

## Tema 11

# Acotación, Tolerancias y Ajustes

Cuando se realiza un dibujo, es fundamental realizar medidas sobre los elementos que están representados en él, puesto que el objeto de todo dibujo es comunicar información acerca de una idea u objeto. Dado que esos dibujos suelen representar objetos del mundo real es fundamental anotar en el plano las medidas de los diferentes elementos para poder entender cómo es la pieza o estructura que se quiere representar.

La acotación es el proceso de anotar, mediante líneas, cifras, signos y símbolos, las medidas de un objeto siguiendo una serie de reglas y normas.

Aunque acotar parece una tarea muy sencilla, la acotación es uno de los trabajos más complejos del diseño, ya que, para una correcta acotación de un dibujo, es necesario conocer, no sólo las normas de acotación, sino también, el objetivo que se busca con la misma. Es posible que acotemos para construir una pieza, para verificar sus medidas, su funcionalidad, para explicar su funcionamiento, etc. Cada tipo de acotación puede exigir una serie de particularidades diferente.

## 11.1 – Introducción y Definición

**La acotación es el proceso por el cual se indican en un plano las medidas reales que tienen los objetos representados en él, con independencia de la escala a la que se realice el dibujo.**

Esta información, que se incorpora en forma de cotas, es una de las más importantes que aparece en el plano, y por tanto hay que proporcionarla de forma clara, concisa, precisa e inequívoca. Esta es la regla más importante del proceso de acotación, ya que lo importante al acotar es que las medidas queden claras y el dibujo sea fácil de interpretar.

En un dibujo deben figurar todas las cotas necesarias para conseguir el objetivo buscado con él. Si el objetivo del dibujo es representar una pieza para construirla, el objeto representado estará correctamente acotado en un plano si es posible fabricarlo sin necesidad de realizar mediciones sobre el dibujo ni deducir medidas por suma o diferencia de cotas.

Pero, además, el diseñador también deberá intentar evitar la inclusión de cotas innecesarias o repetitivas que puedan dar lugar a errores o malas interpretaciones, y que contribuyen a hacer más confuso el dibujo.

A la hora de acotar existen una serie de normas internacionalmente establecidas para realizar acotaciones, que se deben intentar seguir en la medida de lo posible. El problema es que no siempre es posible cumplir todas ellas a rajatabla, e incluso alguna vez pueden parecer contradictorias. Además, el diseñador debe tener en cuenta el objetivo de la acotación, por lo que éste puede priorizar unas reglas sobre otras en función del criterio de acotación que se emplee.

La acotación es, por tanto, un proceso muy delicado en el que debe imperar el sentido común y el objetivo buscado con la acotación. La interpretación de las reglas debe hacerse en función del criterio que se emplee al acotar, y éste, a su vez, dependerá del objetivo de la acotación para cada dibujo.

## 11.2 – Criterios de Acotación

Como hemos dicho, la acotación puede ser diferente según el objetivo que se persiga con el dibujo. Podemos distinguir varios **criterios** de acotación según estos diferentes objetivos.

### 11.2.1 – Acotación por el Criterio de Funcionalidad

Su objetivo es proporcionar información del modo en que funciona o se utiliza una pieza u objeto. Según este criterio, podemos obviar en la acotación todas aquellas medidas que no se consideren relevantes para la función para la que ha sido diseñada la pieza (llamadas cotas no funcionales) y también aquellas medidas que se consideren auxiliares.

Atendiendo a su funcionalidad, las cotas pueden clasificarse en:

- **Cotas funcionales:** son aquellas cotas que resultan esenciales para determinar la funcionalidad de la pieza o el funcionamiento de un objeto o elemento. Deben aparecer obligatoria y explícitamente en el dibujo si el criterio elegido es el de funcionalidad.

- **Cotas no funcionales:** son aquellas cotas no esenciales para el funcionamiento de la pieza. Suelen representar medidas de elementos cuya posición o tamaño varía la forma o disposición de la pieza, pero no su funcionamiento. Pueden obviarse según este criterio.

- **Cotas auxiliares:** son cotas dadas únicamente a nivel informativo. No representan ninguna funcionalidad y además pueden deducirse aritméticamente de otras cotas funcionales o no funcionales, o mediante el uso o consulta de otros planos o documentos. Pueden ponerse entre paréntesis y también obviarse.

### 11.2.2 – Acotación por el Criterio de Fabricación

El objetivo de este tipo de acotación es permitir la construcción de la pieza. Por tanto, la acotación debe mostrar todas las cotas que se consideren necesarias para poder fabricar la pieza. Por ejemplo, para realizar un agujero circular, la máquina perforadora debe conocer la posición exacta del centro del agujero y el diámetro del mismo. Estos datos, y no otros, deberían aparecer en la acotación si el criterio es el de fabricación.

Es el tipo de acotación más habitual, y el que asumiremos si no indicamos lo contrario.

### 11.2.3 – Acotación por el Criterio de Verificación

Su objetivo es proporcionar medidas que van a permitir verificar (mediante instrumentos o equipos de medida adecuados) que la pieza, objeto o máquina, está correctamente fabricada o cumple los requerimientos necesarios para, por ejemplo, ser vendida o pasar un cierto control de calidad.

Aunque puede parecer similar al criterio de fabricación, puede resultar muy distinto. Por ejemplo, si continuamos con el ejemplo del agujero, para realizarlo necesitaremos acotar su diámetro y la posición del centro del mismo, para así poder situar una máquina taladradora en ese punto con el diámetro apropiado. Sin embargo, para verificar que dicho agujero de la pieza está bien construido, la posición del centro nos es de mucha menos utilidad porque es muy difícil realizar una medición a un punto que está en el aire, y que no pertenece a la pieza. En este caso podría ser más útil acotar una distancia que parta de un extremo del agujero.

## 11.3 – Elementos de una Acotación

### Líneas auxiliares de cota

Son dos líneas paralelas entre sí que parten de los extremos de la magnitud que se va a medir. Salvo casos excepcionales, se dibujan siempre perpendiculares a la magnitud que se mide. Se dibujan con línea fina continua, y debe dejarse una mínima separación entre el elemento a medir y la línea auxiliar de cota.

### Línea de cota

Es una línea de trazo fino y continuo, que es paralela a la magnitud a medir. Las líneas auxiliares deben sobrepasarla, aunque muy ligeramente. En los extremos de la línea de cota se colocan flechas (o símbolos similares alternativos), que indican el comienzo y el final de la medición. Sobre la línea de cota se coloca la cifra de cota.

### Flechas de cota

Son los dos símbolos que se dibujan en los dos extremos de la línea de cota. La norma permite variaciones sobre estos símbolos, de modo que pueden ser flechas o símbolos parecidos que indiquen claramente el comienzo y el final de la línea de cota. La utilización de símbolos alternativos puede ser necesaria si no hay espacio suficiente para colocar flechas.

### Cifra de cota

Es la indicación numérica de la medida, en las unidades de medida que tenga por defecto el plano o dibujo.

La cifra de cota es probablemente la parte más importante de la cota, por lo que debe tener visibilidad preferente en el plano. Normalmente se coloca centrada respecto de la línea de cota, sin especificar el tipo de unidad de medida.

En ausencia de unidades o referencias explícitas, se **suele asumir en ingeniería** que las medidas lineales se realizan siempre en **milímetros**, y los ángulos, se miden en grados (°), minutos (′) y segundos (″). Si se indica un sufijo con la indicación de las unidades, éste desambiguará la situación, aunque como la colocación de un sufijo puede cargar en exceso

el dibujo, es habitual anotar en alguna parte del dibujo una leyenda o referencia que explique cuál es la unidad que se emplea para acotar ese objeto.

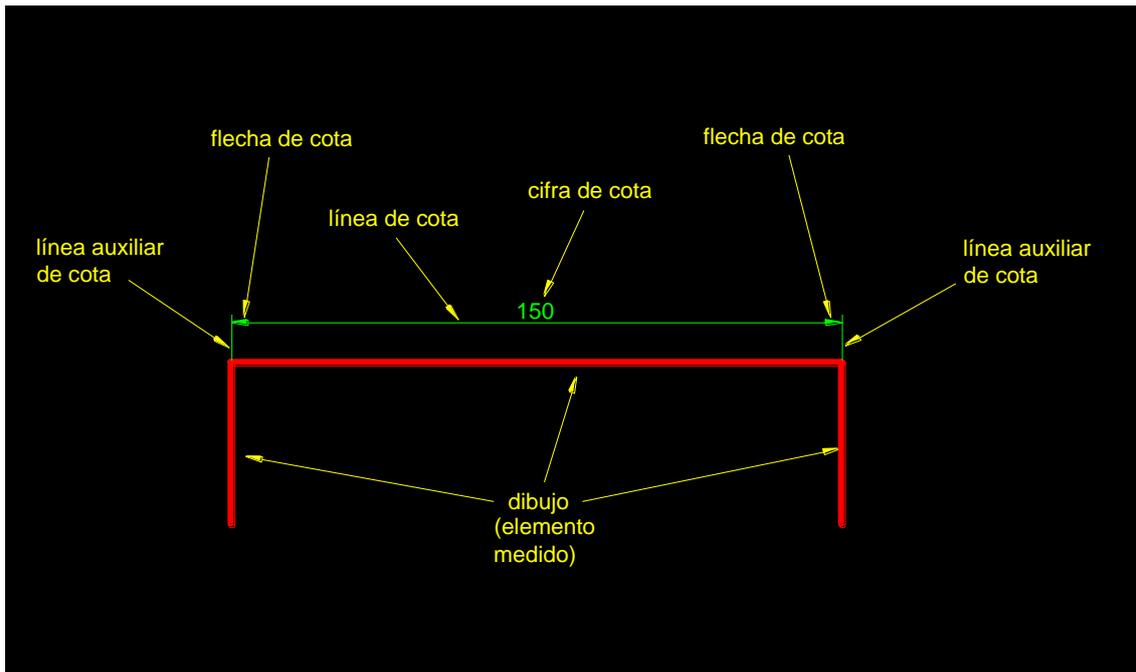


Figura 11.1 – Elementos de una acotación.

## 11.4 – Normas Básicas de Acotación

A continuación, repasamos las normas de acotación más elementales. Éstas deben seguirse siempre que sea posible.

### 11.4.1 – Invariancia de Escala

Dado que el objetivo de la acotación es mostrar la información acerca de un objeto real, la acotación es siempre independiente de la escala, y debe hacer referencia a las medidas reales que representan los elementos del dibujo, nunca a las medidas que se tomen sobre el dibujo (porque estas, en general, están escaladas con un cierto factor de escala).

**En la cifra de cota siempre debe aparecer la medida real, sea cual sea la escala utilizada.** Esta es la norma de acotación más importante, que se debe cumplir sea cual sea el criterio de acotación.

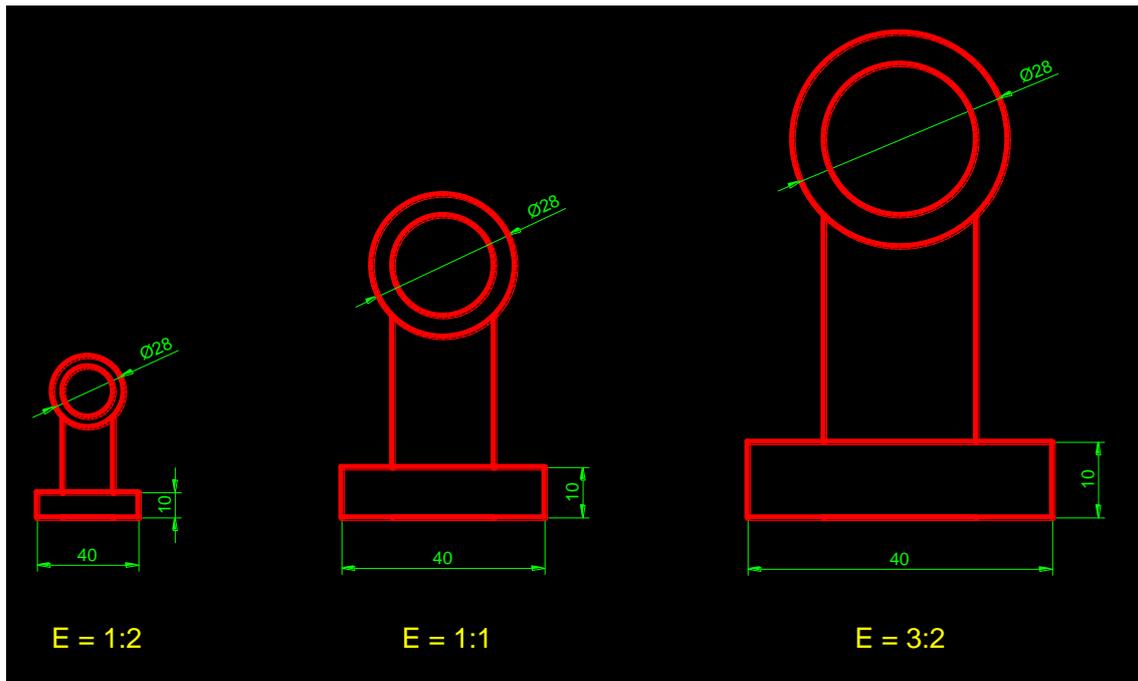


Figura 11.2 – Invariancia de escala de toda acotación.

### 11.4.2 – Colocación de las Líneas de Cota

Siempre que sea posible, las cotas deben situarse fuera de la representación del objeto, separándolas de éste unos 8 mm. Si fuera necesario colocar más cotas encima, la separación entre ellas debe ser de unos 5 mm. Estas reglas pueden relajarse si por indicación estética una mayor separación fuera más apropiada, o si se realizan acotaciones en serie que aconsejen alinear cotas entre sí para una mayor claridad.

Si es inevitable, aunque no es lo deseable, las cotas podrán situarse en el interior de la vista del objeto, pudiendo hacer coincidir las líneas auxiliares con algunas de las aristas del objeto representado. Sin embargo, **no está permitido usar aristas, ni sus prolongaciones, como líneas de cota.**

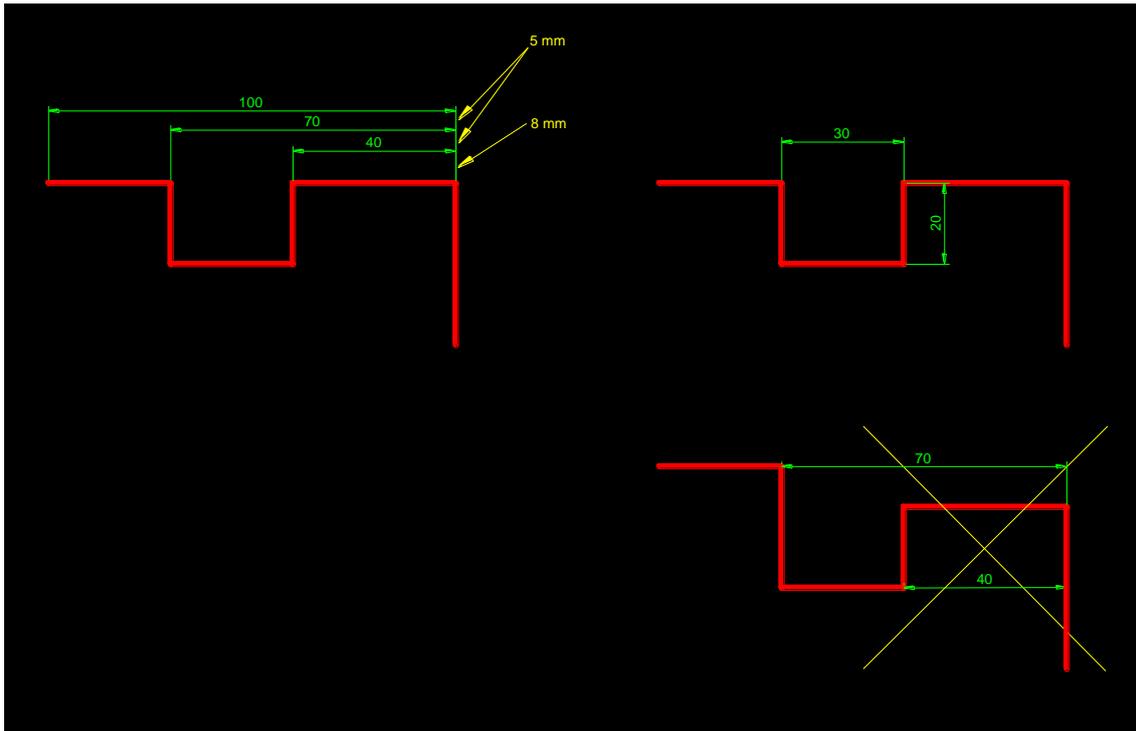


Figura 11.3 – Colocación de las líneas de cota.

### Cotas oblicuas

Si al colocar las líneas auxiliares de cota (que, recordemos, son, en general, perpendiculares al elemento a acotar), éstas interfieren con el dibujo, se permite colocar las líneas auxiliares de cota de modo oblicuo, sin que tengan que ser perpendiculares a la magnitud a acotar y a la línea de cota. Habitualmente, las líneas auxiliares de cota se colocan, en este caso, formando un ángulo  $60^\circ$  con la línea de cota, pero siempre conservando su paralelismo.

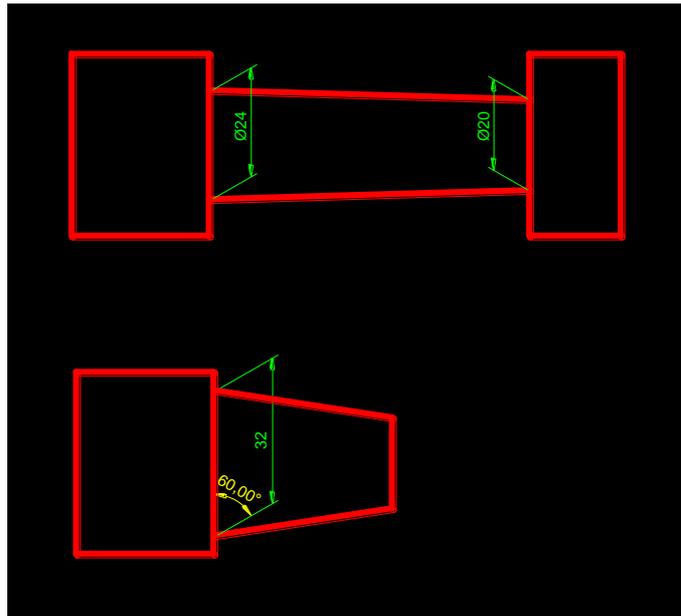


Figura 11.4 – Cotas oblicuas.

### Vistas interrumpidas

Las líneas de cota deben ser completas incluso aunque la vista del objeto estuviera interrumpida mediante una rotura. Y, por supuesto, la cifra de cota debe indicar la longitud total de la magnitud.

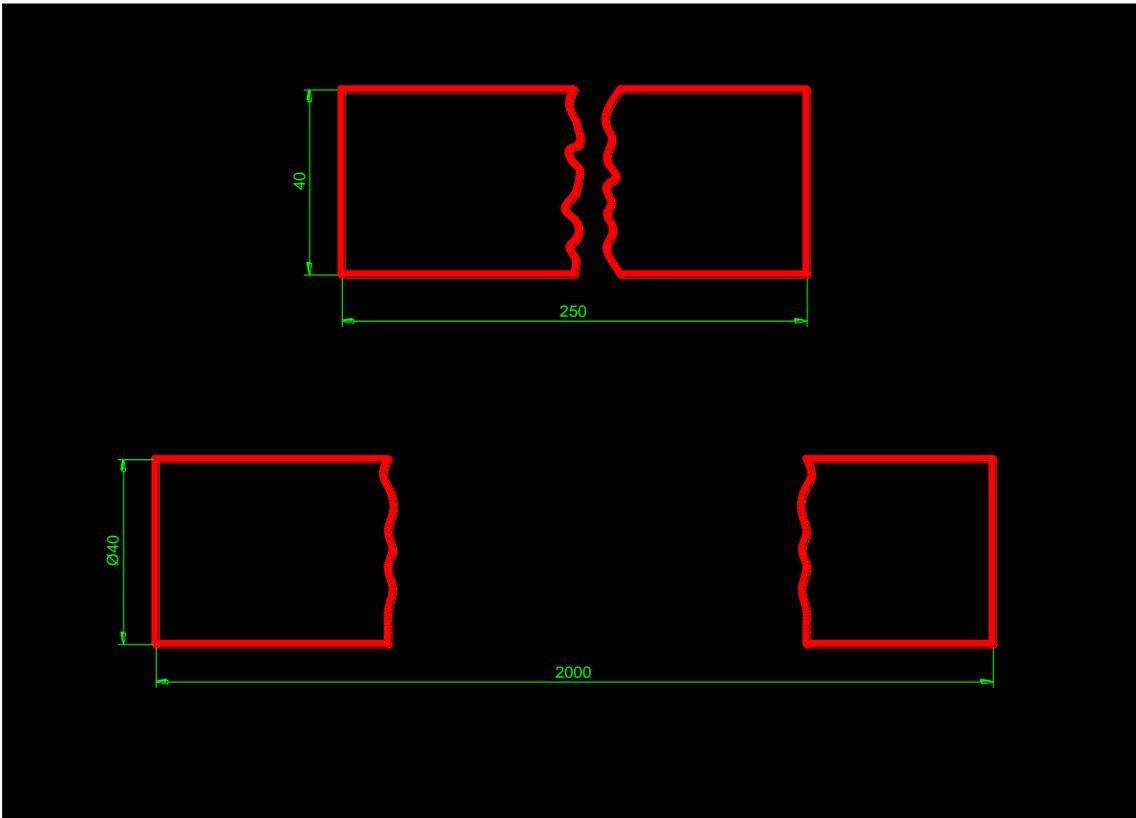


Figura 11.5 – Cotas con vistas interrumpidas.

### Cruce de líneas

Debe siempre intentarse evitarse que las líneas de cota se crucen entre sí o corten a otras líneas del dibujo. El primer caso es más grave que el segundo. En la mayoría de ocasiones es posible evitarlo, por lo que, en caso de infringir esta norma, debe haber una razón de mucho peso para hacerlo.

También debe evitarse, en la medida de lo posible, que las líneas auxiliares de cota se crucen entre sí, o que corten a otras líneas que sean parte del dibujo. El cruce de líneas auxiliares es más difícil de evitar, pero también es menos grave que el caso en el que las líneas de cota se cortan entre sí.

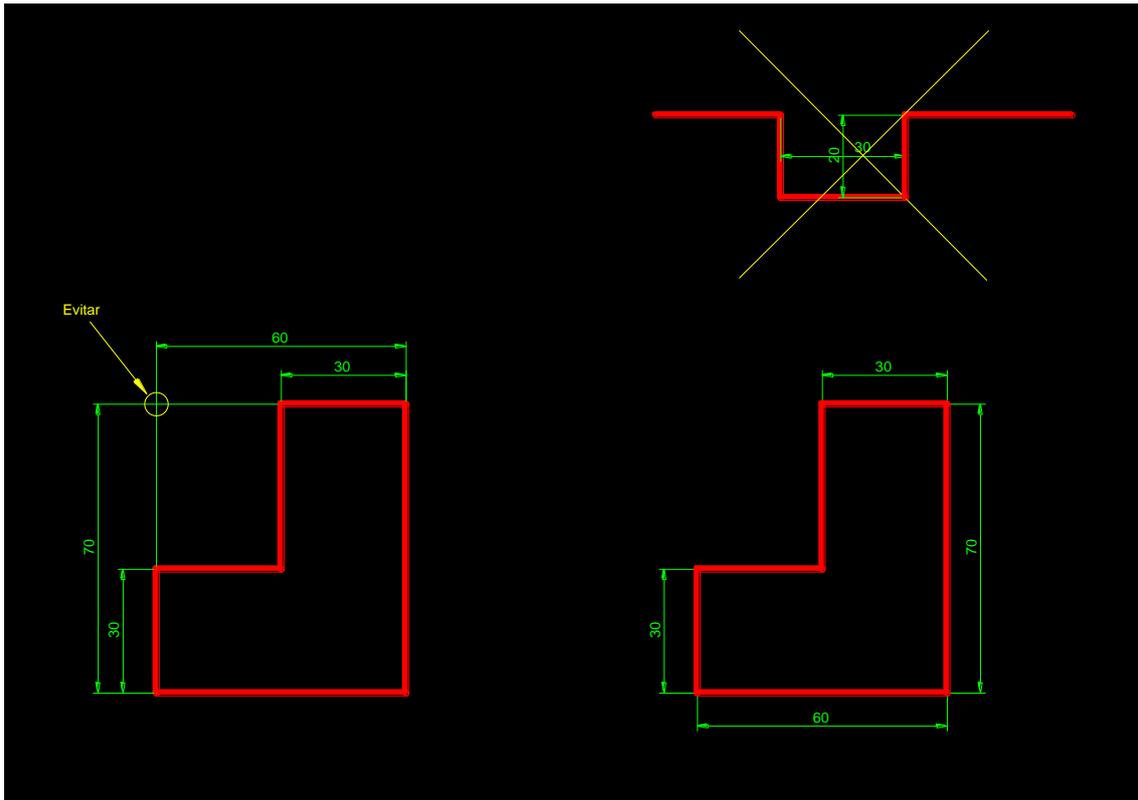


Figura 11.6 – Cruce de líneas.

### Compartición de cotas entre vistas

Las cotas no deben compartir líneas auxiliares de cota que partan de vistas diferentes. Por ejemplo, si tuviéramos una vista de perfil y otra de alzado, nunca debemos poner una cota que parta de una vista y acabe en la otra vista. Si esto se produjera, daría lugar a confusión puesto que de alguna forma enlazaría dos vistas diferentes, que pueden no tener nada que ver entre sí.

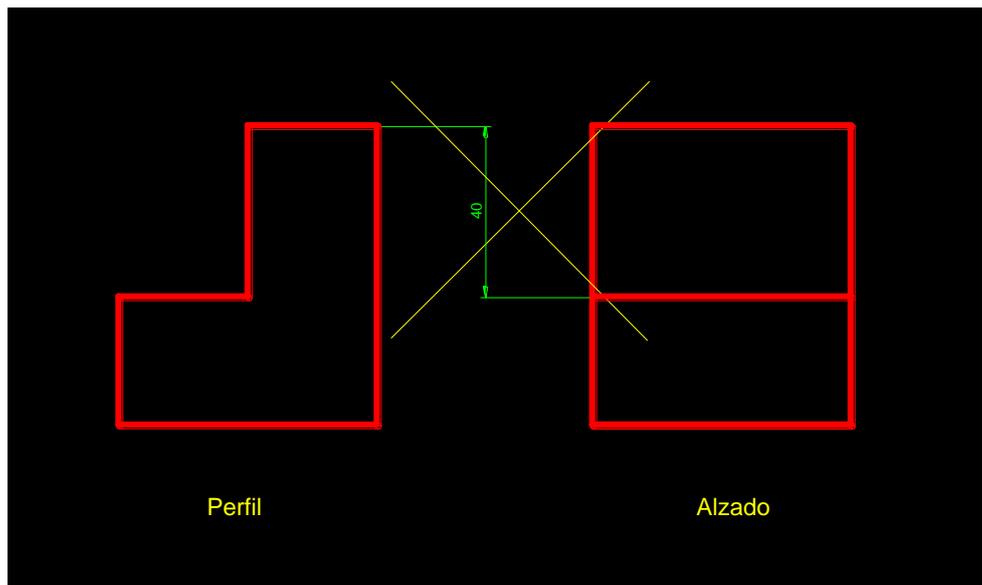


Figura 11.7 – Compartición de cotas entre vistas.

### 11.4.3 – Flechas de Cota

Aunque se pueden utilizar diferentes tipos de símbolos para las flechas, sólo se debe usar un mismo tipo de flecha en un mismo dibujo.

La flecha se representa por dos trazos cortos que forman un ángulo. Este ángulo debe estar comprendido entre  $15^\circ$  y  $90^\circ$ . También se pueden usar otros símbolos alternativos como una línea oblicua o incluso un pequeño cuadrado o triángulo, aunque lo más habitual es emplear flechas.

Es posible que la línea de cota sea tan pequeña que no haya espacio para las flechas y la cifra de cota. Si no hubiera sitio para las flechas en la línea de cota, pueden ponerse las flechas en su prolongación exterior. Si aparecen ambas flechas, siempre deben mirar en dirección opuesta (si las flechas están en su posición natural, éstas apuntarán hacia fuera, y si las flechas están situadas en la prolongación de la línea de cota, las flechas se colocarán al revés, mirándose una a la otra).

También es posible mover la cifra de cota si ésta no cabe en el espacio existente sobre la línea de cota, poniéndola aparte o a un lado y señalándola con una línea directriz.

Además, para cotas alineadas en serie, dos flechas que apuntan a un mismo punto pueden sustituirse por un punto grueso. Esto permite ahorrar cierto espacio y situar la cifra de cota con mejor visibilidad.

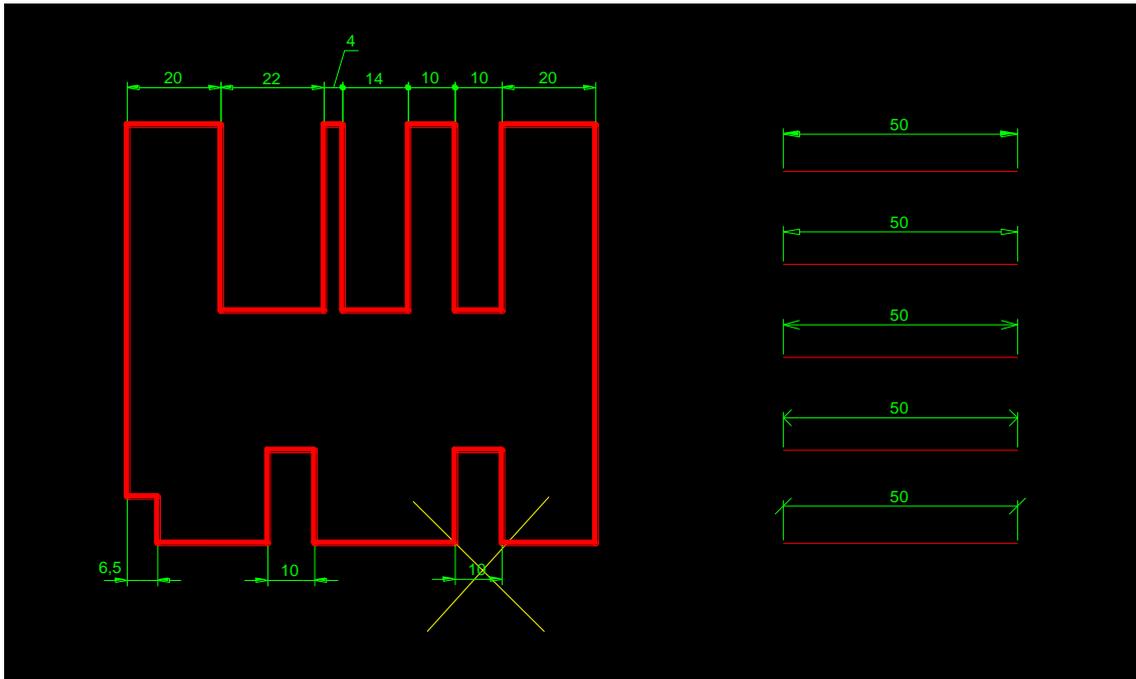


Figura 11.8 – Flechas de cota.

#### 11.4.4 – Repetición de Cotas

Cada elemento o detalle se debe acotar una única vez en un plano o dibujo, y debe hacerse siempre en la vista o corte que lo represente más claramente. Deben evitarse cotas repetitivas. Por ejemplo, si disponemos de una vista de alzado y otra de planta, no debemos colocar en la vista de planta cotas a elementos que ya hayan sido acotados en la vista de alzado. Y en caso de duda sobre en qué vista situar la cota, se debe elegir la que resulte más clara o represente mejor el elemento u objeto. El reparto de cotas entre las diferentes vistas ayuda a clarificar el dibujo.

Si se repiten cotas que tienen el mismo valor (pero son de elementos diferentes), pueden sustituirse por referencias que aludan a una leyenda, de modo que sea más sencillo leer el dibujo.

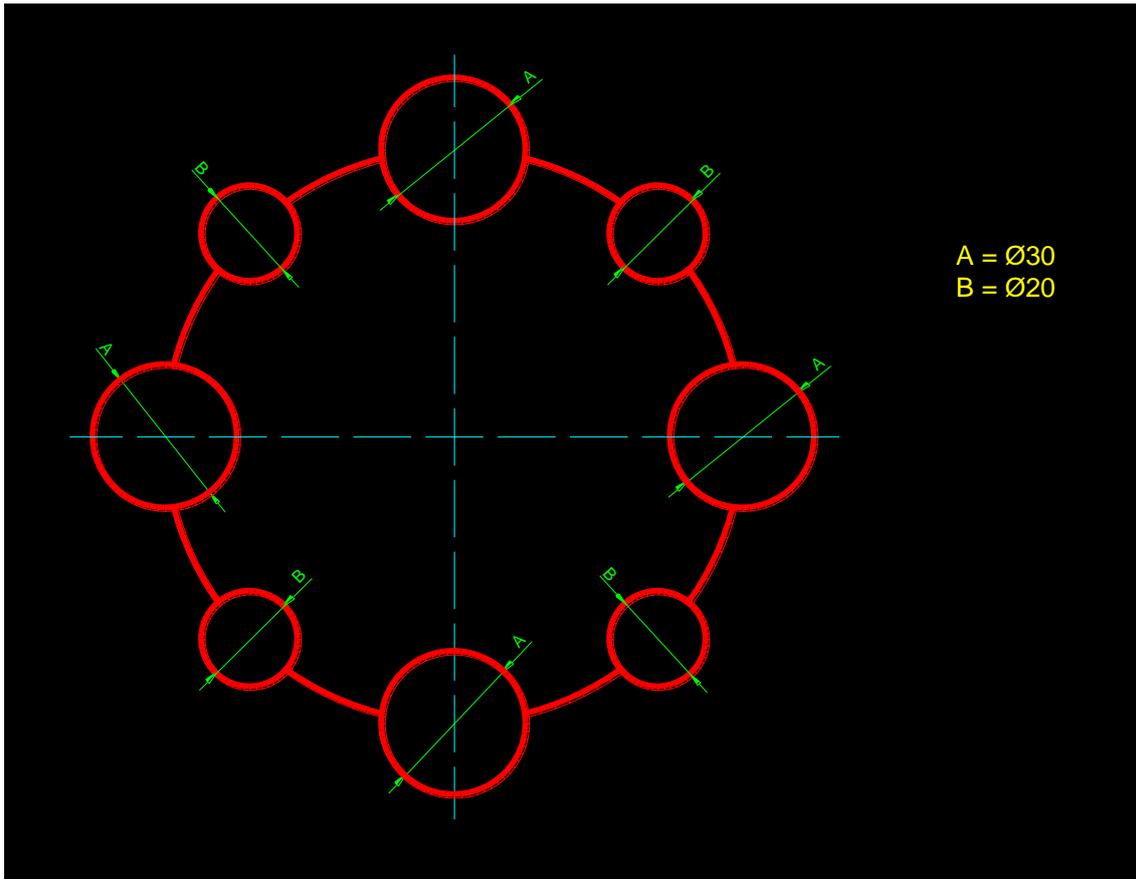


Figura 11.9 – Repetición de cotas con leyenda.

### 11.4.5 – Elección de los Planos de Acotación

Las cotas casi siempre se definen con respecto a unos planos de referencia, que se eligen dependiendo de la morfología de la pieza o conjunto. En general, es conveniente seguir las siguientes reglas.

Si la pieza tiene caras planas, se eligen como planos de referencia las caras exteriores de la misma, de modo que se acotan las caras que representan el contorno del objeto.

Si la pieza es simétrica, un plano de referencia apropiado para acotar es aquel que coincida con el plano de simetría. Si posee dos planos de simetría, deben usarse ambos planos.

Si la pieza es un sólido de revolución, los planos de referencia deben ser perpendiculares al eje de revolución.

Si la pieza es prismática y tiene dos planos de simetría, se eligen ambos como planos de referencia.

## 11.4.6 – Acotación de Ángulos, Arcos y Cuerdas

### Ángulos, cuerdas, y longitudes de arco.

Los ángulos se acotan habitualmente en grados mediante un símbolo de arco que abarca los lados del ángulo. Si los lados del ángulo son pequeños, se prolongan las aristas que lo forman, de manera que haya espacio para la línea de cota y para la cifra de cota.

Las cuerdas se acotan exactamente igual que otras líneas rectas, mientras que la longitud de un arco se acota con una línea de cota curvada, sobre la que se sitúa la cifra de cota coronada con un símbolo a modo de arco. El símbolo puede ir también a un lado de la cifra de cota.

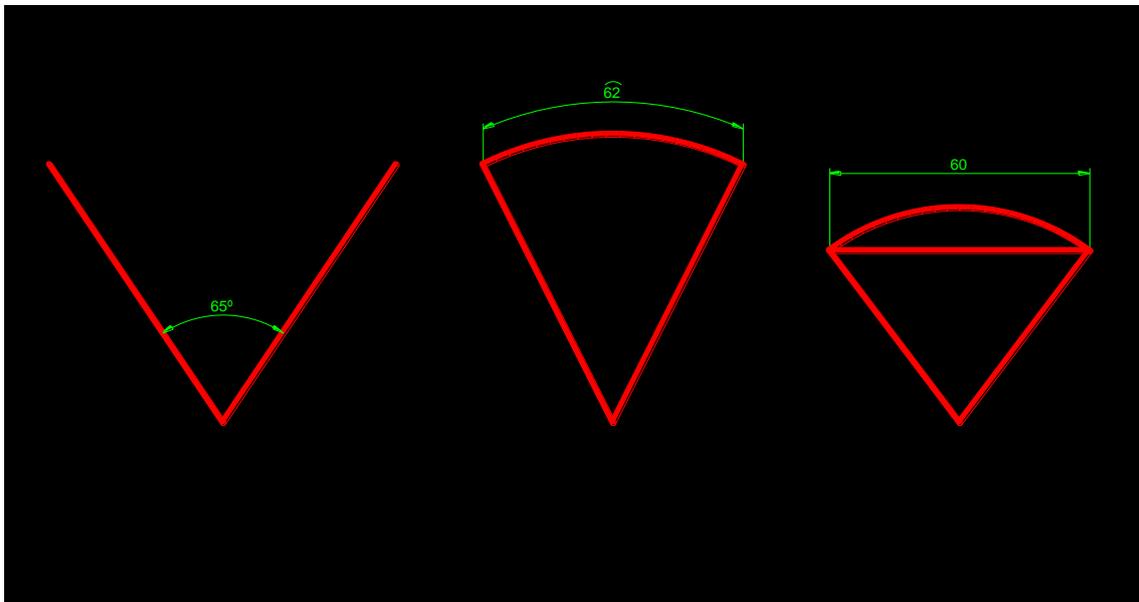


Figura 11.10 – Acotación de ángulos, cuerdas y longitudes de arco.

Sin embargo, lo habitual en los arcos es acotar su radio o diámetro, no la longitud que abarca. En este caso, se distinguen dos situaciones:

### Arcos menores o iguales de 180°

Si un arco de circunferencia es una semicircunferencia o abarca menos ángulo que ésta, entonces debe acotarse siempre su radio. Si no se hace indicación expresa del centro del arco, se precederá la cifra de cota con la letra R. La letra R puede obviarse (de hecho, se recomienda hacerlo) si el centro está expresamente indicado.

En el caso de las cotas radiales, la línea de cota del radio siempre tiene una sola flecha, que apunta a la curva.

Si en el dibujo aparece el centro del arco, éste puede indicarse mediante un punto relleno o blanco, y también mediante el cruce de dos líneas.

En algunos casos, si el centro es muy lejano, ese centro puede traerse al papel (de modo ficticio) mediante una línea de cota interrumpida con un recodo.

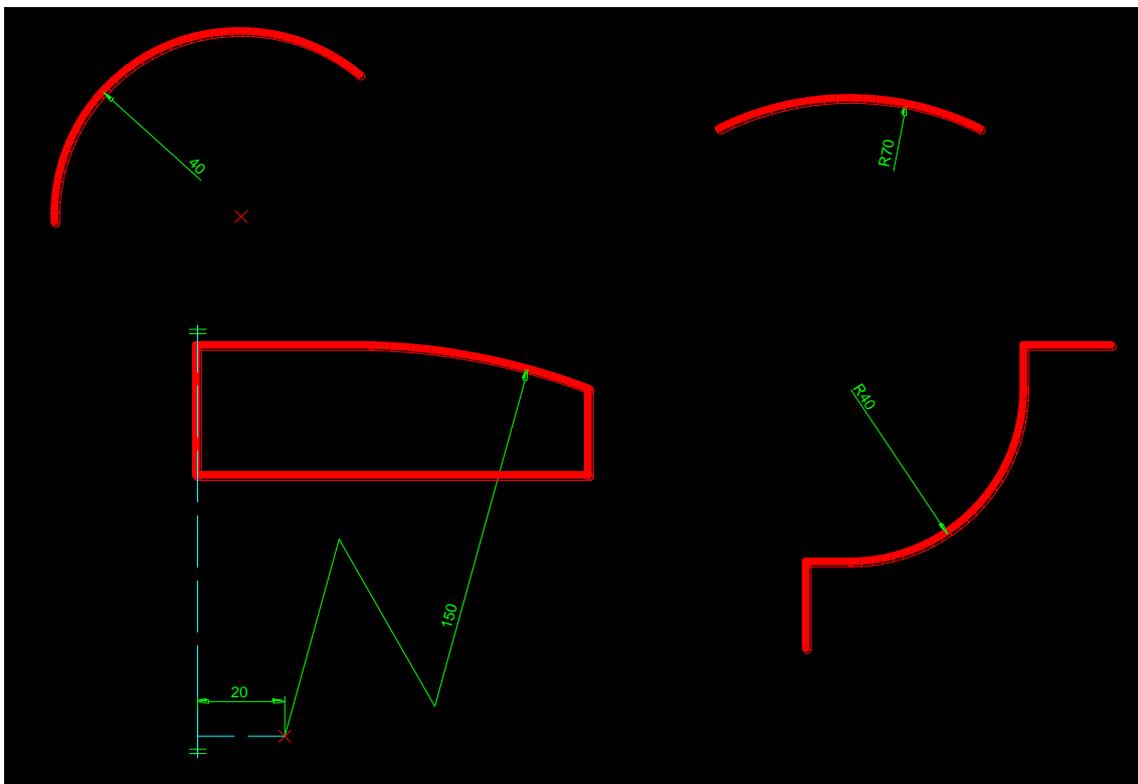


Figura 11.11 – Acotación de arcos menores o iguales de 180°.

### **Arcos mayores de 180° y circunferencias completas**

En arcos mayores de 180° y en circunferencias completas, siempre se debe acotar el diámetro.

Además, si no es posible representar la línea de cota completa (porque la circunferencia no es completa y nuestra línea de cota no la toca por ambos lados), se precede la cifra de cota con el símbolo de diámetro ( $\emptyset$ ) para que no haya ambigüedad. En este caso, sólo habrá una flecha en la línea cota (apuntando a la curva sólo por el lado en el que la toca).

Sin embargo, si la cota es completa (porque la circunferencia es completa, o, aún sin serlo, nuestra línea de cota la toca por ambos lados), entonces habrá dos flechas en la línea de cota, ambas apuntando a la curva y siempre opuestas entre sí.

También es posible realizar una acotación diametral en una vista (por ejemplo de perfil) en la que una circunferencia se vea como un segmento. Indicando el símbolo de diámetro ( $\emptyset$ ) sobre una cota lineal, remarcaremos que esa cota representa en realidad el diámetro de una circunferencia.

Además, debe evitarse trazar las cotas diametrales entre 90 y 120 grados, ni tampoco de manera que coincidan con otras líneas del dibujo o se sitúen muy cerca de éstas. Es recomendable también intentar evitar ponerlas de manera completamente horizontal o coincidentes con los ejes de simetría de la pieza.

En el caso de dos círculos concéntricos, se permite acotarlos mediante dos cotas diametrales cruzadas. Se considera una excepción a la regla del cruce de líneas cota, y se permite. Sin embargo, no está permitido acotar tres o más circunferencias concéntricas en una misma vista. En ese caso habría que buscar otra vista para acotar alguna de ellas, si la hubiera.

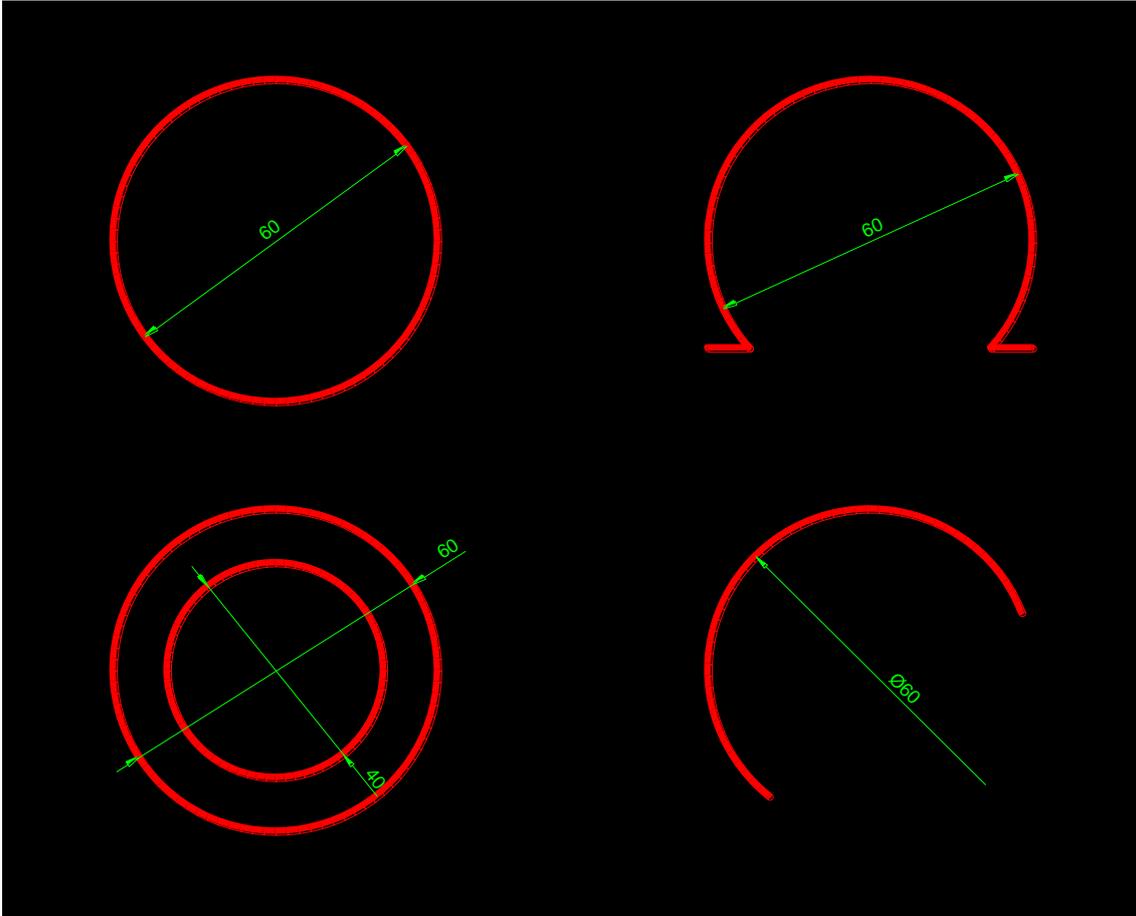


Figura 11.12 – Acotación de arcos mayores de 180° y circunferencias completas.

### 11.4.7 – Posición de las Cifras de Cota

Salvo excepciones, la cifra de cota debe situarse siempre centrada encima de la línea de cota y con el texto alineado con la línea de cota. Se admite también la posibilidad de situar la cifra a la izquierda de la línea, en lugar de centrada, si por algún motivo ello contribuyera a mejorar la claridad de la acotación; aunque lo habitual es centrarla.

Si la cota, y por tanto la línea de cota, estuviera inclinada, el diseñador debe tener en cuenta que las cotas deben poder leerse claramente en posición horizontal o, como mucho, desde la derecha del dibujo (es decir, girando la cabeza hacia la izquierda).

Si, por problemas de espacio, la cifra de cota no cupiese encima de la línea de cota, también es posible situarla a un lado o ponerla aparte uniéndola a la línea de cota mediante una línea directriz de referencia.

Además, la norma especifica un segundo método para poner las cotas que no sean horizontales, de manera que la cifra de cota no esté alineada con la línea de cota, sino en posición horizontal, aunque interrumpiendo la línea de cota.

Las cifras de cotas angulares pueden acotarse de manera que la cifra quede alineada con la línea (en este caso arco) de cota. Esta es la manera habitual de acotarlas, siempre teniendo en cuenta que la cifra de cota debe leerse desde la derecha (girando la cabeza hacia la izquierda). Dado que, sin embargo, en determinados ángulos la lectura es confusa, las cotas angulares también pueden colocarse siempre horizontales, interrumpen o no la cifra de cota.

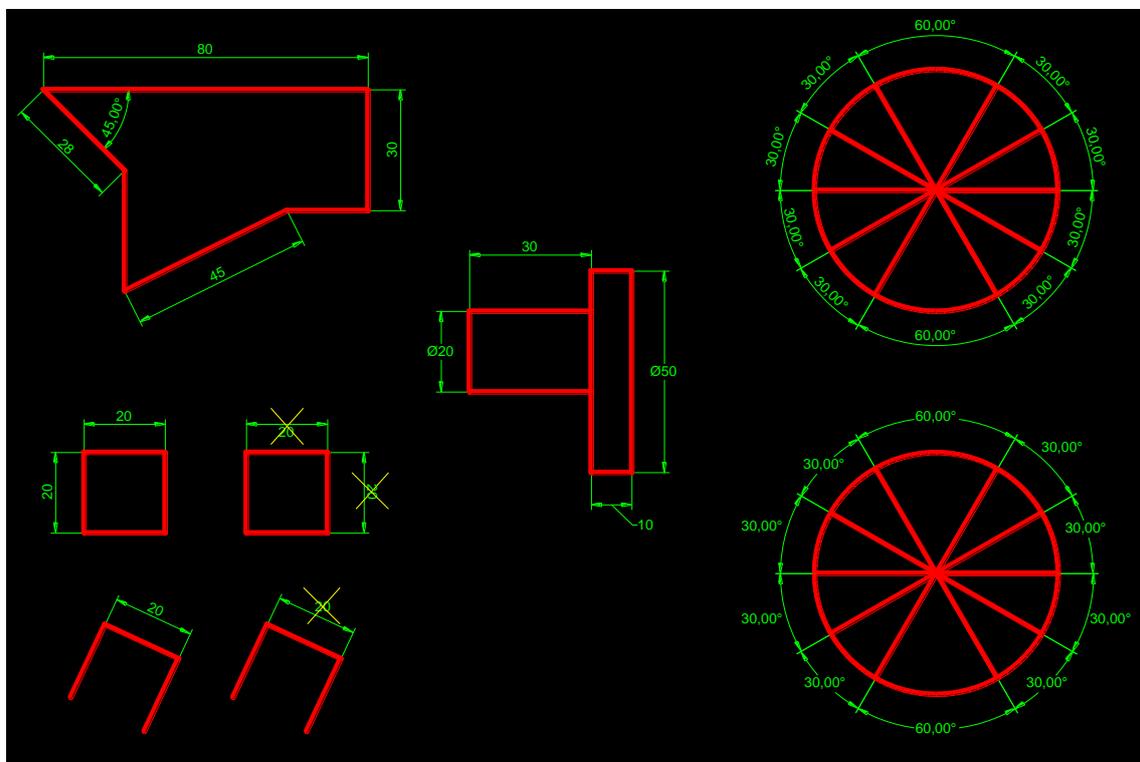


Figura 11.13 – Posición de la cifra de cota.

### 11.4.8 – Acotación de Chaflanes y Empalmes

En el caso de aristas que se cortan por medio de empalmes redondeados o de chaflanes, la acotación se debe hacer de una manera distinta.

Para acotar este tipo de elementos, se deben prolongar las aristas con una línea fina continua (se les denomina aristas ficticias) hasta hallar su intersección. Una vez hallada esta intersección, se acotará el elemento con una cota radial (para el empalme) o con cotas lineales (para los chaflanes).

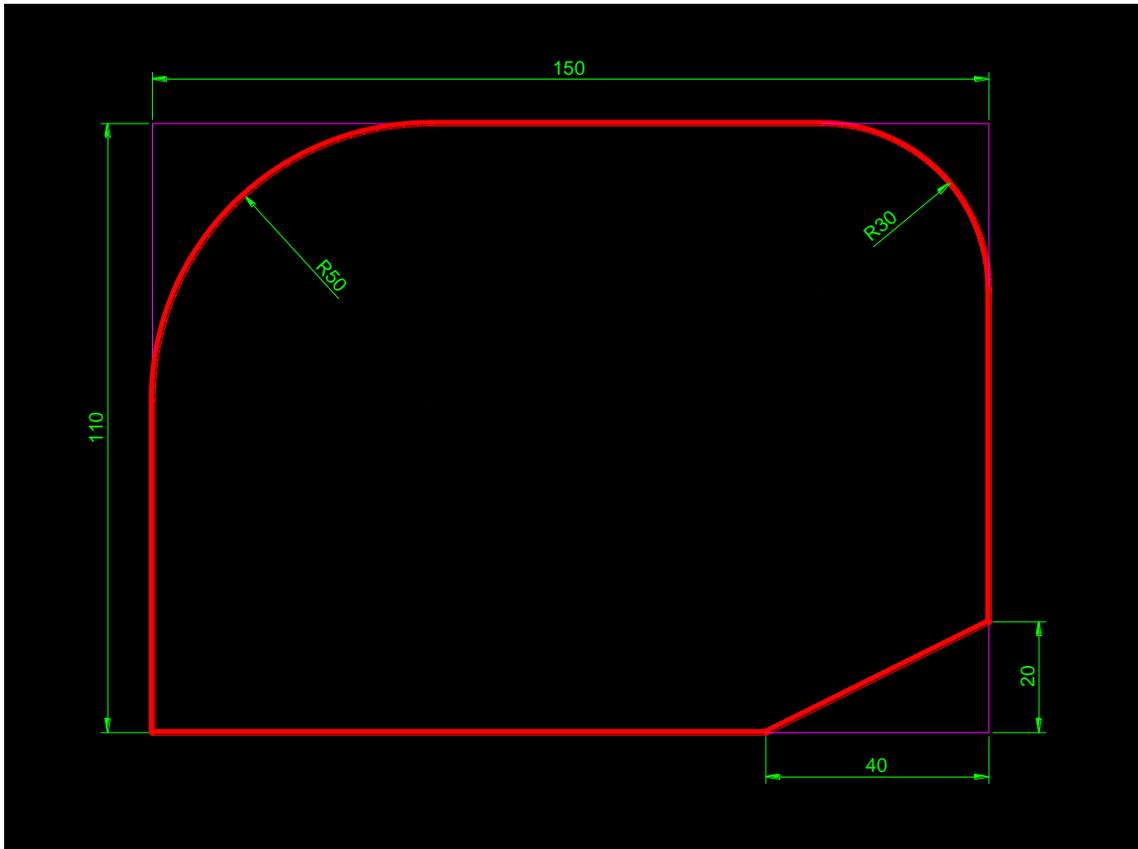


Figura 11.14 – Acotación de chaflanes y empalmes.

### 11.4.9 – Acotación de Agujeros

Para situar agujeros o taladros dentro de una pieza, se acotará la posición de su centro (que se indicará mediante el cruce de dos líneas) con respecto a algún elemento cercano a él, y por supuesto también el tamaño del agujero en cuestión. Si el agujero es circular, deberá indicarse el diámetro. Si es cuadrado o rectangular, será necesario especificar el alto y/o ancho del mismo.

Si el criterio de acotación fuera el de verificación, podría ser lógico no respetar esta norma, ya que es más sencillo medir desde el borde de un agujero ya hecho que desde el

centro (puesto que al estar hueco no habrá donde apoyar el aparato de medición), pero si el criterio es el de fabricación, esta es una norma básica, ya que el taladro ha da posicionarse en el centro del agujero para poder perforarlo con precisión.

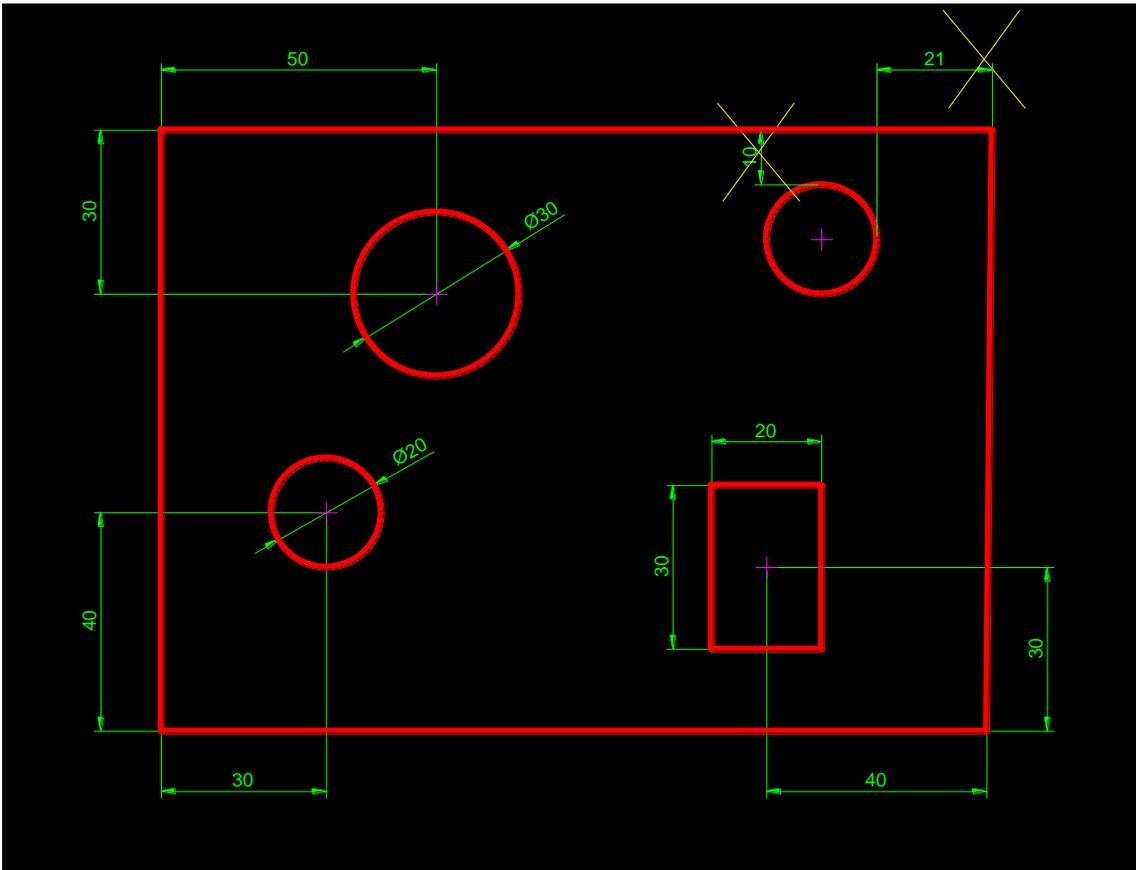


Figura 11.15 – Acotación de agujeros.

#### 11.4.10 – Acotación en Tangencias

Al acotar figuras con curvas tangentes, se debe evitar poner las flechas de cota en los puntos de tangencia. Esto se debe a que, de no hacerlo así, se generaría confusión y podría no quedar claro cuál de las dos curvas que coinciden en esa zona se está acotando. En general, debe evitarse acotar en los puntos de unión o enlace de diferentes elementos, si ello pudiera dar lugar a confusión.

#### 11.4.11 – Otras Normas de Acotación

**Aristas ocultas**

Debe evitarse acotar sobre aristas ocultas. Si es posible, se realizarán cortes para convertirlas en aristas aparentes.

### **Cotas a diferente escala**

Si hay una cota que está a diferente escala (con lo cual el dibujo estará deformado), ésta (la cifra de cota correspondiente) aparecerá subrayada. Esto sólo se aplica en casos muy excepcionales y no es habitual realizar este tipo de acotaciones.

### **Contornos irregulares**

Los contornos irregulares pueden acotarse realizando sucesivas cotas lineales espaciadas por cantidades pequeñas, de modo que podemos aproximar el contorno con medidas discretas en horizontal y vertical.

### **Cotas en superficies rayadas**

En superficies rayadas se deberá interrumpir el rayado alrededor de la cifra de cota (sólo en la zona próxima a ella), para que ésta sea legible.

## **11.5 – Tolerancias y Ajustes**

Cuando se diseña una pieza, se hace pensando en que debe medir un cierto tamaño exacto, y que sus partes deben cumplir una serie de restricciones geométricas entre sí. Pero, debido a las inevitables inexactitudes de los métodos de producción, es completamente imposible fabricar piezas que tengan exactamente las dimensiones elegidas en la fase de diseño, y que todas las piezas de una producción en serie resulten ser de dimensiones completamente iguales. Por lo tanto, debemos admitir un cierto nivel de variación en las medidas.

### **11.5.1 – Conceptos**

Cuando se desea producir piezas con cierta exactitud, de modo que éstas puedan ser utilizadas en montajes, es necesario un control de las dimensiones. Piezas que se producen en una fábrica de un lugar del mundo, deberían poderse montar, sin necesidad de

modificaciones, junto con otras piezas que hayan podido ser producidas en algún otro lugar o en la misma fábrica, pero en algún otro tiempo anterior o posterior.

En un mercado tan globalizado como el actual, los fabricantes producen piezas de manera que éstas se puedan montar en otras piezas de otros fabricantes siguiendo una serie de estándares, normas y sistemas de control de calidad. El control de las medidas debe ser tal que parezca que las piezas han sido fabricadas expresamente para aquellas en las cuales se van a montar.

A la variación máxima admisible de una medida de una pieza le llamamos **tolerancia**. La tolerancia debe ser lo más grande posible para reducir el tiempo y el coste de producción. Sin embargo, por otro lado, debe ser lo suficientemente pequeña como para que las piezas puedan ejercer su función y ser compatibles con otras piezas. El diseñador debe conocer, pues, los procesos de producción y sus costes, así como la precisión de medida que es realmente necesaria para elegir adecuadamente las tolerancias requeridas en cada caso.

La tolerancia se especifica normalmente como la desviación o diferencia máxima (tanto superior como inferior) con respecto a la medida deseada. Un símbolo habitual es la letra griega  $\Delta$ , que representa una diferencia con respecto a un valor esperado. También puede especificarse en porcentaje. Es habitual añadir a la cifra de cota la tolerancia máxima admitida en la medida. Esto se puede hacer de varias maneras, aunque la más habitual es añadir un símbolo  $\pm$  y la medida de la tolerancia (o el porcentaje) después de la cifra de cota.

Ejemplo:

$30 \pm 1$	El elemento debería medir 30, pero puede fabricarse entre 29 y 31
$50 \pm 4\%$	El elemento debería medir 50, pero puede fabricarse entre 48 y 52

Por otro lado, algunas piezas se diseñan para ser empleadas o articuladas sobre otras. Por ejemplo, una llave de atornillar debe diseñarse para poder encajar casi exactamente sobre un tornillo de una determinada medida, por lo que la llave debe ser de una medida ligeramente (pero sólo ligeramente) superior a la del tornillo. Si las medidas finales de ambos elementos no están suficientemente controladas (tolerancias incluidas) es posible que la llave no pueda mover el tornillo (por ser demasiado grande) o no quepa sobre él (por ser demasiado pequeña). Por lo tanto, es necesario que las medidas relativas de ambas piezas estén controladas. Llamamos **ajuste** al acoplamiento dimensional de dos piezas en la que una debe encajar sobre la otra.

Los ajustes se representan normalmente estableciendo las medidas máximas y mínimas de dos piezas, o las medidas de espacio admisible entre ellas.

## 11.5.2 – Acotación en Serie y en Paralelo

Cuando se acota en serie, cada elemento se acota con respecto al elemento contiguo. En este caso, las líneas de cota se dibujan alineadas sobre una línea común para una mayor claridad en la lectura de la acotación.

Este sistema tiene el inconveniente de que los errores de fabricación se pueden acumular (la tolerancia nos debe permitir un cierto error en la medida), así que sólo se usa si todas las cotas son funcionales. Sin embargo, tiene la ventaja de que las cotas se sitúan de una manera bastante clara una al lado de la otra.

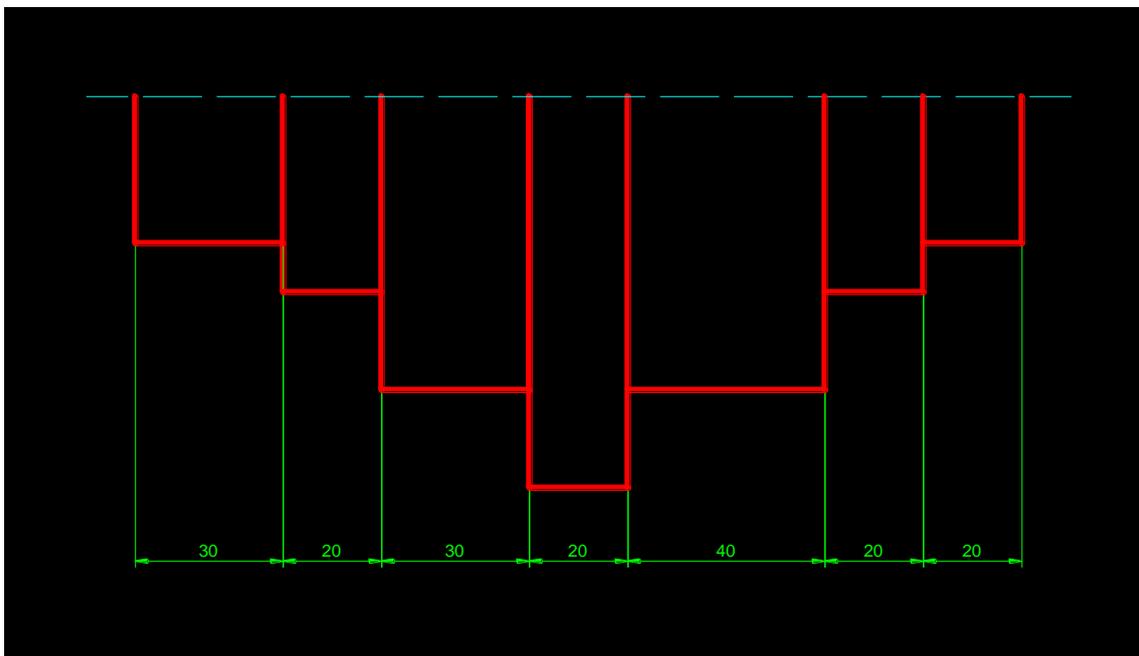


Figura 11.16 – Acotación en serie.

Si se acota en paralelo, todos los elementos que se acotan en la misma dirección están referenciados con respecto a un mismo punto de referencia. Las líneas de cota deben separarse entre sí, al menos, 5 mm. Para permitir una mayor claridad, las cotas más cortas deben colocarse más cercanas a la figura. De lo contrario, se cruzarían las líneas de cota y las líneas auxiliares unas con otras.

La acotación en paralelo tiene la ventaja, de que el error (en la medida o en la fabricación) no se acumula, puesto que siempre se parte de un mismo punto inicial, y no del punto anterior (sobre el cual ya hemos podido cometer un cierto error previamente).

Tiene la desventaja de que suele ser menos clara, y no siempre es posible construir las cosas de esta forma.

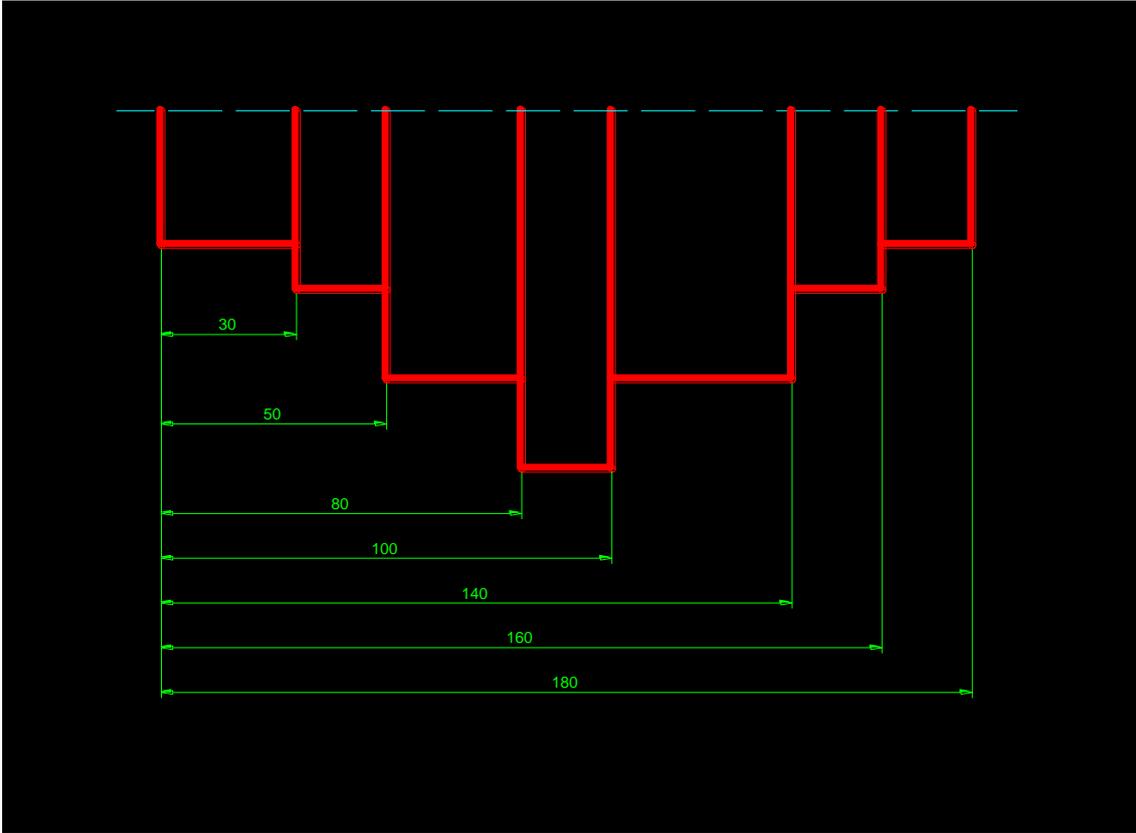


Figura 11.17 – Acotación en-paralelo.

Evidentemente, podemos acotar realizando una combinación de acotación en serie y acotación en paralelo. Como es lógico, en la acotación en serie los errores son acumulativos, mientras que en la acotación en paralelo el error es el mismo en cada cota. Si combinamos ambos métodos, el error acumulado dependerá de la combinación elegida.

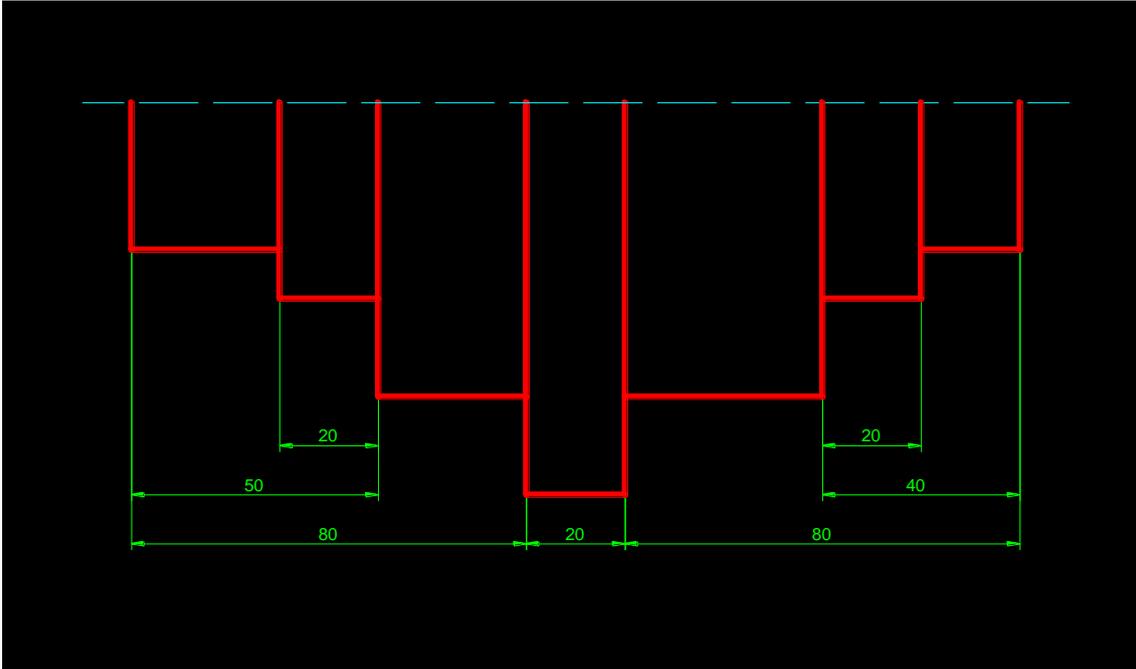


Figura 11.18 – Combinación serie-paralelo.