras lo cual AutoCAD ofrece una serie de opciones de las cuales dos son las más interesantes, y que te permitirán definir tu SCP:

- ✓ **3 puntos:** te permite definir tu propio **SCP** indicando 3 puntos, uno de ellos para el origen, otro en la dirección deseada para el eje X y otro en la dirección deseada para el eje Y. El eje Z se dibujará automáticamente siguiendo [la regla de la mano derecha](#).
- ✓ **SCU:** te permitirá volver a definir tu **SCP** como el **SCU** universal del dibujo.

Para saber más

4.- Construcción de planos.

Caso práctico



[ЗорпаФ](#) (CC BY-NC-SA)

Los planos complejos, como a estas alturas ya sabrás, no suelen constar únicamente de un tipo de representación, sea plana, isométrica o en perspectiva, sino que suelen integrar muchos elementos aclaratorios sobre el mismo papel. Recuerda que la misión del plano es aclarar lo más posible los detalles de la instalación.

Roberto y Nerea, en su trabajo final para el módulo de **Representación Gráfica de Instalaciones**, donde tienen que hacer una representación isométrica y una en vistas sobre el mismo papel, ya se han dado cuenta. ¿Cómo conjugar todos los elementos anteriormente vistos sobre el mismo formato?

Como ya has visto, construir un plano implica algo más que hacer un dibujo. Normalmente en los **planos de instalaciones** necesitarás representar algo más que un simple dibujo, en perspectiva o no, de unos elementos o piezas. Es posible que necesites añadir un modelado adicional de una pieza, como en la imagen que encabeza esta página, un casillero de datos de plano, o una leyenda que identifique los elementos que están colocados sobre el mismo.

Todos esos elementos que pueden aparecer en un plano es necesario conjugarlos de algún modo. Es lo que se conoce como **construir un plano**: es decir, colocar aquellos elementos necesarios para definir una construcción, pieza o instalación, independientemente del tipo que sean y de cuál sea su representación.

Tanto **AutoCAD** como **DraftSight** implementan una serie de técnicas que te facilitarán el uso de este tipo de trabajos y ordenaciones de elementos en plano. Algunas de ellas son las siguientes:

- ✓ **Uso de espacio modelo y de espacio papel:** AutoCAD implementa un espacio de trabajo por defecto (**espacio modelo**) y tantos espacios de composición como desees tener, de forma que puedas organizar vistas y elementos (**espacio papel**).

- ✓ **Uso de ventanas:** el poder definir ventanas transparentes en un plano para organizar diferentes elementos como si estuvieran juntos es una utilidad que emplearás habitualmente en la organización de dibujos.
- ✓ **Cortes y secciones:** el empleo de **cortes** y **secciones** sobre elementos 3D posibilitará la inclusión de detalles particulares en los planos que, combinado con el uso de ventanas y uso de espacio papel, hará que los planos sean más claros y representativos de la realidad.

En los apartados posteriores verás cómo poder hacer uso de estas técnicas en los programas de diseño asistido por ordenador con los que vienes trabajando.

Autoevaluación

En el uso de representaciones isométricas, ¿cuáles de las siguientes normas o recomendaciones son correctas y cuáles no?

Los cambios de nivel es necesario siempre señalarlos con un rayado sobre el plano de cambio.

Verdadero Falso

Verdadero

Es cierto, tal y como lo marca la norma UNE-EN 6412-2.

Las acotaciones sobre plano que sean redundantes, es necesario eliminarlas.

Verdadero Falso

Falso

Falso. Es posible dejarlas si aclaran detalles específicos a destacar.

La representación isométrica en 2D simplifica el proceso de dibujo de instalaciones.

Verdadero Falso

Verdadero

Cierto, aunque ten en cuenta que para instalaciones complejas puede ser contraproducente.

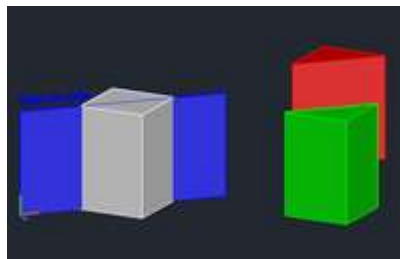
4.1.- Cortes.

En la unidad de trabajo número 1 **Simbología y Normalización en las Instalaciones Térmicas y de Fluidos** viste la diferencia entre **cortes** y **secciones**. Recuerda que ambas técnicas se usan fundamentalmente con dos fines:

1. Para **reflejar detalles del elemento** como [taladros](#), [oquedades](#), o partes que no pueden reflejarse de forma directa en ninguna vista.
2. Para poder acotar estos elementos, ya que, como verás más adelante, no se permite la acotación sobre líneas ocultas en las vistas.

Un **corte** no es más que una separación de un sólido al ser atravesado por un plano de intersección que divide al mismo en al menos dos mitades.

Dado que DraftSight no trabaja con sólidos tridimensionales, la herramienta “**corte**” sólo podrás emplearla en **AutoCAD**.

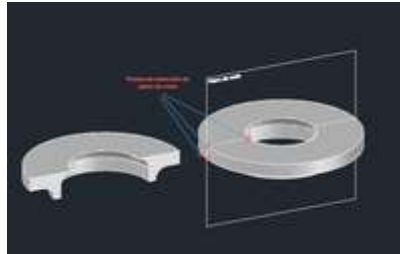


[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

Puedes acceder a la herramienta corte a través del menú “**Modificar** → **Operaciones 3D** → **Corte**”, o bien simplemente tecleando el comando “**corte**” desde línea de comandos.

Para poder definir un corte, es necesario especificar qué sólido va a ser objeto del corte (es necesario que sea un sólido, no una mera superficie envolvente cerrada) y cuál es el plano de corte que va a seccionar el sólido. Hay varias formas de indicar el plano de corte, aunque normalmente las opciones más usadas son las siguientes:

- ✓ **Plano XY:** corta el objeto por un plano paralelo al XY del SCP. Debes introducir un punto perteneciente a ese plano.
- ✓ **Plano YZ:** corta el objeto por un plano paralelo al XY del SCP. Igualmente debes introducir un punto perteneciente a ese plano.
- ✓ **Plano ZX:** corta el objeto por un plano paralelo al XY del SCP. De nuevo es necesario introducir un punto perteneciente a ese plano.
- ✓ **3 puntos:** el plano de corte no tiene por qué ser paralelo al ningún plano formado por los ejes ortogonales, sino que puedes definirlo introduciendo 3 puntos cualesquiera que estén contenidos en ese plano y que no formen una recta, como puedes ver en la figura inferior:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

Ejercicio resuelto

A partir de las medidas de la sección de corte de la figura inferior y con la distancia de eje dada, modela el sólido de la figura anterior y dale un corte similar:



Mostrar retroalimentación

El sólido a modelar en este caso puedes ver que es un sólido de revolución. Para ello, es necesario definir una polilínea cerrada que, al girarla alrededor de un eje, genere el sólido que te interesa.

En este caso sólo tienes que limitarte a dibujar el contorno indicado en la figura empleando para ello las órdenes **línea** y **arco** (puedes sustituir esta última por la orden **círculo** y posteriormente recortar los cuadrantes sobrantes) con las medidas indicadas en la imagen.

Una vez dibujado el contorno, es fundamental que conviertas dicho contorno a polilínea. Para ello puedes emplear desde línea de comandos la orden "**editpol**" para **AutoCAD** o "**pedit**" para **DraftSight**. A continuación, selecciona una de las entidades de dibujo que conforman el contorno. El programa te informará que la entidad no es una polilínea y te preguntará si deseas convertirla en una. Deberás responder que sí. A continuación, puedes comprobar que te aparecerán en línea de comandos una serie de opciones para operar con la polilínea recién creada. Deberás elegir "**unir**" y seleccionar el resto de líneas con la que deseas completar la operación (en este caso, todas las demás). De esta forma, todas las líneas del contorno quedarán convertidas en una sola polilínea.

El penúltimo paso consiste en dibujar el eje de revolución, que puedes ver marcado en la imagen a la derecha, y emplear la opción de menú "**Dibujo** → **Modelado 3D** → **Revolución**". El programa te pedirá el

contorno a revolucionar, el eje de revolución y el ángulo a revolucionar, que en este caso serán 360°.

Por último, es necesario dar el corte al sólido. Deberás para ello teclear "**corte**" desde línea de comandos, indicar 3 puntos que formen un plano que corte transversalmente al sólido (por ejemplo los marcados en la figura anterior) y ejecutar la orden.

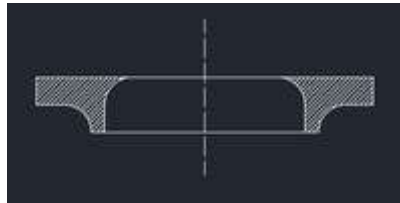
Como modificación adicional, puedes desplazar una de las dos mitades de la figura cortada para que el corte pueda verse sin problemas.

4.2.- Secciones.

Ya viste también en la **Unidad de Trabajo 1 “Simbología y Normalización en las Instalaciones Térmicas y de Fluidos** las similitudes y diferencias entre el concepto de **corte** y el de **sección**.

Tanto el **corte** como la **sección** se basan en la intersección del elemento a representar por un plano de corte o superficie imaginaria que divide la pieza por el sitio más adecuado para poder separar la pieza y representar los elementos que queremos destacar, ahora bien, la **sección** es el dibujo de la pieza contenida en el plano de intersección, mientras que el **corte** es la vista de la pieza, desde el punto de vista del plano de intersección, tal y como quedaría tras ser cortada por el mismo, con la parte correspondiente a la sección rayada.

Para el ejemplo que viste en el apartado anterior, la representación de la sección es la que puedes ver en la imagen a continuación:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

Al igual que ocurría con la orden “**corte**”, el comando “**sección**” es igualmente accesible desde varios sitios. Puedes llegar a él a través de la opción de menú “**Dibujo** → **Modelado 3D** → **Sección**” o bien simplemente escribiendo “**sección**” desde línea de comandos.

De nuevo te encontrarás con opciones similares a las vistas para el comando corte:

- ✓ **Plano XY:** secciona el objeto por un plano paralelo al XY del SCP. Debes introducir un punto perteneciente a ese plano.
- ✓ **Plano YZ:** secciona el objeto por un plano paralelo al XY del SCP. Igualmente debes introducir un punto perteneciente a ese plano.
- ✓ **Plano ZX:** secciona el objeto por un plano paralelo al XY del SCP. De nuevo es necesario introducir un punto perteneciente a ese plano.
- ✓ **3 puntos:** el plano de corte no tiene por qué ser paralelo al ningún plano formado por los ejes ortogonales, sino que puedes definirlo introduciendo 3 puntos cualesquiera que estén contenidos en ese plano y que no formen una recta, como puedes ver en la figura inferior:

En todos aquellos elementos sólidos en los que realices sección, no olvides que las cotas deben ir siempre sobre éstas, y no sobre el sólido en perspectiva o en vistas.

Autoevaluación

¿Son ciertas las siguientes afirmaciones sobre construcción de planos, cortes o secciones?

Las secciones son obligatorias para aquellos elementos que tengan partes ocultas.

Verdadero Falso

Falso

Falso. No hay obligaciones en lo referente a realizar cortes o secciones. Sólo tú decides cuándo es o no necesario, y será recomendable en aquellos casos en los que la sección permite indicar dimensiones o resaltar detalles necesarios en la construcción de la pieza, máquina o instalación.

Todo corte lleva aparejada una sección en su representación.

Verdadero Falso

Falso

No es cierto. A pesar de que cualquier corte genera una sección en el elemento cortado, no es obligatorio representarla, ya que es posible que el corte únicamente pretenda destacar elementos internos de la pieza, y no contenidos en la sección.

4.3.- Espacio modelo y espacio papel.

Hasta ahora, aún sin saberlo, has estado siempre trabajando en un área de dibujo que AutoCAD denomina “**espacio modelo**”. El espacio modelo es el área donde se dibuja normalmente, y donde puedes cambiar visualización, puntos de vista, etc.

Imagina ahora que, debido a la complejidad de una instalación, necesitas representar sobre un mismo plano una vista isométrica de la misma conjugado con la sección de una válvula (que también deberás modelar en el plano) y un cuadro de datos. ¿Qué punto de vista fijarías para poder conjugar todos estos elementos en un mismo plano?.

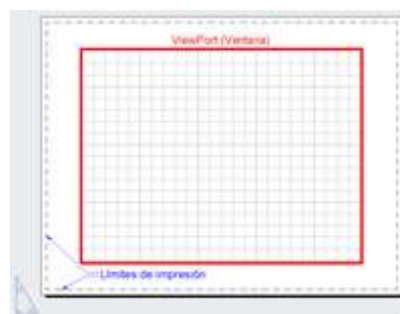
Para dar respuesta a este tipo de composición de planos AutoCAD implementa la característica de “**espacio papel**”. El **espacio papel** (también denominado “**layout**”) es una página que te va a permitir configurar la presentación de uno o más dibujos que hayas realizado en el **espacio modelo**.

Es fácil conmutar entre “**espacio modelo**” y “**espacio papel**” de forma sencilla mediante el uso de las pestañas “**Modelo**” y “**Papel**” que podrás ver en la parte inferior izquierda del área de trabajo. Igualmente, podrás teclear desde línea de comandos “**model**” para el espacio modelo o “**layout**” para elegir un espacio papel existente o definir uno nuevo. Puedes observar cómo el espacio de la pantalla cambia completamente y cómo el icono de ambos tipos de entornos de trabajo cambia como se muestra en la figura:



[José María Delgado](#) (Todos los derechos reservados)

Una vez estés situado sobre el **espacio papel**, podrás observar que hay dos áreas claramente diferenciadas, como puedes ver en la imagen inferior:



[José María Delgado](#) (Uso educativo-nc)

- ✓ **Ventana (Viewport):** es la zona contenida en la línea roja. Por defecto, al crear un nuevo espacio papel, **AutoCAD** te colocará una ventana similar a esta. Dentro de las ventanas del espacio papel, puedes literalmente “enfocar” el espacio modelo. Son por

tanto vistas al espacio modelo, y que, pinchando en sus bordes, puedes redimensionar, crear nuevas, borrar existentes,... Las ventanas son agujeros al espacio modelo.

- ✔ **Área de impresión:** es la zona con línea discontinua de la imagen. Marca los límites de impresión en función del tamaño de papel elegido en el menú "**Archivo** → **Configuración de impresión**".

Para saber más

Puedes aprender más sobre la configuración completa del espacio modelo y espacio papel visitando el siguiente enlace:

[Entender el espacio modelo y el espacio papel en Autocad 2017 HD](#)

4.4.- Impresión desde el espacio papel y su configuración.

Una vez conocida la distinción de “**espacio modelo**” y “**espacio papel**”, verás a continuación los pasos necesarios para configurar una correcta impresión desde el espacio papel.

Naturalmente, desde **AutoCAD**, para dibujos sencillos, puedes imprimir directamente desde el **espacio modelo**, pero acostumbrarte a configurar la impresión desde el **espacio papel** es una muy buena costumbre, que te será muy útil a la hora de componer planos.

1. En primer lugar, y antes de ponerte a trabajar, debes elegir en qué unidades vas a representar las medidas de los objetos que vas a trazar sobre tu espacio modelo. No debes preocuparte a estas alturas de escalas: simplemente debes saber si tus medidas vas a representarlas en **milímetros, centímetros, metros, etc.** y trabajar de este punto en adelante en esas medidas. ¡No mezcles distintas unidades sobre tu dibujo!
2. Una vez hayas hecho esto, el siguiente paso es elegir sobre qué **tamaño de papel** vas a imprimir posteriormente tu trabajo. Si has olvidado los tamaños normalizados de papel, es recomendable que vuelvas a echar un vistazo a la unidad de trabajo número 1. El tamaño de papel deberás especificarlo en la **configuración de la página** (para versiones posteriores a 2011 de **AutoCAD**) o en **configuración de la impresión** (para versiones anteriores).
Si eliges un tamaño A4 y has decidido trabajar en milímetros, el tamaño de tu papel será de **297x210 milímetros**.

Es fundamental que además especifiques, según la escala a la que posteriormente quieras imprimir, a cuántos **milímetros** o **pulgadas** equivale **cada una de tus unidades de dibujo**.

3. Finalizado la parte de dibujo que quieres representar en espacio modelo, deberás ir ahora al espacio papel. Es conveniente que, seleccionando alguno de sus bordes, borres la **ventana (viewport)** que por defecto tendrás sobre el espacio papel. Puedes crear una ventana, o una disposición ya almacenada de ventanas, verticales u horizontales, pinchando con el botón derecho sobre el área de dibujo y eligiendo la opción “**Ventanas...**”. Elijas la configuración que elijas, siempre debes seleccionar la opción “**ajustar**” para cuadrar el tamaño de las ventanas a tu área de impresión.
4. Este paso ahora es fundamental: dado que seguramente querrás imprimir a una escala determinada, tal y como has especificado antes, deberás hacer que tu objeto, situado en el **espacio modelo** y visible a través de la ventana del **espacio papel**, se muestre a la escala elegida. Para ello deberás situarte dentro de la ventana (pinchando dos veces en el interior podrás ver como el recuadro se muestra en negrita), y ajustar el Zoom al nivel de escala que desees. Para ello, deberás hacer un **Zoom Escala** e introducir el nivel de escala de acuerdo a la deseada para tu dibujo, de acuerdo al siguiente formato:
Si la escala a la que trabajas es a 1:100 deberás indicar: **1/100XP**, expresando de esa forma la correspondencia para el nivel de zoom.

Para saber más

Puedes comprobar el funcionamiento del diseño isométrico 2D en AutoCAD viendo el siguiente video:



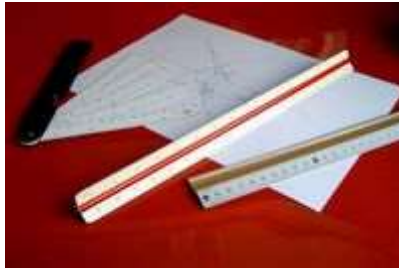
En el siguiente video puedes ver cómo trabajar en isométrico 3D en AutoCAD y cómo hacer uso de los comandos SCP y SCU:

Videotutorial de uso de SC...



[Resumen textual alternativo](#)

En el trabajo en 3D, debes tener en cuenta que, independientemente de tu punto de vista, cualquier orden o comando se ejecutará siempre en el plano **XY** que marque el **SCP** actual que tengas definido.



[Ministerio de Educación](#) (idITE=124941)

5. Una vez la ventana tenga el nivel de zoom deseado, deberás bloquear la ventana para evitar que puedas desajustar el nivel de zoom sin desearlo. Para ello, puedes pinchar con el botón derecho sobre la ventana, y elegir la opción “**bloquear**”.

Ya sólo quedaría imprimir al tamaño de papel deseado, o completar previamente la vista del espacio papel mediante vistas adicionales que puedan ser interesantes para el plano.

Puedes ver un resumen de todos los pasos aplicados a un caso concreto en el siguiente vídeo:



[Resumen textual alternativo](#)