



### 5.1. Introducción

Los documentos gráficos y sus principios de normalización son el objetivo de este capítulo. Dependiendo de su uso y de su grado de acabado reciben distintas denominaciones, pero en todos ellos existen elementos comunes, como se verá más adelante.

Los documentos gráficos o planos utilizados por los técnicos siguen unas determinadas pautas de presentación y de elaboración, y contienen una serie de informaciones necesarias para el perfecto entendimiento del contenido gráfico de la forma más universal posible. El denominado dibujo técnico es la forma de comunicación gráfica más extendida en el mundo industrial.

Para que el dibujo técnico sea verdaderamente útil y cumpla los requisitos de medio de expresión y comunicación debe tener varias características, entre las que destacan que sea gráfico, universal y preciso.

A diferencia de los croquis, los planos están afectados de una escala y siguen las normas de dibujo que están ya establecidas.

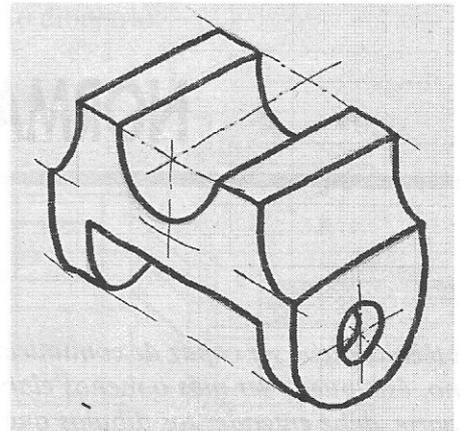


FIGURA 5.1. Croquis.

### 5.2. Tipos de dibujos técnicos

A continuación se presentan los tipos de dibujos técnicos más utilizados en la industria. La que se ofrece aquí es una clasificación general, pero existen clasificaciones más extensas dependiendo del contenido de los planos y la forma de realización.

Según la forma de presentación, pueden ser:

- *Croquis*. Representación realizada a mano y sin gran precisión, pero que contiene las características fundamentales del diseño. Le suele faltar información pero sirve para una primera comunicación de la idea a terceras personas e incluso como recordatorio de soluciones propuestas.

El soporte donde se realiza es muy variado. Es habitual encontrar sobre una misma hoja diferentes versiones del diseño. Suele ser la base de dibujos más elaborados.

- *Dibujo*. Representación realizada con precisión y limpieza utilizando las técnicas que el dibujo proporciona para la visualización completa del diseño.

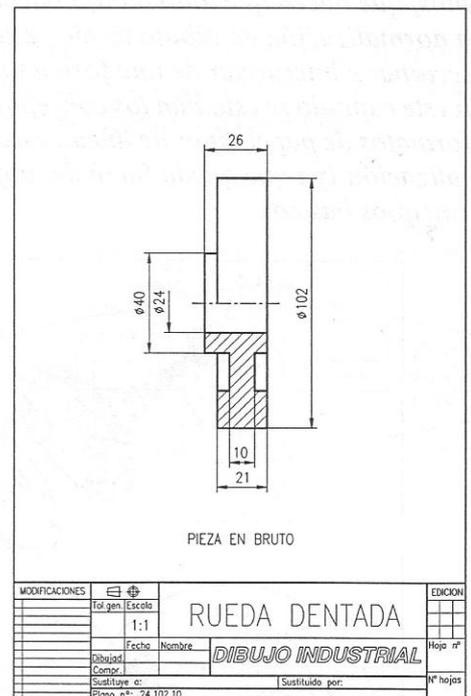


FIGURA 5.2. Dibujo o plano.

Según el contenido, los dibujos pueden ser dibujos de conjunto, o generales, o planos de despiece.

- *Planos de despiece.* Se utilizan para la representación de elementos aislados y las anotaciones, cotas, etc., necesarias para su completa definición (figura 5.2).
- *Dibujo de conjunto o general.* Representación que muestra un conjunto de elementos relacionados, como una instalación, una nave industrial, una maquinaria, etc. Sirve para identificar todos los componentes del conjunto. Estos elementos se suelen representar en condiciones de funcionamiento. Por ejemplo, un mecanismo se representa ensamblado y en la posición de funcionamiento, o de terminación. Una nave industrial se representa tal y como debe quedar al terminar la obra de construcción de la misma. Su trazado es preciso y dan una idea del volumen total del conjunto. Se suele utilizar para su realización formatos de papel de gran tamaño.

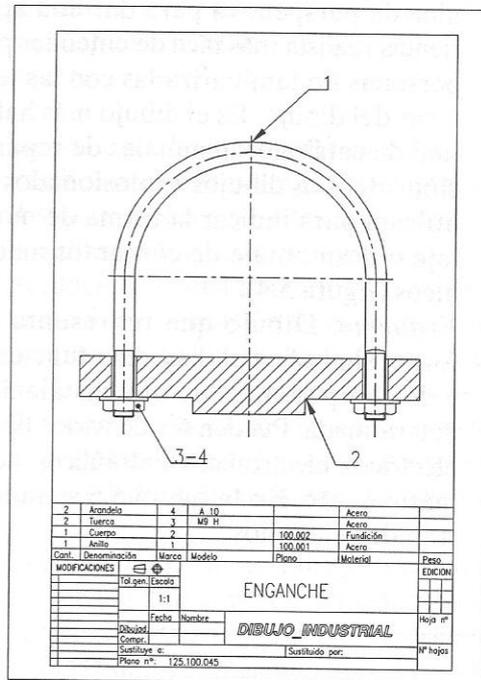


FIGURA 5.3. Dibujo de conjunto o general.

En la figura 5.3 se presenta un plano de conjunto de un dibujo mecánico. De este tipo de planos se puede obtener información adicional sobre la forma de unión entre las piezas que lo componen, el funcionamiento, etc.

- *Planos en perspectiva y explosionados.* Este tipo de planos utilizan alguna téc-

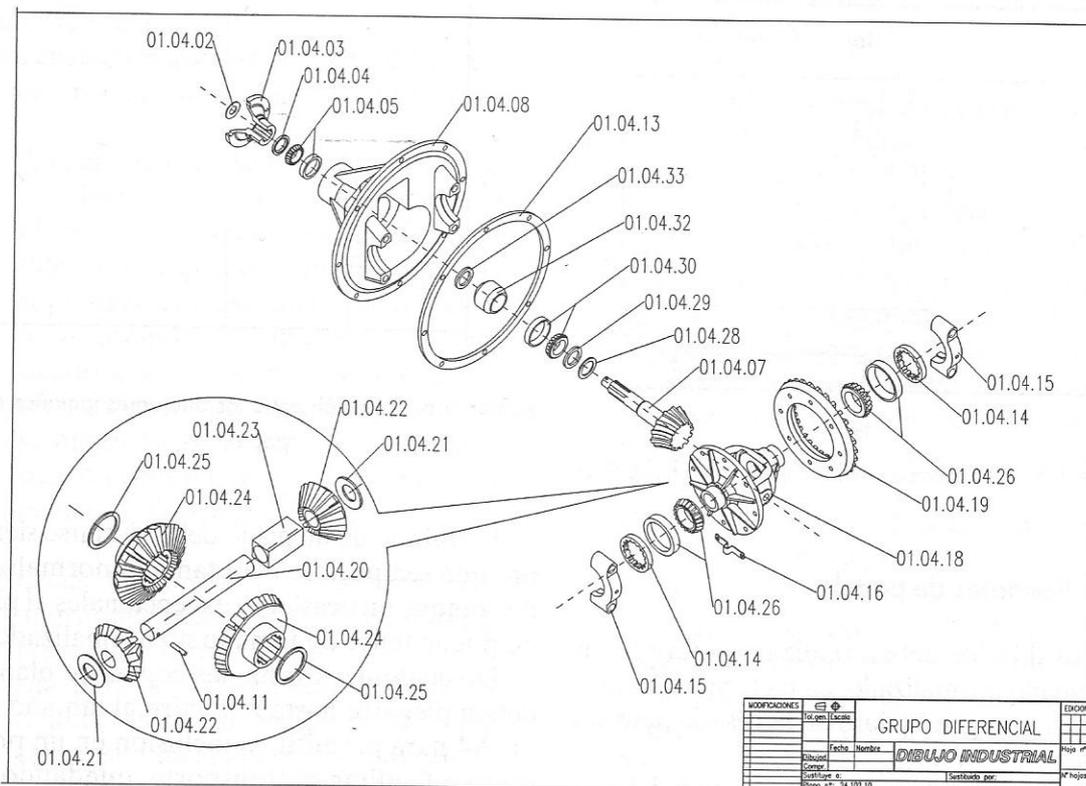
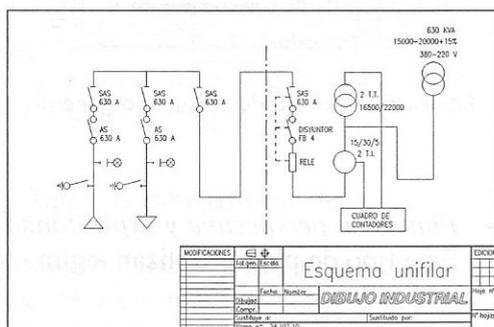


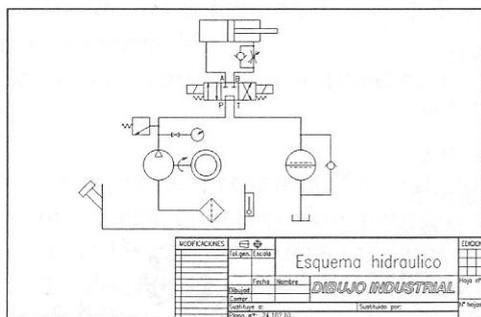
FIGURA 5.4. Dibujo explosionado. Representa el diferencial de un automóvil.

nica de perspectiva para dar una apariencia realista más fácil de entender por personas no familiarizadas con las técnicas del dibujo. Es el dibujo más habitual de catálogos, manuales de reparación, etc. Los dibujos explosionados se utilizan para indicar la forma de montaje o desmontaje de conjuntos mecánicos (figura 5.4).

- **Esquema.** Dibujo que representa de forma simbólica el diagrama funcional y de componentes de una instalación determinada. Pueden ser de varios tipos: eléctricos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos, etc. En la figura 5.5 se muestran dos ejemplos.



(a)



(b)

FIGURA 5.5. (a) Esquema unifilar. (b) Esquema hidráulico.

### 5.3. Formatos de papel

Los dibujos deben realizarse sobre hojas de tamaño normalizado, de tal forma que sean legibles y tengan la claridad necesaria para sus fines.

El tamaño del papel, la disposición del cuadro de rotulación así como otras disposicio-

nes de carácter más técnico están normalizadas y los dibujos técnicos deben ajustarse a ellas siempre que sea posible.

Las dimensiones y las denominaciones de los tamaños de papel más comunes se encuentran en la tabla siguiente:

Tipo	Ancho (mm)	Largo (mm)
A0	841	1.189
A1	594	841
A2	420	594
A3	297	420
A4	210	297

TABLA 5.1. Tamaños normalizados de papel.

Se debe notar que partiendo del tamaño máximo A0 es posible obtener el resto de medidas plegando por la mitad en la dirección de su dimensión mayor y cortando sucesivamente según se muestra en la figura 5.6. La relación existente entre la longitud y la anchura es  $\sqrt{2}$ .

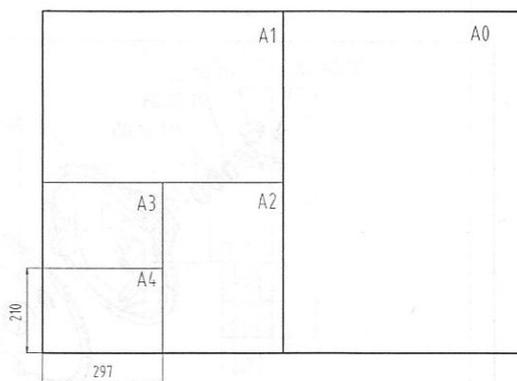


FIGURA 5.6. Relación entre los diferentes tamaños de papel.

El trazado de un plano debe ajustarse siempre que sea posible a un tamaño normalizado, aunque en ocasiones excepcionales el plano puede tener un tamaño no normalizado.

De cualquier forma, las copias de planos deben plegarse hasta reducirse al tamaño de un A4 para permitir su inclusión en un proyecto o facilitar su transporte, quedando el cuadro de rotulación siempre a la vista. La for-

ma de plegado de los planos está también establecida, según se observa en la figura 5.16.

---

AutoCAD permite la definición de un área de trabajo similar a la del papel por medio de la orden LÍMITES (LIMITS).

El formato de la orden es:

Comando: **LÍMITES**

*ACT/DES/Esquina inferior izquierda <0,0>*: (Introduzca el límite inferior izquierdo, si coincide con el (0,0) pulse ↵)

*Esquina superior derecha <420,297>*: (Introduzca el límite superior o bien pulse ↵)

---

#### 5.4. Elementos que componen un dibujo técnico

Un dibujo técnico en general puede contener todos los elementos que a continuación se mencionan aunque no es necesario, dependiendo del destino del dibujo técnico, que aparezcan todos ellos.

Los elementos que componen un dibujo técnico son los siguientes (véase la figura 5.7):

- *Líneas y curvas.* Su composición define el objeto, mecanismo, esquema, etc. cuyo objeto es su representación. Pueden tener diferentes aspectos: continuo, punto y raya, trazos, etc., según lo que representen, o componer conjuntos con un significado concreto como son un rayado (indica que el objeto está seccionado para su mejor visualización) o una línea de trazos y punto que indica los ejes o los planos de simetría de la pieza.
- *Cotas.* Su objeto es representar las dimensiones reales que existen entre lo representado en el dibujo. Son necesarias para la perfecta definición de los objetos, su mecanización, su construcción o su ubicación. En la mayoría de las ocasiones son un conjunto de líneas,

flechas, cifras y letras convenientemente dispuestas, como se verá mas adelante.

- *Simbología.* Se han establecido diversos símbolos universalmente aceptados. Estos símbolos dependen del destino de los dibujos técnicos. Así, para la representación de instalaciones eléctricas o para la representación de esquemas cinemáticos existe una simbología específica.

En los dibujos técnicos mecánicos es frecuente encontrar representaciones específicas para tolerancias geométricas, soldadura, estados superficiales, etc.

- *Anotaciones.* En un dibujo técnico se pueden incluir anotaciones referentes a lo representado, como pueden ser las cargas admisibles de una viga, simbología utilizada específica, indicaciones sobre el funcionamiento de un conjunto mecánico, etc. Cuando la anotación se refiere de forma general al dibujo se sitúa cerca de él, mientras que si se trata de un comentario específico a uno de los elementos se suele acompañar de una línea terminada en una flecha que señala al elemento en cuestión.
- *Escala.* Indica la relación que existe entre lo dibujado y la realidad. En el caso de esquemas, éstos se realizan sin escala. Normalmente existe una escala general que afecta a todo el dibujo que se indica en el cuadro de rotulación (véase la figura 5.7). Si existieran dentro del mismo dibujo técnico dibujos a diferentes escalas, éstas se deben especificar junto a cada dibujo en concreto sin que exista posibilidad de mala interpretación.
- *Cuadro de rotulación.* Identifica al dibujo técnico y contiene información sobre el mismo, como por ejemplo la escala general, las tolerancias generales y el sistema de representación utilizado. Contiene también el nombre de la empresa y de los responsables del diseño, la fecha de ejecución, las posibles revisiones o sustituciones, etc.



plo, es más sencillo trabajar con una escala 1:2 que con una escala 2:17.

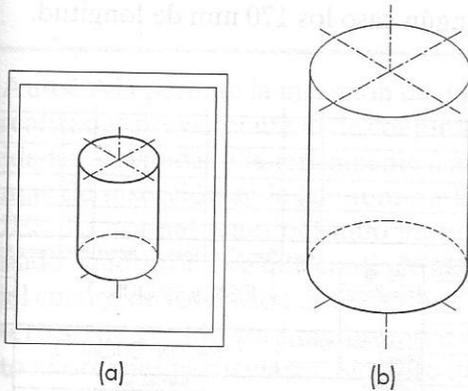


FIGURA 5.8. (a) Dibujo representado a escala 1:2. (b) Objeto real.

Otra finalidad de las escalas es permitir la mejor visualización del objeto representado sobre el papel. El dibujo no debe ser demasiado grande, ya que no mejora su visualización y su tiempo de trazado es mayor. Tampoco debe ser demasiado pequeño, ya que entonces no se puede apreciar los detalles y su trazado es más difícil.

Existen unos valores recomendados de escalas para su utilización en los dibujos técnicos. Éstos se muestran en la tabla siguiente:

Escalas de ampliación	Escala natural	Escalas de reducción		
10:1 5:1 2:1 50:1 20:1	1:1	1:2 1:20 1:200 1:2000	1:5 1:50 1:500 1:5000	1:10 1:100 1:1000 1:10000

TABLA 5.2. Escalas normalizadas.

La escala siempre debe consignarse en el plano, en el lugar reservado para ello en el cuadro de rotulación.

En AutoCAD se puede dibujar a la escala que desee el diseñador. Lo más habitual es realizar el dibujo a la escala 1:1, y posteriormen-

te obtener las copias por la impresora o plotter a la escala más apropiada. Para ello existe una opción en el cuadro de diálogo SALTRAZ (PLOT) que permite la obtención de salidas por impresión a una escala conocida o bien ajustando la escala al valor máximo permitido según el tamaño del papel seleccionado (opción *Ajustar*). La escala se define como unidades de trazado = unidades del dibujo.

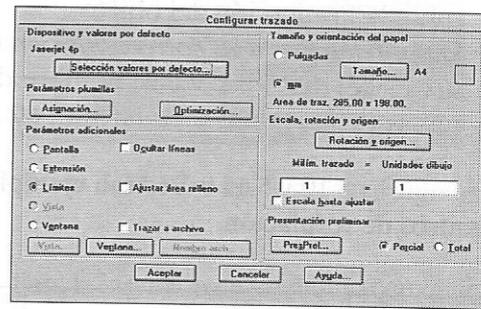


FIGURA 5.9. Cuadro de diálogo correspondiente a la opción Archivo>Imprimir. Comando: SALTRAZ.

El formato de la orden es:

Comando: **SALTRAZ**

### 5.4.2. Cuadro de rotulación

El contenido del cuadro de rotulación es variable, y normalmente se ajusta al objeto del plano. Existen cuadros de rotulación muy complejos y otros extremadamente sencillos pero siempre debe aparecer la siguiente información:

- *Título del dibujo.* Corresponde al nombre de lo representado.
- *Escala del dibujo.* Indica la relación entre lo dibujado y el modelo real.
- *Nombre del dibujante.* Debe corresponder a la persona que ha realizado el dibujo. Esta persona es en ocasiones el propio diseñador.
- *Razón social.* Propietario legal del plano.

Es habitual incluir también el símbolo correspondiente al sistema de representación utilizado en la ejecución del dibujo. También se suele indicar la unidad de medida si ésta no es el milímetro.



dos según su marca. La *marca* es el número que relaciona el dibujo y la lista de piezas.

AutoCAD permite la inserción de dibujos ya realizados previamente o de conjuntos de entidades agrupadas. Genéricamente a ambas formas de inserción se les denomina BLOQUES. Es normal tener definido un fichero llamado *cuadrrot.dwg* que contiene el dibujo del cuadro de rotulación que se utilice. Este fichero se ha creado sin ningún tipo de formato ni órdenes particulares. Siempre que se necesita añadir un cuadro de rotulación al dibujo bastará con insertar, utilizando la orden INSERT, el bloque (en este caso un dibujo previo) denominado *cuadrrot.dwg*.

**Comando: INSERT**

*Nombre del bloque o?* (Introduzca el nombre del bloque)

*Punto de inserción:* (Introduzca el punto de inserción)

*Factor de escala x<1>/Esquina/xyz:* (Introduzca la escala en x)

*Factor de escala y<por defecto igual a x>*

*Ángulo de rotación <0>:* (Introduzca un ángulo si el bloque va girado)

Otra forma de trabajar con bloques es agrupar entidades que se tienen que repetir dentro del dibujo. Por ejemplo, en el dibujo de un esquema eléctrico se repite el símbolo que representa a un interruptor muchas veces. Por medio de la orden BLOQUE es posible asociar elementos (líneas, círculos, texto, etc.) y atribuirles un nombre (por ejemplo “interrup”) y utilizarlo tantas veces como sea preciso pero dibujándolo sólo una vez. La inserción se realiza por medio de la orden INSERT y seleccionando el nombre del bloque que se desea insertar. La definición por medio de la orden BLOQUE se utiliza para conjuntos de elementos dentro del mismo fichero de dibujo. Si algún dibujo va a ser utilizado dentro de varios ficheros de dibujo diferentes es preferible dibujarlo como un fichero independiente e insertarlo por medio de INSERT. La

orden DDINSERT llama al cuadro de diálogo correspondiente a la orden INSERT. Esta forma permite un manejo más sencillo de esta orden.

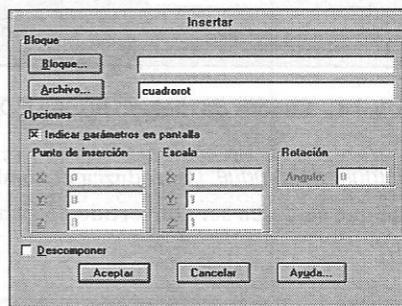


FIGURA 5.13. Cuadro de diálogo DDINSERT.

Para la inserción de un dibujo conviene definir un punto base de la inserción. Esto se realiza por medio de la orden BASE.

**Comando: BASE**

Si no se establece así, el fichero se inserta respecto del punto (0, 0) del dibujo que va a ser insertado. La orden BLOQUE (BLOCK) si establece un punto de inserción.

El formato de la orden es:

**Comando: BLOQUE**

*Nombre del bloque:* (Introduzca el nombre del bloque)

*Punto base para la inserción:* (Señale el punto para la inserción del dibujo)

*Designar los objetos:* (Indique todos los componentes del bloque)

Si desea que el bloque esté disponible para ser utilizado en otros dibujos, se puede crear un fichero de dibujo que pueda ser insertado cuando sea necesario por medio de la orden BLOQUEDISC:

**Comando: BLOQUEDISC**

(Aparece un cuadro de diálogo pidiendo el nombre del archivo de dibujo. Véase la figura 5.14.)



FIGURA 5.14. Cuadro de diálogo BLOQUEDISC.

*Nombre del bloque:* (Introduzca el nombre del bloque que se desea ser convertido en fichero de dibujo)

### 5.5. Plegado de planos

Las hojas pueden utilizarse con su lado más largo en posición horizontal o vertical.

El cuadro de rotulación se debe situar dentro de la zona de ejecución del dibujo, en la esquina inferior derecha (figura 5.15). El sentido de lectura del cuadro de rotulación será generalmente el del dibujo.

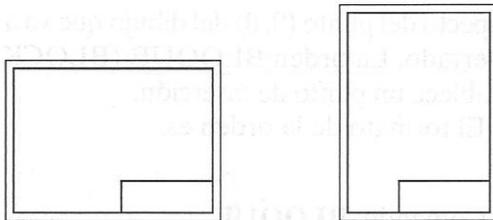


FIGURA 5.15. Situación del cuadro de rotulación.

En la figura 5.16 se muestra la forma de plegado de planos. Conviene resaltar que se debe hacer siempre en formato A4-vertical.

### 5.6. Rotulación

En la realización del dibujo técnico se debe ser especialmente cuidadoso en la ejecución de la rotulación de cifras, anotaciones, características, etc. Éstas deben mostrarse claras y legibles para evitar cualquier posible confusión.

Se recomienda no utilizar una altura de letra menor de 3,5 mm para cualquier tipo de anotación.

Con la aparición de tipos de letras informáticos se dispone de una gran variedad de tipos de letras pero siempre su elección debe depender de la legibilidad del texto en posteriores reproducciones o incluso en la posible microfilmación de los planos.

La gama de alturas normalizadas de escritura es 2,5-3,5-5-7-10-14-20 mm.

La escritura puede ser cursiva (con inclinación de 15° a la derecha) o vertical. En la figura 5.17 aparece un ejemplo de escritura normalizada.



FIGURA 5.17. Ejemplo de rotulación.

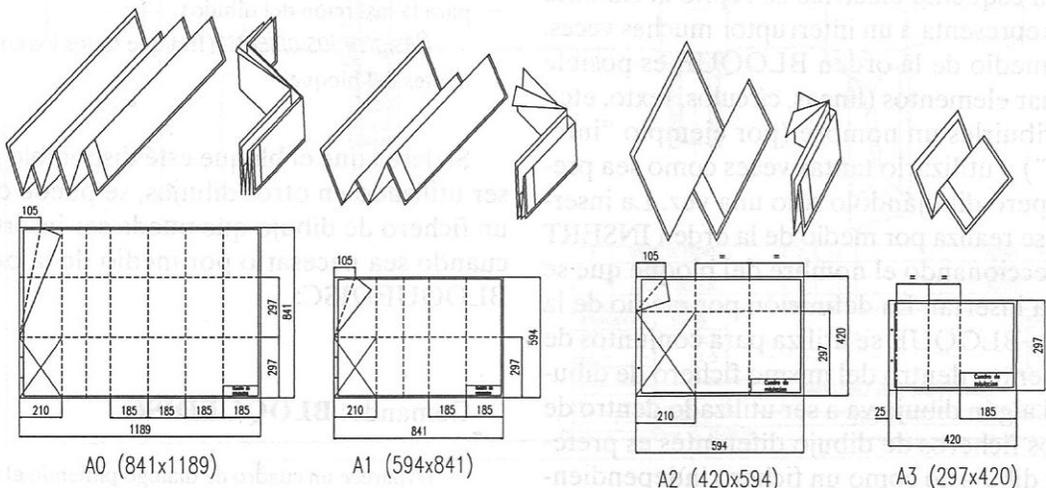


FIGURA 5.16. Plegado de los diversos tamaños de papel hasta A4.

AutoCAD dispone de un gran número de tipos de letras. Éstos se seleccionan por medio de la orden ESTILO (STYLE), dándoles las características de tamaño deseadas. Cada tipo de letra seleccionado, junto con sus características, puede recibir un nombre propio, es decir, se puede definir un estilo llamado *Cuadro de rotulación* formado por la fuente ROMANS de tamaño 5, factor de proporción 0,75, etc., y por otro lado tener otro estilo denominado *textos generales* con las siguientes características: fuente ISO-CP de tamaño 3,5, inclinado 15° y factor de proporción 0,85. Cada vez que se ejecuta la orden ESTILO, se establece el estilo definido como estilo actual. Si se realiza algún cambio en alguno de los estilos definidos, todos los textos creados con él automáticamente quedarán actualizados.

El formato de la orden es el siguiente:

Comando: **ESTILO**

*Nombre del estilo de texto (o ?):* <STANDARD>;  
(Aparece un cuadro de diálogo pidiendo la aceptación o la selección del tipo de letra.)

*Altura* <0.0>; (Introduzca la altura deseada para el estilo)

*Relación anchura/altura* <1.0>; (Introduzca el factor de proporción. Se recomienda 0,0)

*Ángulo de oblicuidad* <0>;

*¿Reflejado hacia la izquierda?* <N>

*¿Cabeza abajo?* <N>

*¿Vertical?* <N>

STANDARD es el estilo de texto actual

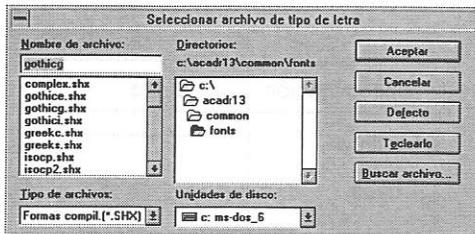


FIGURA 5.18. Cuadro de diálogo del comando ESTILO.

**5.7. Tipos de líneas**

El dibujo técnico utiliza en su realización unos tipos de línea bien delimitados con unos

significados concretos. En la tabla 5.3 se ofrecen los tipos de línea más utilizados, aunque existen otros.

Descripción	Línea
Línea continua gruesa	
Línea continua fina a mano alzada	
Continua fina recta en zig-zag	
Línea a trazos	
Línea fina a trazos y puntos	
Línea fina a trazos y a puntos y gruesa en los finales y cambios de dirección	

TABLA 5.3. Tipos de líneas más utilizadas en el dibujo industrial.

La línea continua gruesa se utiliza para la representación de aristas vistas y contornos. Las líneas de trazos se utilizan para indicar las aristas ocultas. Las roturas o las interrupciones en las figuras se indican por medio de las líneas finas a mano alzada o rectas en zig-zag. Las líneas finas de trazo y punto representan los ejes de revolución, los ejes o los planos de simetría. Y por último, la línea de puntos y trazos gruesa en los extremos y en los cambios de dirección muestra las trazas de planos perpendiculares al de proyección (figura 5.19).

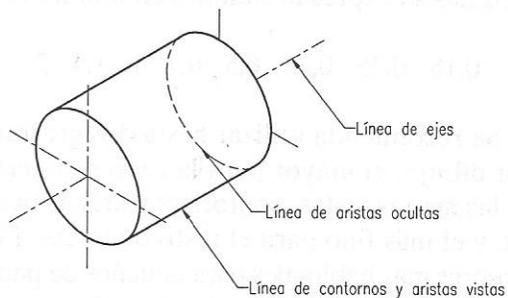


FIGURA 5.19. Utilización de los diferentes tipos de líneas.

Como norma general, no deben representarse más aristas ocultas que las estrictamen-

te necesarias para la definición y comprensión del dibujo.

En ocasiones varias líneas de diferente tipo pueden superponerse. Entonces prevalecen sobre todas las demás los contornos y aristas vistos (línea gruesa continua), después los contornos y aristas ocultos (líneas de trazos), las trazas de planos de corte (líneas finas a trazos y a puntos y gruesa en los finales y cambios de dirección, y a continuación los ejes de revolución (líneas de trazos y puntos).

En la figura 5.20 se superpone la línea de arista vista sobre la línea que representa el eje de simetría de la pieza.

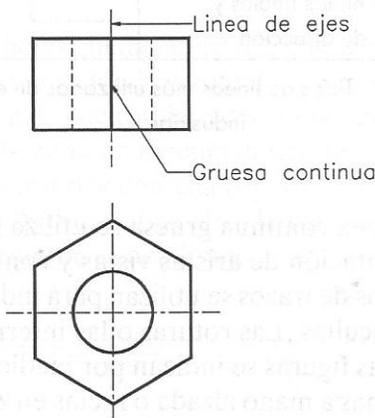


FIGURA 5.20. La línea gruesa continua se superpone a la línea de trazo y puntos.

Las diferentes anchuras de las líneas están normalizadas con los siguientes valores, y sus medidas se expresan siempre en milímetros:

0,18 0,25 0,35 0,5 0,7 1 1,4 2

Se recomienda utilizar hasta dos grosores por dibujo, el mayor para la representación de las aristas vistas, contornos y aristas ocultas, y el más fino para el resto de líneas. Los grosores más habituales para tamaños de papel A4 y A3 son 0,18 y 0,25 para líneas finas, y 0,5 y 0,7 para líneas gruesas.



Los tipos de línea se deben cargar previamente en AutoCAD por medio del comando

TIPOLIN (LINETYPE). Éste permite cargar los tipos de línea definidos en el fichero ACAD.LIN (proporcionado con el programa) y otros ficheros \*.LIN.

Su formato es:

Comando: **TIPOLÍN**

?/cRrear/Cargar/Definir: C

Tipos de línea a cargar: (Escriba el nombre del tipo de línea a cargar o \* para cargar todos)

Pinchando en el icono aparece un cuadro de diálogo para seleccionar el fichero que contiene la definición de las líneas (\*.LIN). El icono se encuentra en la barra de herramientas propiedades.

Se puede cargar también tipos de línea desde este cuadro de diálogo:

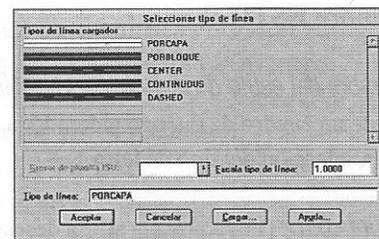


FIGURA 5.21. Cuadro de diálogo para la selección de tipos de líneas.

Si las líneas estuvieran ya cargadas, AutoCAD ofrece un mensaje de advertencia.

Los nombres de las líneas equivalentes a las necesarias para la realización del dibujo son:

Denominación	Línea
Continua	—————
Trazos	-----
Centro	-----

El resto son combinaciones de las anteriores (como la línea de trazos y punto quebrada o la continua fina en zig-zag).

El grosor de las líneas se establece de tres formas:

1. Convirtiendo las líneas a polilíneas y aplicándoles la opción *Grosor* del comando EDITPOL. Este método hace que los ficheros de dibujo sean de gran tamaño.
2. Asignando a cada color un grosor de plumilla en el Trazado por la Impresora (*Archivo < Imprimir* o comando SALTRAZ). Este método sólo funciona con impresoras que emulen el protocolo HP/GL2.
3. Asignando las plumillas adecuadas en los trazadores de plumillas.

Cada objeto creado en AutoCAD lleva asociado un tipo de línea. Cada línea puede llevar a su vez asociado una variable denominada ESCALATL (TLSCALE) que permite ajustar el patrón del tipo de línea a diferente escala, como se ve en la figura 5.22.

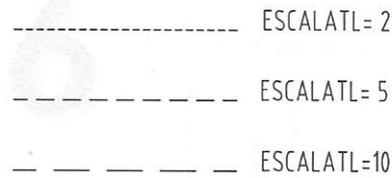


FIGURA 5.22. Resultado de modificar la variable ESCALATL.

Para un A4 o A3, se debe ajustar los valores de ESCALATL entre 3 y 10.

Es posible unificar la escala de todas las líneas del dibujo ejecutando:

Comando: **ESCALATL**

*Nuevo factor de escala <5.0>*: (Introduzca el factor de escala)