

Capítulo 14

ACOTACIÓN

Introducción y normativa. Cotas funcionales.

La precisión de la representación de un objeto por sus proyecciones viene condicionada por la escala, el grosor de línea y la calidad del medio sobre el que dibujemos. Esta precisión se perderá si el medio (por ejemplo papel) sufre algún tipo de deterioro o deformación. Por ello parece oportuno emplear algún tipo de indicación del tamaño y forma exactos del objeto que sea independiente de la mejor o peor fiabilidad del substrato empleado como soporte del dibujo. Este es el primer propósito de la acotación: indicar las medidas que determinan unívocamente el tamaño y la forma del objeto.

De esta forma, la persona que tenga que construir o verificar el citado objeto podrá, consultando su representación acotada, leer directamente los parámetros de fabricación ahorrando tiempo y esfuerzo. Así, por ejemplo, el operario que esté construyendo un objeto en el que haya que hacer un taladro necesitará conocer el diámetro de este para elegir la broca adecuada, mientras que el encargado de verificar la pieza deberá saber entre que valores puede estar la medida del diámetro para que sea aceptable.

La *acotación* consiste pues en la consignación mediante un convenio normalizado de signos y cifras de información precisa sobre la pieza representada. Incluye, además de la información dimensional, otros datos como pueden ser acabados superficiales o tolerancias (intervalo de valores admitidos). Todo ello es información principalmente dirigida a la fabricación y a su verificación. Una *cota* es, por tanto, un conjunto de líneas, flechas u otros símbolos acompañadas de uno o varios números y letras que indican una determinada medida, magnitud o característica geométrica y su error admisible.

La norma que en España afecta a la acotación es la UNE 1-039-75 equivalente a la ISO R/129. En esta norma se establecen simplemente unos principios de «ortografía» que a continuación iremos exponiendo.

En esta norma se define la *cota funcional* como aquella de la cual depende de forma especial la función de la pieza. Es decir serán aquellas medidas en las cuales una inexactitud excesiva impediría el funcionamiento o la tarea para la que está diseñada la pieza. Es por tanto fundamental que la pieza en cuestión tenga esa dimensión dentro de una cierta tolerancia que también puede indicarse. Por el contrario, las cotas no funcionales serán aquellas que no son esenciales para que la pieza cumpla su misión.

Normas elementales

Si en un plano reflejamos las cotas de la pieza, tal y como queda una vez acabada, debemos señalar todas las necesarias para que quede perfectamente definida, incluyendo las condiciones de fabricación y verificación. No debe haber ni redundancia ni falta de información. Tanto si hay falta de información como si hay exceso podrían presentarse problemas a la hora de fabricar la pieza. Si faltan dimensiones tendría que inventarlas el fabricante y si sobran podrían estar en contradicción unas con otras¹.

1. Al principio general de que no haya exceso de cotas se le admiten dos excepciones. La primera es cuando en planos de estados intermedios de fabricación se quiere indicar explícitamente algún proceso. La segunda cuando son indicaciones útiles para producir la pieza o interpretar los planos. Pero no podrán llevar indicadas tolerancias ya que estas serán consecuencia de las de las demás. Se indicarán además entre paréntesis, dando a entender su carácter especial.

Además, hay que tener en cuenta que la acotación es, en cierta forma, una guía para la fabricación y debe indicar un solo camino para fabricar una pieza. El resultado no será el mismo por un camino que por otro puesto que unos procesos industriales son más fáciles que otros, o permiten más precisión (tolerancia más estrecha) con menos coste, etc. En definitiva, la acotación de una pieza debe ser guiada principalmente por el sentido común, aunque obviamente se necesite un aprendizaje, el cual deberá adquirir el alumno principalmente mediante la práctica.

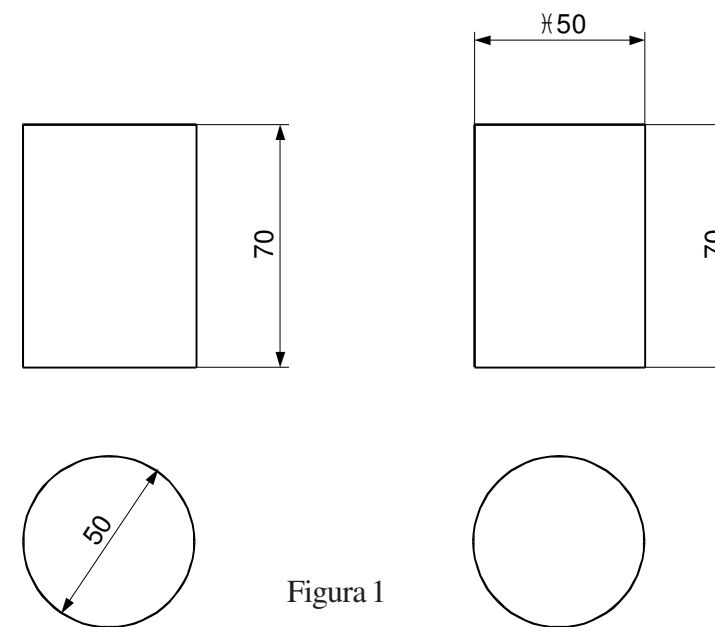


Figura 1

Las cotas deben figurar una sola vez, en aquel lugar en el que den mejor idea de la forma de la pieza. Así por ejemplo en la figura 1 es preferible acotar el diámetro del cilindro en la planta, que es circular (figura 1 izquierda), que en el alzado (figura 1 derecha). El motivo de esta regla es permitir cambios posteriores en las dimensionales de la pieza cambiando un solo número sin tener que comprobar que no aparezca más veces esa cota en el plano. Se ahorra así tiempo y esfuerzo.

Las cotas funcionales deben aparecer explícitamente. No es admisible que, estando perfectamente definida la forma y dimensiones de la pieza, las cotas funcionales tengan que deducirse de las no funcionales. Así, por ejemplo, en la figura 2 se muestran dos posibilidades de acotación

de una misma pieza consistente en una base cilíndrica con un vástago también cilíndrico. Si la longitud del vástago (30 mm) es cota funcional, debe aparecer explícitamente como sucede en la figura de la izquierda. En tal caso la figura de la derecha sería incorrecta, aunque teóricamente defina perfectamente la pieza.

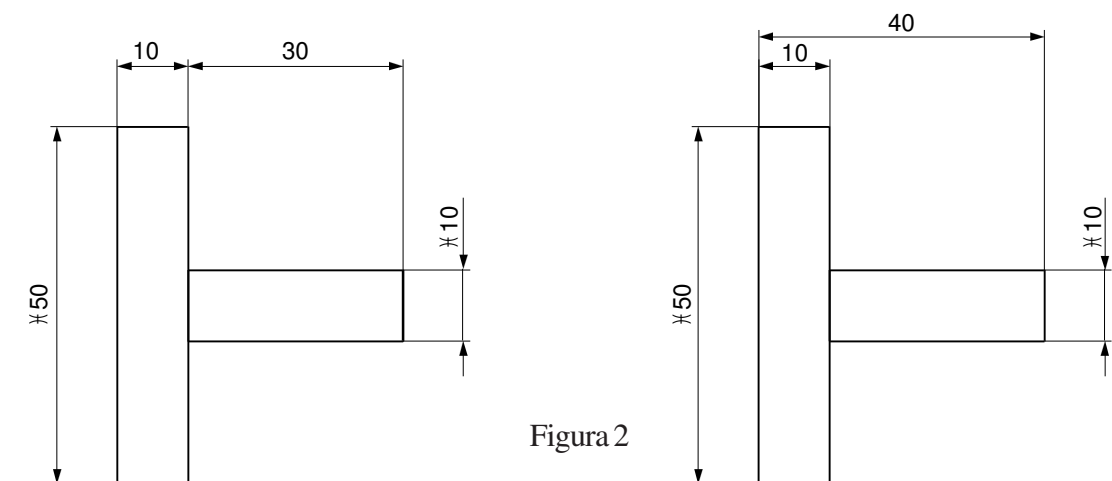


Figura 2

Los errores dimensionales se acumulan en las dimensiones derivadas como suma, diferencia u otras operaciones de otras, por lo que el objetivo de esta regla es que al fabricar o al comprobar dimensiones no se acumulen errores y desviaciones en las cotas funcionales.

La unidad de medida empleada en todas las cotas de un mismo plano debe ser la misma. En la industria se emplea habitualmente el milímetro (mm) y no se indica. Si por cualquier circunstancia no hubiera más remedio que emplear dos unidades diferentes se deben indicar las unidades a continuación de las cotas. Nótese que las unidades no son abreviaturas y por ello no llevan punto después.

Cada cota, además de la medida dimensional, deberá incluir el error admisible, puesto que este error admisible en torno de la cota base puede hacer necesario utilizar maquinaria de mayor o menor precisión para su fabricación e instrumentos de mayor o menor sensibilidad para su comprobación. Esto, evidentemente, tiene unos efectos enormes sobre el coste de fabricación y verificación.

En cada taller de fabricación habrá una tolerancia habitual o normal y que se da por supuesta si en la cota no aparece ninguna indicación de tolerancia. Si la tolerancia admitida en una cota funcional para asegurar el funcionamiento o la intercambiabilidad fuese más estrecha (más exigente) entonces necesariamente habría que indicarla. Si fuese menos exigente no habría necesidad de indicarla, pero sí resultaría muy aconsejable. Cuando se interpretan cotas de planos recibidos de otros talleres o de otros países hay que tener muy presente qué tolerancia dan por supuesta o toman como normal, puesto que suponer que es la propia puede acarrear problemas de ajustes.

En los dibujos de taller se pueden especificar los métodos de fabricación o de verificación e incluso tamaños de broca y otras indicaciones útiles para el encargado de su construcción total o parcial y que recibe toda la información en el plano de taller. En otros tipos de dibujo estas indicaciones sobran salvo que el proceso de fabricación sea esencial para el funcionamiento, por ejemplo, porque mediante otros métodos se creen deformaciones o vibraciones en otras partes de la pieza que sean fatales para su correcto funcionamiento.

Acotación dimensional

Acotación lineal

Para acotar la distancia entre dos contornos paralelos, se prolongan estos en línea recta continua fina (líneas de referencia). A una determinada distancia se traza un segmento perpendicular limitado por las propias líneas de referencia, este segmento se denomina *línea de cota*. Sobre esta línea de cota se rotula la medida (en mm) de dicha distancia, procurando que las cifras y/o letras estén centradas, por encima y algo separadas de la línea de cota. Ninguna otra línea del dibujo debe separar la cifra de su línea de cota correspondiente. En cada extremo de la línea de cota se dibuja una flecha. Como ejemplo, en la figura 3 se acota la distancia entre dos aristas paralelas de un hexágono como 17.3 mm. Nótese que no se pone la unidad de medida por ser el milímetro. En la 3(a) la línea de cota queda vertical por lo que la cifra se orienta de forma que se lea mirando desde la derecha del dibujo. En la 3(b) la línea de cota tiene una inclinación de -30° respecto de la horizontal y se rotula por encima de la línea. De esta forma se lee sin esfuerzo en la posición normal del dibujo. Las orientaciones que hay que evitar son aquellas que hacen que la cota tuviera que leerse boca abajo: inclinaciones de la línea de cota entre 90° y 120° y entre -60° y -90° .

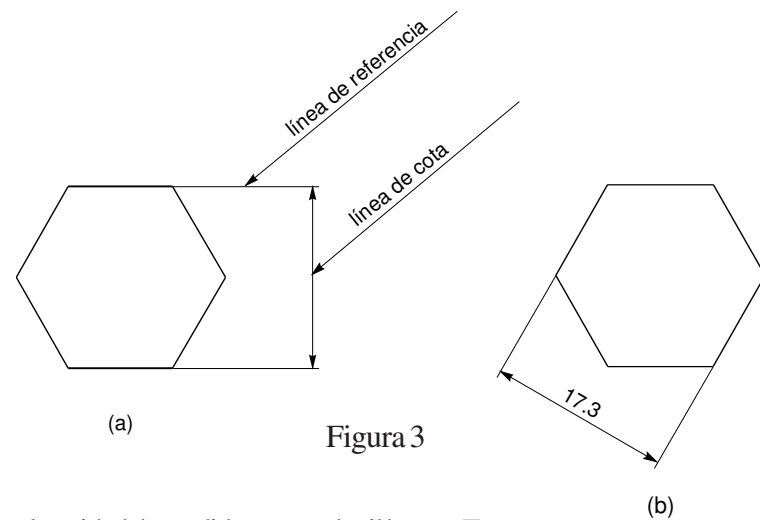


Figura 3

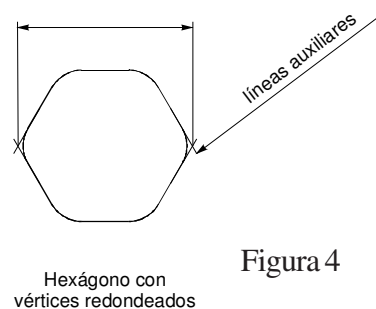


Figura 4

La distancia entre puntos es la longitud del segmento que los une. Si queremos acotar dicha distancia entre dos puntos del dibujo deberemos en primer lugar asegurarnos de que están perfectamente definidos ambos puntos. Si no lo estuvieran habría que señalarlos, bien mediante líneas de trazos y puntos si así le corresponde en un dibujo completo por tratarse de centros de circunferencias o de simetría (conforme a lo ya expuesto para su uso); o bien mediante líneas de referencia auxiliares (finas y continuas) que lo definan unívocamente. Así en la figura 4 se prolongan las líneas de las caras mediante líneas auxiliares para construir los vértices que no forman parte del contorno real de la pieza por estar redondeados.

Una vez definidos el segmento entre los dos puntos, se traslada mediante líneas de referencia (continuas y finas) paralelas entre sí, para acabar trazando la línea de cota necesariamente paralela al segmento considerado. El resultado es algo más claro si las líneas de referencia son perpendiculares al segmento, pero se deben inclinar (conservando el paralelismo entre ellas) si lo exige la claridad del dibujo. Así en las figuras 5(a) y 5(b) se acota la distancia entre el centro del taladro y un vértice que en realidad está redondeado por lo que se ha construido mediante líneas de referencia auxiliares. Las líneas de referencia se trazan entonces horizontales, esto es, perpendiculares al segmento entre los dos puntos en cuestión. La línea de cota se traza vertical de forma que queda paralela al segmento del cual se acota la distancia. Sin embargo, en la figura 5(c), para acotar la distancia entre los centros de los taladros las líneas de referencia se han trazado con una ligera inclinación para evitar coincidir con el contorno de la pieza. Nótese que el hecho de que nominalmente coincida la distancia entre las caras con la distancia entre los taladros no significa que podamos emplear las mismas líneas de referencia, puesto que una podría ser funcional mientras que la otra no y podrían llevar diferentes tolerancias. Además la propia coincidencia de ambas estará afectada de una tolerancia. En ningún caso sería admisible emplear como línea de cota ni el eje ni la línea de contorno.

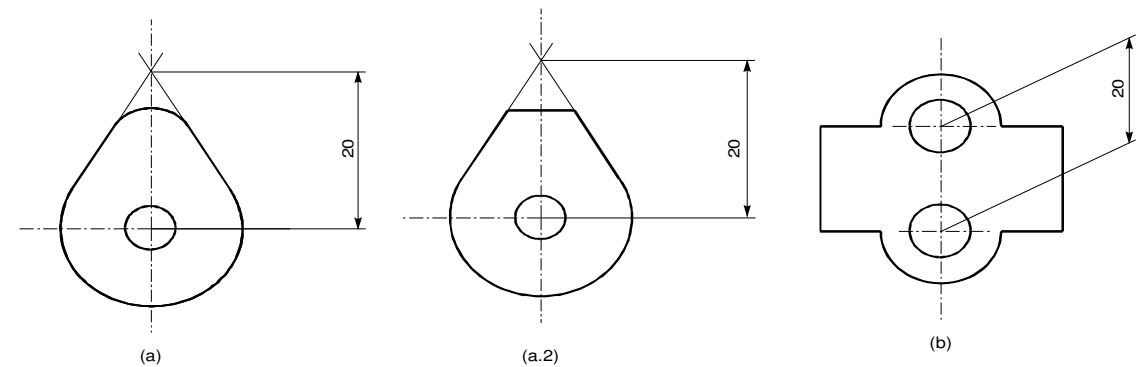
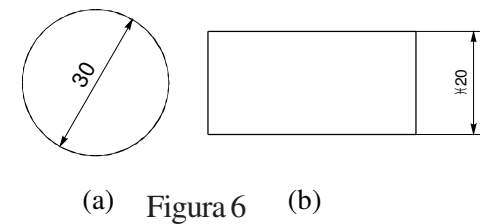


Figura 5

Los diámetros, sin embargo, pueden acotarse sin líneas de referencia, únicamente con la línea de cota justamente en uno de los diámetros -figura 6(a)-. En una vista lateral -figura 6(b)- se emplea el símbolo \varnothing seguido de la medida del diámetro. Nótese que la simple presencia de este símbolo ahorra la realización de otra vista.



(a) Figura 6 (b)

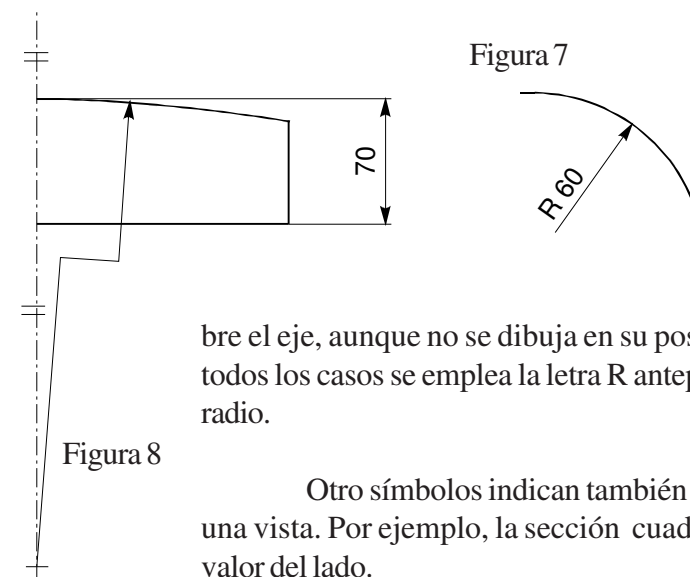


Figura 7

Figura 8

Para acotar el radio de un arco basta como línea de cota un segmento radial que interseque al arco con una flecha. Se muestra un ejemplo en la figura 7. Si el centro del arco se encuentra fuera de los límites del dibujo se puede recurrir a dos procedimientos: quebrar la línea de cota o interrumpirla. Se quiebra si es necesario situar el centro del arco: por ejemplo en la figura 8 se emplea el radio quebrado para indicar que el centro del arco está sobre el eje, aunque no se dibuja en su posición real por quedar excesivamente por abajo. En todos los casos se emplea la letra R antepuesta al valor numérico para indicar que se trata del radio.

Otros símbolos indican también formas especiales de secciones permitiendo ahorrar una vista. Por ejemplo, la sección cuadrada se indica mediante un cuadrado antepuesto al valor del lado.