

4.3.4 TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

Introducción

Introducción

Sintaxis

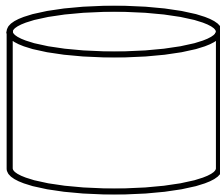
Tipos

Tol. generales

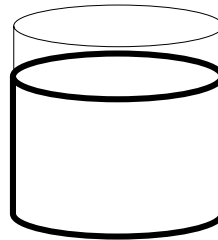
Conclusiones

De modo similar a cómo las tolerancias **dimensionales** controlan los errores de **medida**...

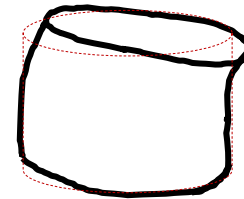
...las tolerancias **geométricas** controlan los errores de **forma**



Forma ideal



Error de medida



Error de forma

Las **tolerancias geométricas** son los límites de variación de la forma dentro de los cuales se acepta que un elemento geométrico real es equivalente al elemento teórico

A los efectos de aptitud para el objetivo perseguido

Introducción

Introducción

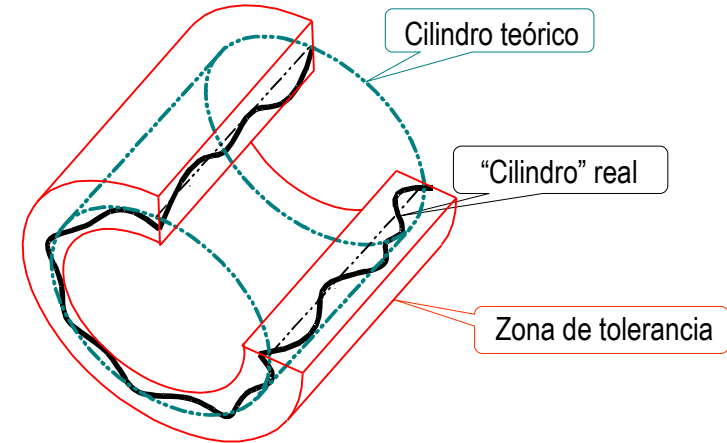
Sintaxis

Tipos

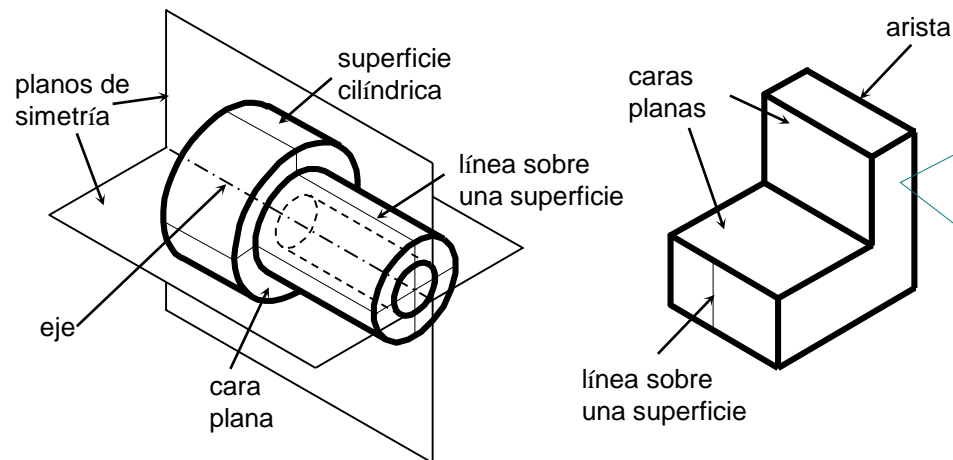
Tol. generales

Conclusiones

Una tolerancia geométrica indica las desviaciones permitidas respecto a una **cualidad** teórica, delimitando una **zona de tolerancia** que debe contener al elemento real sometido a tolerancia



Pero es necesario descomponer las formas complejas en **cualidades simples**, porque no es posible controlar directamente la forma de elementos complejos



No existe un protocolo para comprobar la forma de un objeto "cantonera"

Por lo que se descompone en partes más simples, que sí que tienen protocolos para comprobarlas

Introducción

Introducción

Sintaxis

Tipos

Tol. generales

Conclusiones

La norma UNE-EN-ISO 1101:2017 describe las **cualidades geométricas** que se pueden controlar:

- √ Se controlan sólo las cualidades geométricas de **partes** o elementos descritas en la tabla
- √ Cada cualidad o característica geométrica que puede ser objeto de tolerancia se identifica con un **símbolo**

| Característica | Símbolo |
|--------------------------------|----------------|
| Rectitud | |
| Planitud | |
| Redondez | |
| Cilindricidad | |
| Paralelismo | |
| Perpendicularidad | |
| Angularidad | |
| Posición | |
| Coaxialidad (para dos centros) | |
| Coaxialidad (para dos ejes) | |
| Simetría | |
| Alabeo radial | |
| Alabeo axial | |
| Perfil de una línea | |
| Perfil de una superficie | |

Además de estar descritos en la norma ISO 1101, los perfiles se describen en la norma UNE-EN-ISO 1660:2017

Introducción

Introducción

Sintaxis

Tipos

Tol. generales

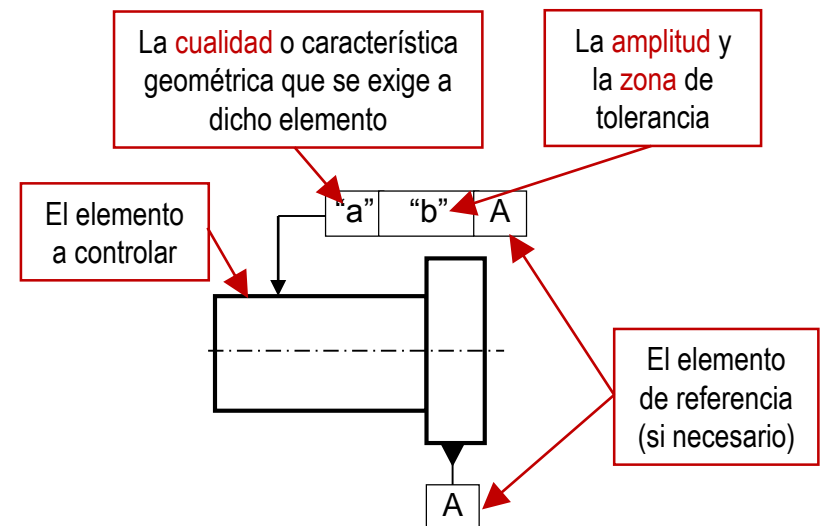
Conclusiones

El símbolo de tolerancia geométrica tiene variantes, porque debe ser compatible con numerosos casos particulares

Por ello, vamos a detallar la **sintaxis** de las tolerancias dimensionales, antes de describir los diferentes **tipos**

Para representar una tolerancia geométrica se deben configurar los siguientes elementos:

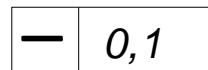
- 1 Cuadro de tolerancia
- 2 Línea de referencia
- 3 Amplitud de la tolerancia
- 4 Zona de tolerancia
- 5 Elementos de referencia
- 6 Indicadores auxiliares



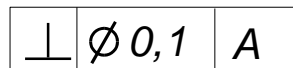
Sintaxis: cuadro de tolerancia

Una tolerancia geométrica se representa mediante un símbolo rectangular denominado **cuadro**:

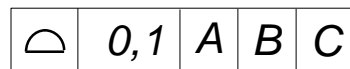
- ✓ Se dibuja en línea fina
- ✓ Se coloca preferentemente horizontal
- ✓ Se divide en dos o tres partes:
 - ✓ En la parte izquierda se coloca un símbolo que indica la **característica** a controlar
 - ✓ La parte central aloja la indicación de la **zona de tolerancia**, es decir, el tamaño y la forma de la zona dentro de la cual se permitirá que el elemento controlado esté contenido
 - ✓ La parte derecha contiene la indicación del/los **elementos de referencia**



{ Parte izquierda: SÍMBOLO de rectitud
Parte central: ZONA DE TOLERANCIA de 0,1 mm
Parte derecha: vacía



{ Parte izquierda: SÍMBOLO de perpendicularidad
Parte central: ZONA DE TOLERANCIA de DIÁM. 0,1 mm
Parte derecha: REFERENCIA al elemento A



{ Parte izquierda: SÍMBOLO de forma de una superficie
Parte central: ZONA DE TOLERANCIA de 0,1 mm
Parte derecha: REFERENCIA a los elementos A, B, C

Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

Tol. generales

Tipos

Tol. generales

Conclusiones

Sintaxis: línea de referencia

Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

Tol. generales

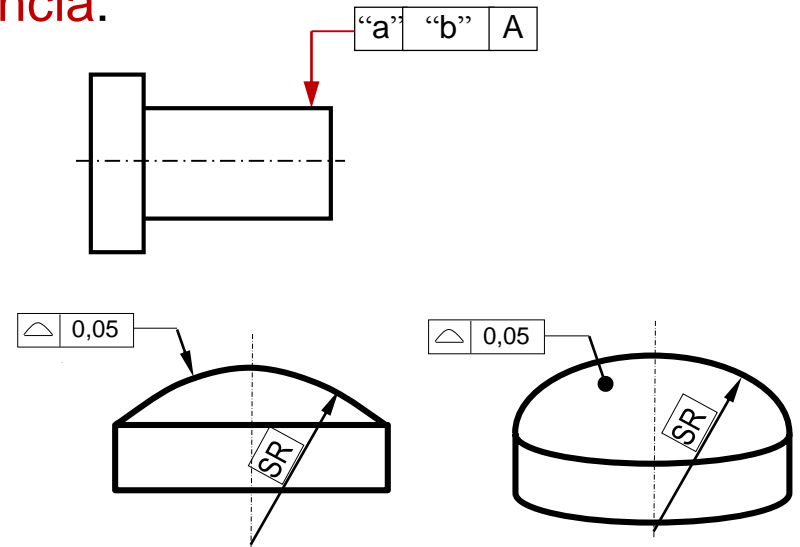
Tipos

Tol. generales

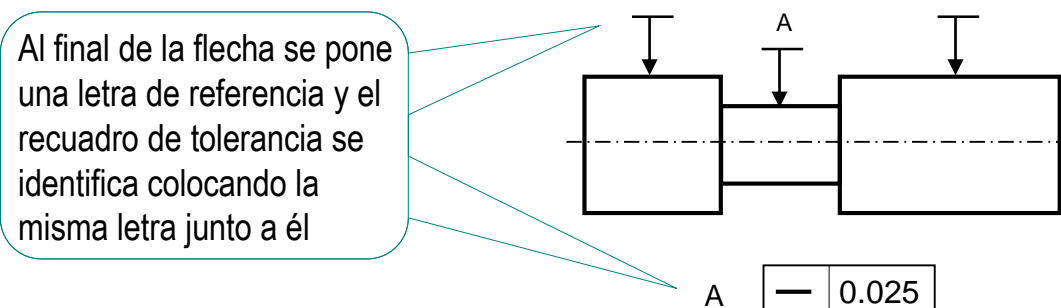
Conclusiones

El cuadro de tolerancia se une al elemento controlado por medio de una **línea de referencia**:

- ✓ La línea de referencia parte de uno de los dos laterales del cuadro y señala al elemento a controlar
- ✓ La línea de referencia acaba en una **flecha** que apunta al contorno del elemento sometido a tolerancia
- ✓ En vistas pictóricas acaba en un **punto** en el interior del elemento a controlar



La línea de referencia se puede interrumpir, siempre que se marque el vínculo con una referencia



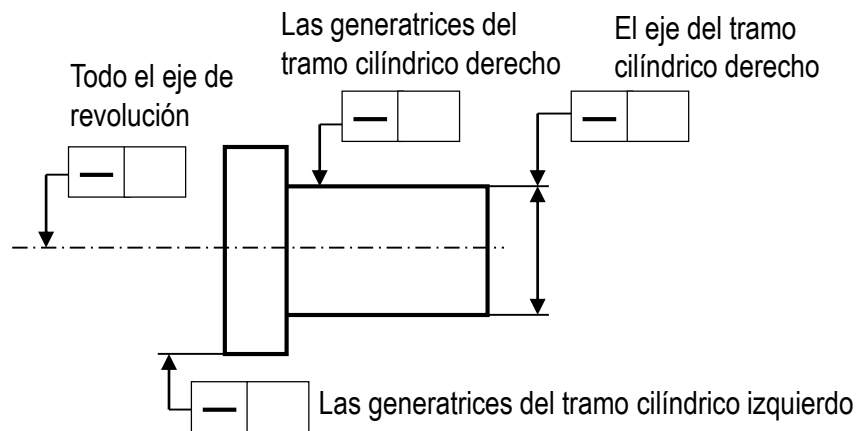
Al final de la flecha se pone una letra de referencia y el recuadro de tolerancia se identifica colocando la misma letra junto a él

Sintaxis: línea de referencia

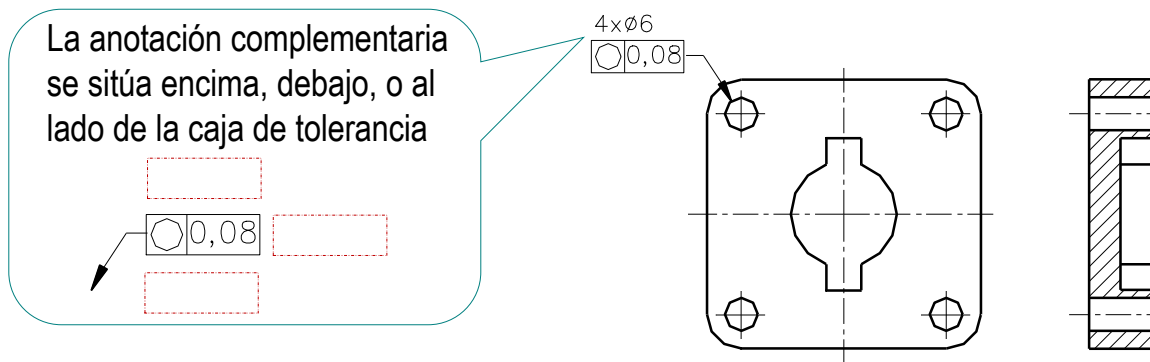


La naturaleza del elemento apuntado por la flecha de referencia puede cambiar el significado de la tolerancia:

- ✓ Apuntando directamente a la superficie, o a su prolongación, no controlamos el eje
- ✓ Apuntando directamente al eje, lo controlamos en su totalidad
- ✓ Apuntando a la cota de un elemento controlamos la parte del eje que corresponde a ese elemento



Se puede aprovechar la flecha de referencia para indicar alguna otra característica del elemento señalado, combinando su símbolo con una anotación de patrón



Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

Tol. generales

Tipos

Tol generales

Conclusiones

Sintaxis: amplitud de tolerancia

Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

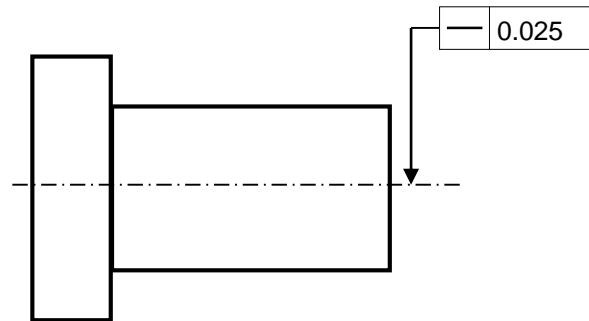
Tol. generales

Tipos

Tol generales

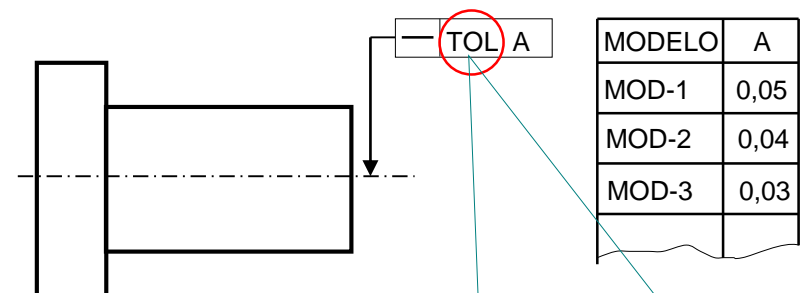
Conclusiones

La **amplitud** de la zona de tolerancia se indica por una cifra en la parte central del cuadro, en las mismas unidades dimensionales que el resto de medidas



La dimensión de la zona de tolerancia se puede indicar por medio de un **parámetro**

Por ejemplo, para indicar diferentes tolerancias para piezas de una misma familia



La letra que indica el parámetro puede ir precedida del prefijo "TOL", para evitar que se confunda con la indicación de un elemento de referencia

Sintaxis: zona de tolerancia

Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

Tol. generales

Tipos

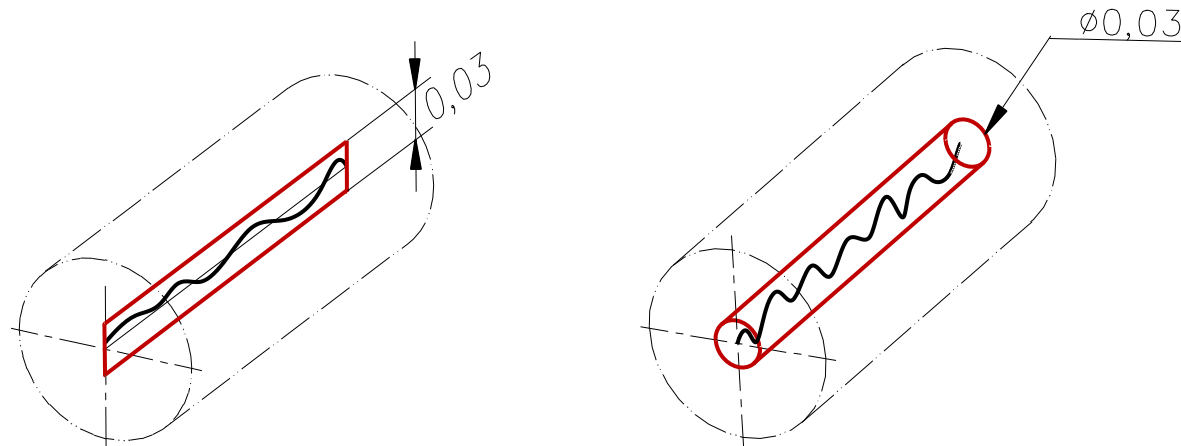
Tol. generales

Conclusiones

La **zona de tolerancia** es el espacio limitado por una o más líneas o superficies geoméricamente perfectas

Para determinar el tamaño de la zona de tolerancia se usa un único parámetro denominado **tolerancia**

La zona de tolerancia puede ser una superficie o un volumen:



- ✓ La superficie entre dos rectas paralelas
- ✓ La superficie entre dos líneas equidistantes
- ✓ La superficie interior de un círculo
- ✓ La superficie entre dos círculos concéntricos

- ✓ El espacio interior de un cilindro
- ✓ El espacio entre dos cilindros coaxiales
- ✓ El espacio interior a una esfera
- ✓ El espacio entre dos planos paralelos
- ✓ El espacio entre dos superficies equidistantes

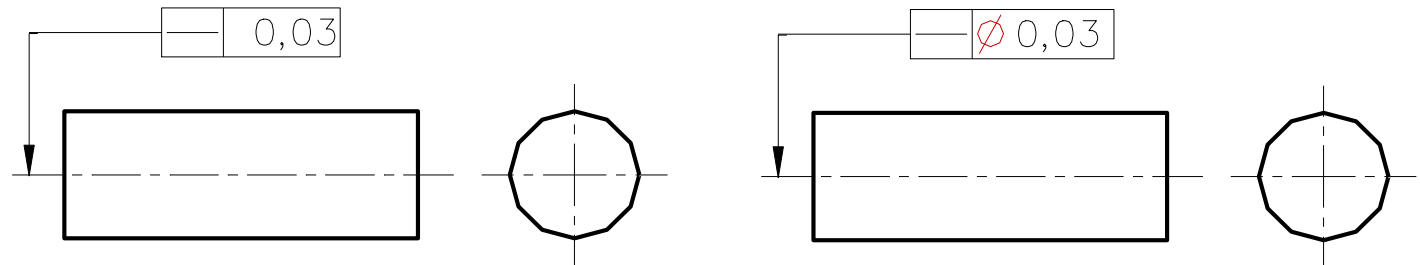
Sintaxis: forma de la zona de tolerancia



En algunos casos, una misma característica puede tener diferentes formas de zona de tolerancia:

- ✓ Para definir diferentes formas para la zona de tolerancia, se añaden prefijos junto a la cifra de la tolerancia
- ✓ Los símbolos modificadores (según ASME Y14.5M-1994 y UNE-EN-ISO 1101:2017), son los recogidos en la tabla

| Zona de tolerancia | Símbolo |
|--------------------|---------|
| Radio | R |
| Diámetro | ∅ |
| Radio esférico | SR |
| Diámetro esférico | S∅ |



Sintaxis: situación de la zona de tolerancia

Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

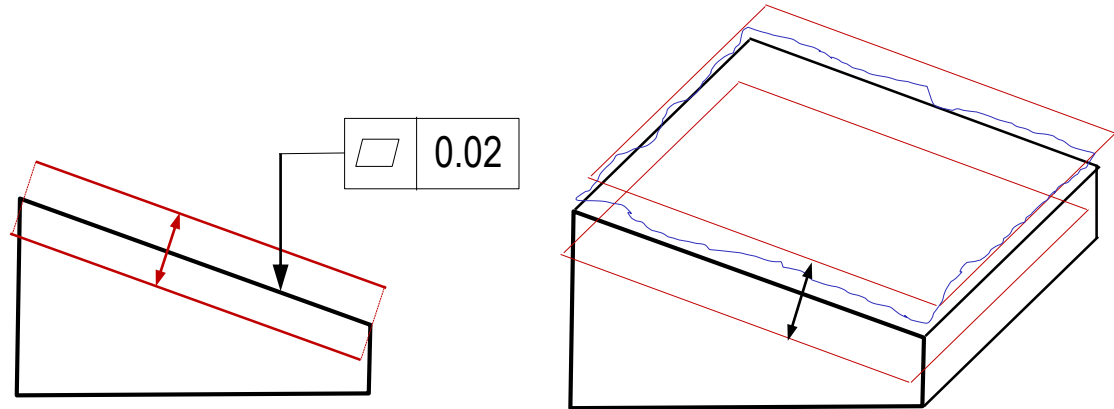
Tol. generales

Tipos

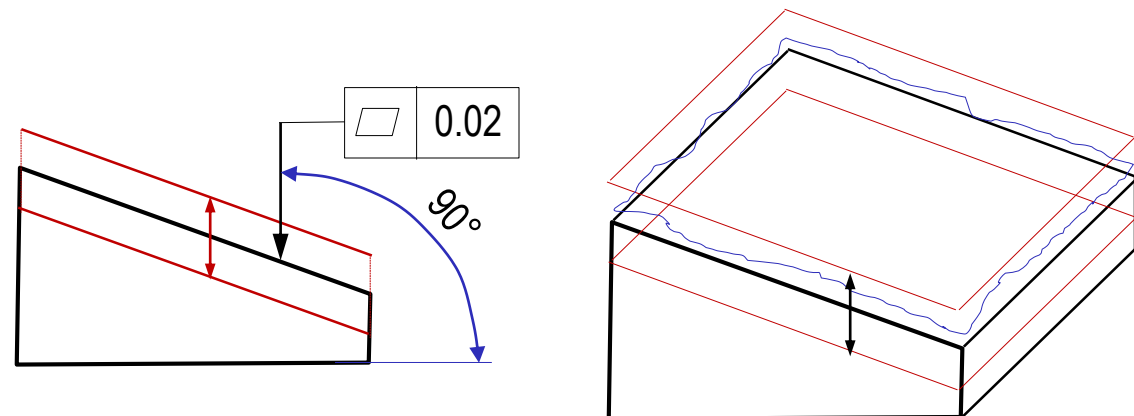
Tol. generales

Conclusiones

La zona de tolerancia se extiende por defecto en dirección perpendicular al elemento geométrico especificado, con independencia de la dirección de la flecha de la línea de referencia



Para definir una dirección distinta, se debe acotar la dirección elegida, mediante una cota a la flecha de referencia



Sintaxis: posición de la zona de tolerancia

Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

Tol. generales

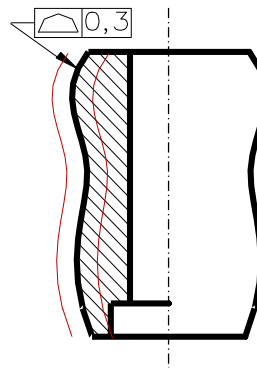
Tipos

Tol. generales

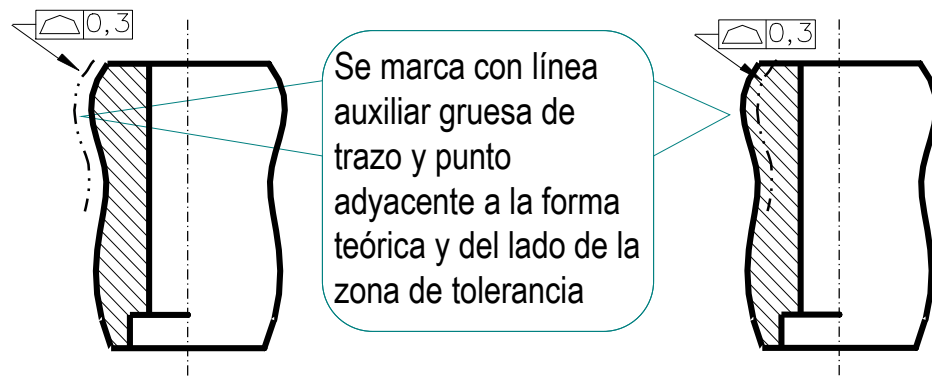
Conclusiones



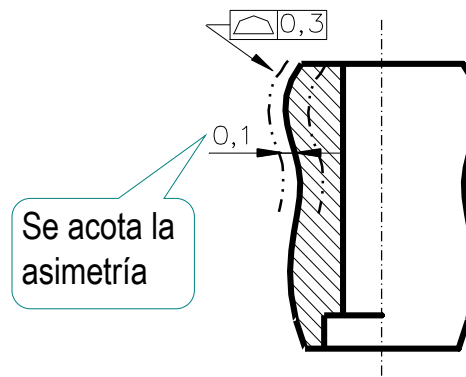
Por defecto, la zona de tolerancia se extiende a ambos lados de la forma teórica, y se sitúa equidistante de ella



Se puede especificar una zona de tolerancia “unilateral”



Esta misma simbología se puede extender para considerar zonas bilaterales pero asimétricas



Sintaxis: control de una parte

Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

Tol. generales

Tipos

Tol. generales

Conclusiones

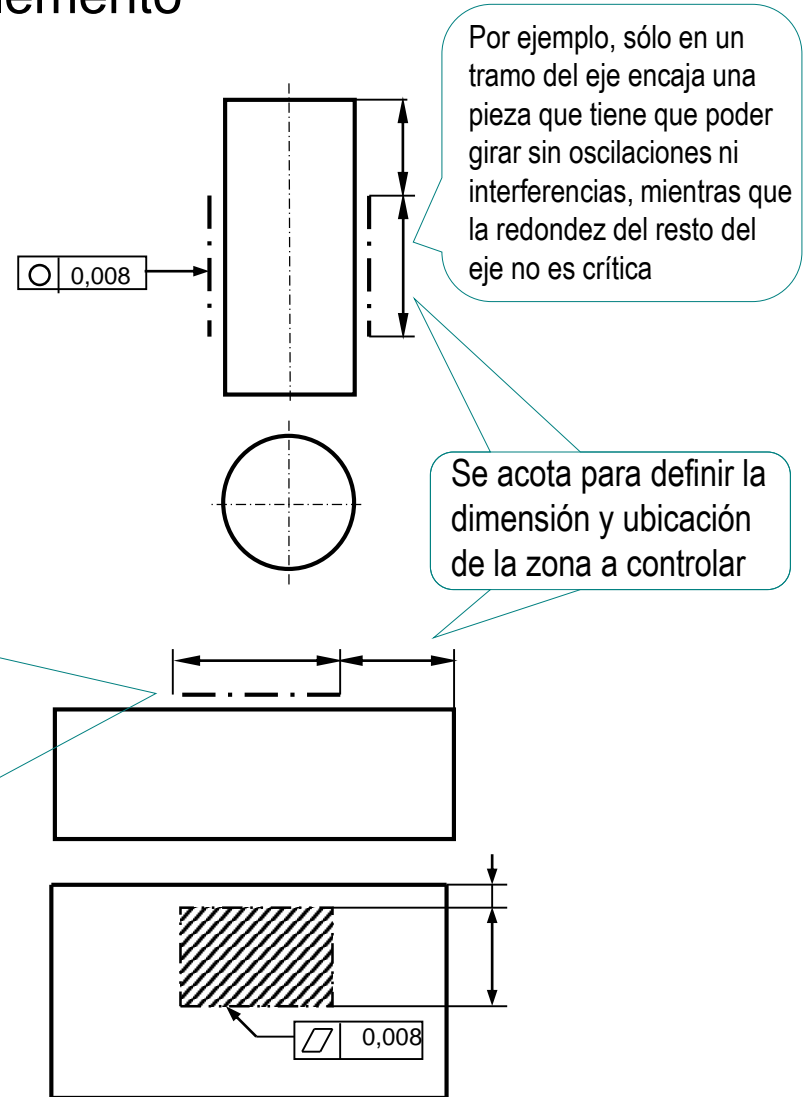
Por defecto, se controla todo el elemento identificado por la tolerancia

Pero se puede limitar el control a una **parte** del elemento:

- ✓ Un segmento de una arista
- ✓ Un área de una superficie

Según la norma UNE-EN-ISO 5459:2012, la zona a controlar se indica por medio de una línea gruesa de trazo y punto sobre el contorno del elemento

Si la indicación no puede hacerse sobre el contorno, se indica del mismo modo que las referencias parciales de elementos de referencia



Sintaxis: control por partes

Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

Tol. generales

Tipos

Tol. generales

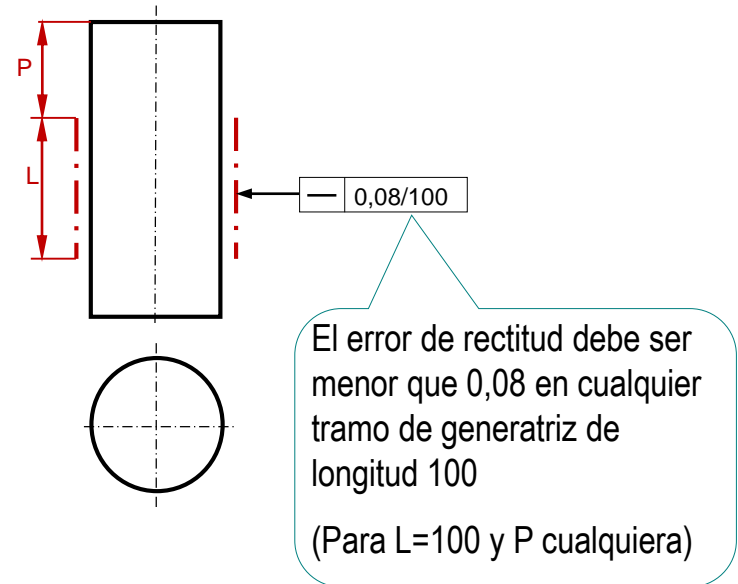
Conclusiones

Controlar sólo una parte no es lo mismo que controlar **por partes**:

√ Controlar por partes es más una técnica de medida que un requisito funcional, por lo que éste tipo de indicación es infrecuente en los documentos de diseño

√ Para aplicar una tolerancia a cualquier longitud parcial del elemento, pero no referida a una parte concreta del elemento, sino referida a cualquier longitud parcial medida a lo largo del elemento, se especifica en el cuadro de tolerancia

√ Si además se le exige una tolerancia global a todo el elemento se indican ambas superpuestas



| | | |
|---|---------|---|
| ⊥ | 0,5 | A |
| | 0,1/100 | |

Sintaxis: elementos de referencia

Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

Tol. generales

Tipos

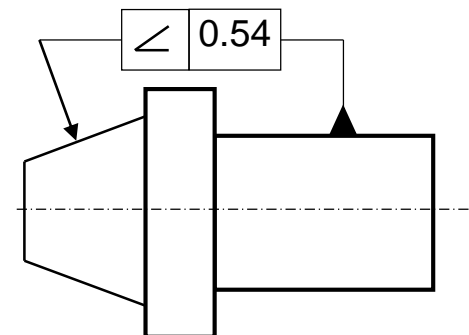
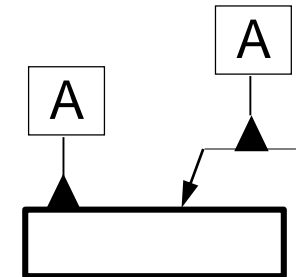
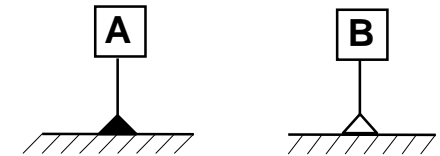
Tol. generales

Conclusiones

Algunas tolerancias necesitan **referencias externas**, que se señalan mediante el símbolo de referencia definido en UNE-EN-ISO 5459:2012:

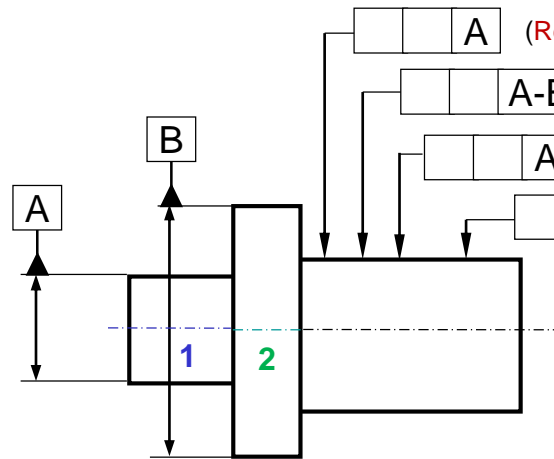
- ✓ Es un rectángulo con un código de referencia, vinculado a una línea terminada en una flecha invertida
- ✓ La flecha invertida tiene forma de triángulo equilátero, lleno o vacío
- ✓ La flecha invertida se apoya en el elemento de referencia, o en una línea de referencia que señala al elemento de referencia
- ✓ Una letra mayúscula que se coloca dentro del recuadro
(La misma que figura en el correspondiente cuadro de tolerancias geométricas)
- ✓ Cuando la simplicidad del dibujo lo permita se puede prescindir de la letra de referencia

El triángulo que señala al elemento de referencia puede conectarse directamente a la parte derecha de la caja



Sintaxis: elementos de referencia

Se pueden establecer referencias múltiples de tres tipos:



(Referencia única: eje tramo 1)

(Referencia común: eje común a tramos 1 y 2)

(Referencia múltiple sin prioridad:
eje tramo 1 y eje tramo 2)

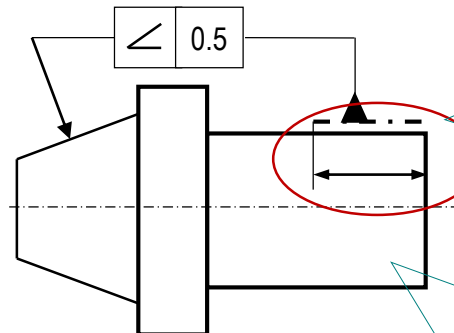
(Referencia múltiple con prioridad:
referencia primaria eje tramo 1,
referencia secundaria eje tramo 2)

Los tramos 1 y 2 actúan conjuntamente para definir una única referencia

Los tramos 1 y 2 actúan por separado, definiendo dos referencias

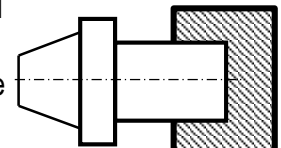
La primera referencia tiene prioridad sobre la segunda

La zona de referencia puede limitarse a una parte de un elemento



La longitud o área a controlar deben indicarse por medio de una línea gruesa de trazo y punto, adyacente al elemento referenciado

Por ejemplo, sólo una parte del cilindro va a encajar en otra pieza, por lo que sólo esa parte va a afectar al ángulo de la punta cónica



Sintaxis: elementos de referencia

Se pueden usar **elementos teóricos** como elementos de referencia:

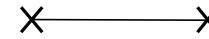
- ✓ Pueden ser tres tipos de elementos

Un punto



Se indica con un aspa

Una recta



Se indica con dos aspadas unidas por una línea fina continua

Un área

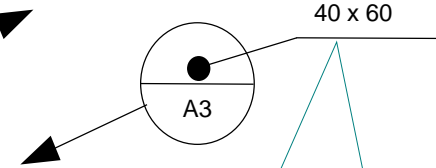
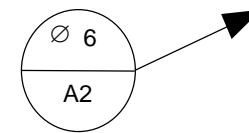
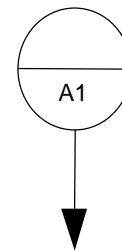


Se indica con una línea fina de trazo y dos puntos en el contorno, y un rayado interior con líneas gruesas

- ✓ Se marcan por medio de señales específicas

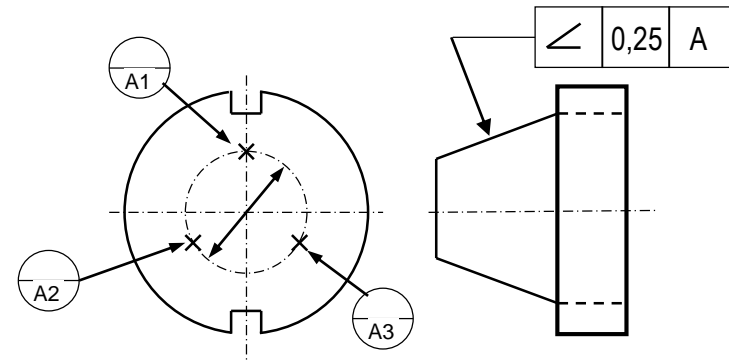
- ✓ Se identifican por medio de un círculo partido

- ✓ Su mitad inferior contiene la identificación de la referencia
- ✓ Su mitad superior se reserva para información complementaria



Por ejemplo, las dimensiones de la zona de tolerancia

- ✓ Por ejemplo, un plano de referencia se puede definir por tres puntos no alineados de un objeto



Sintaxis: elementos de referencia

Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

Tol. generales

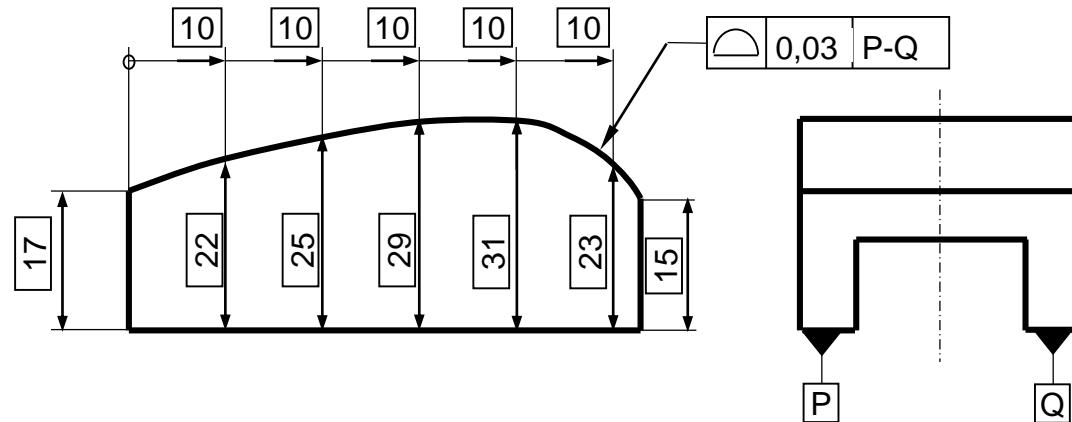
Tipos

Tol. generales

Conclusiones

Algunos elementos de la propia pieza se pueden utilizar como elementos de referencia **teóricamente exactos**:

- ✓ Se incluye la cifra de la cota teóricamente exacta dentro de un recuadro realizado con línea fina

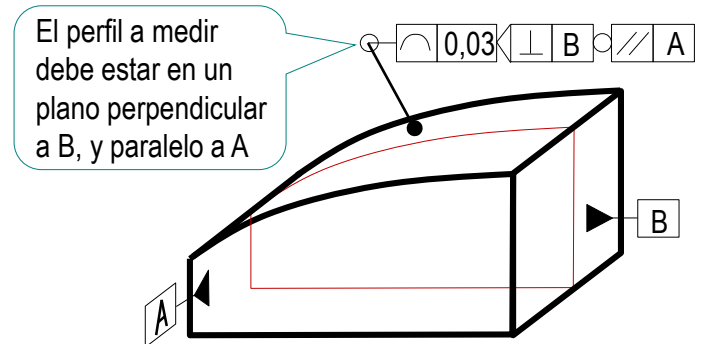
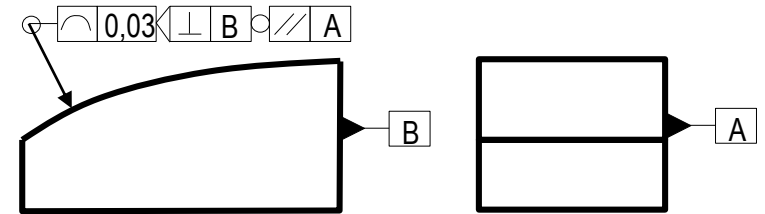


- ✓ Los elementos teóricamente exactos no pueden ser objeto de tolerancia dimensional
- ✓ Los elementos teóricamente exactos se aplican en las tolerancias de perfil y de situación

Sintaxis: indicadores auxiliares

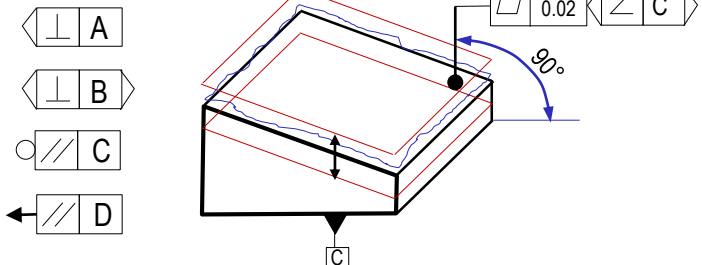
Existe un símbolo complementario para indicar **elementos auxiliares** de orientación de las zonas de tolerancia de líneas:

- ✓ Por defecto, se asume que las líneas a controlar están en un **plano de intersección**, paralelo al plano de la vista en la que se indica la tolerancia
- ✓ Como los planos de anotación de las vistas pictóricas no tienen interpretación unívoca, los elementos auxiliares sirven para desambiguar la dirección de la línea a controlar



- ✓ El símbolo es un rectángulo con una letra de referencia, que puede tener cuatro tipos de terminadores

- ✓ Un triángulo, si referencia a un plano de intersección
- ✓ Dos triángulos, si referencia a un plano de orientación
- ✓ Un círculo, si referencia a un plano de colección
- ✓ Una flecha, si referencia una característica



Tipos

Vamos a describir a continuación los diferentes tipos de tolerancias geométricas, resumidos en la tabla adjunta:

√ Los diferentes tipos de tolerancias permiten controlar cualidades asociadas a la forma, orientación, localización o alabeo

√ Algunos tipos son extrínsecos, porque necesitan una referencia externa, por contraposición a los intrínsecos, que no requieren referencias

La rectitud de una arista es una cualidad intrínseca, mientras que su posible paralelismo siempre es respecto a otra entidad geométrica

| Tipo | Característica | Símbolo | Referencia | |
|--------------------------------------|--------------------------------|---------|------------|------------|
| Forma | Rectitud | | No | Intrínseca |
| | Planitud | | No | |
| | Redondez | | No | |
| | Cilindricidad | | No | |
| Orientación | Paralelismo | | Si | Extrínseca |
| | Perpendicularidad | | Si | |
| | Angularidad | | Si | |
| Localización | Posición | | Si o No | |
| | Coaxialidad (para dos centros) | | Si | |
| | Coaxialidad (para dos ejes) | | | |
| | Simetría | | Si | |
| Alabeo | Alabeo radial | | Si | |
| | Alabeo axial | | Si | |
| Forma Orientación Localización | Perfil de una línea | | No | Intrínseca |
| | Perfil de una superficie | | No | |

Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

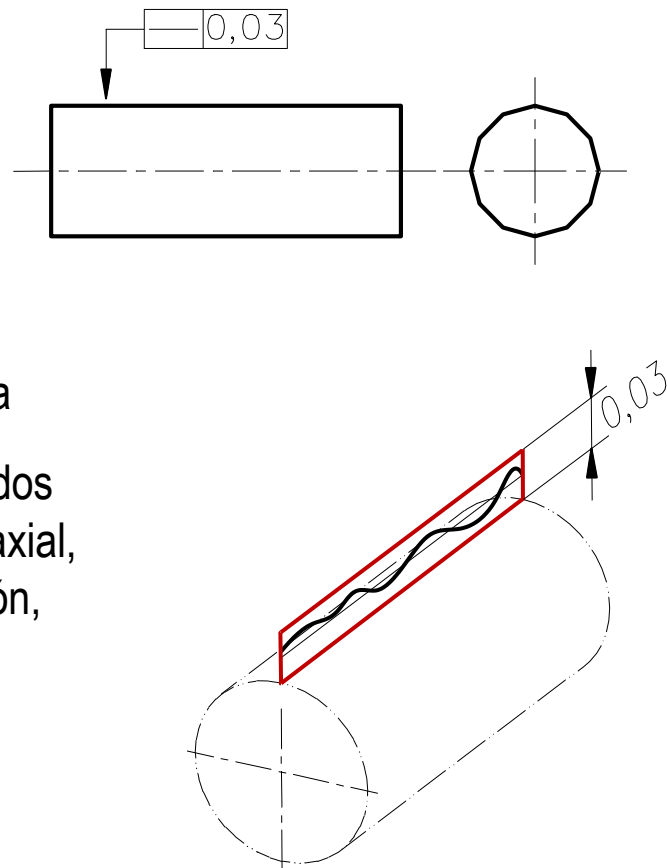
Conclusiones

Tipos: tolerancia de rectitud

Rectitud

El elemento debe estar comprendido todo él entre dos rectas paralelas entre sí, equidistantes del elemento teórico y separadas el valor de la tolerancia:

- √ La generatriz sometida a tolerancia es “cualquiera”, porque no se ha hecho referencia a ninguna en particular
- √ La zona de tolerancia es plana, y está contenida en un plano paralelo al de la vista en la que se ha incluido la tolerancia
- √ La generatriz señalada debe estar entre dos rectas paralelas, contenidas en el plano axial, que pase por ella y por el eje de revolución, equidistantes de la generatriz teórica, y separadas por el valor de la tolerancia

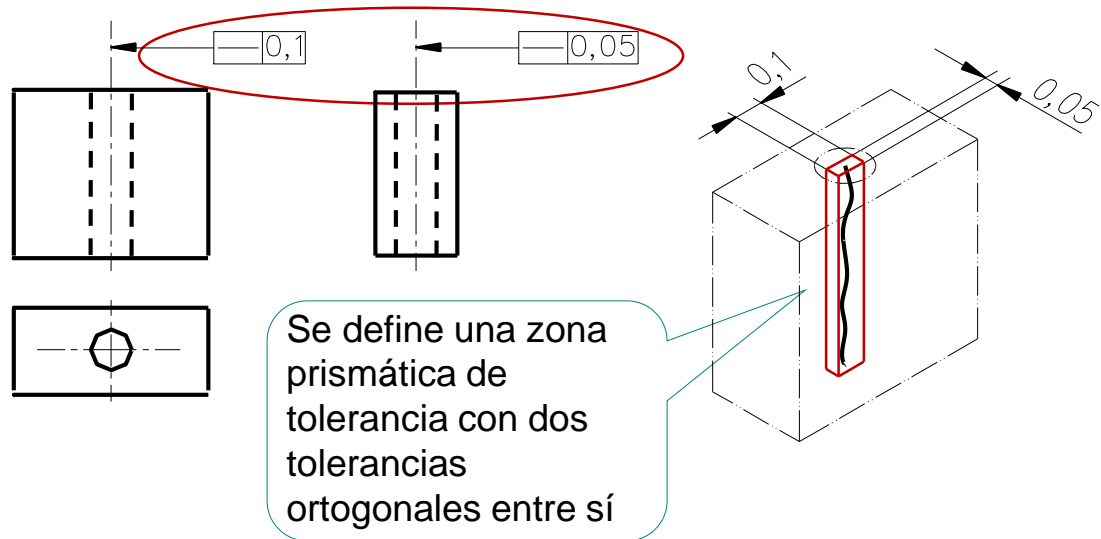


No se controlan las desviaciones que el elemento controlado pueda tener *fuera* del plano de control

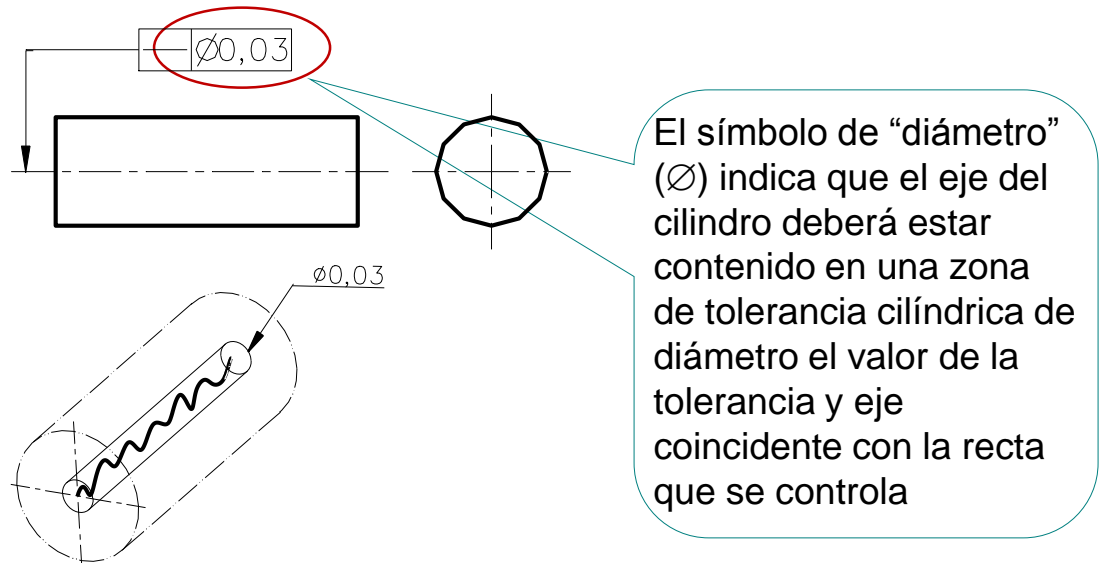
Tipos: tolerancia tridimensional de rectitud

Para controlar tridimensionalmente una rectitud se puede:

√ Utilizar **dos** tolerancias planas complementarias



√ Definir un volumen como zona de tolerancia



Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

Conclusiones

Tipos: tolerancia de rectitud de eje

Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

Conclusiones

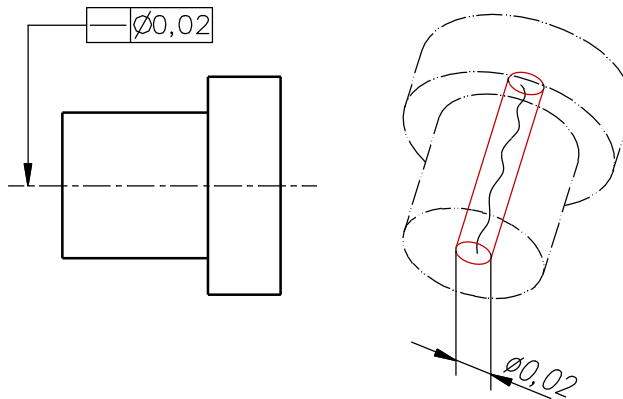
La tolerancia de rectitud se puede aplicar a aristas, ejes y generatrices

Cuando la tolerancia de rectitud se refiere a un eje de revolución se contemplan dos casos:

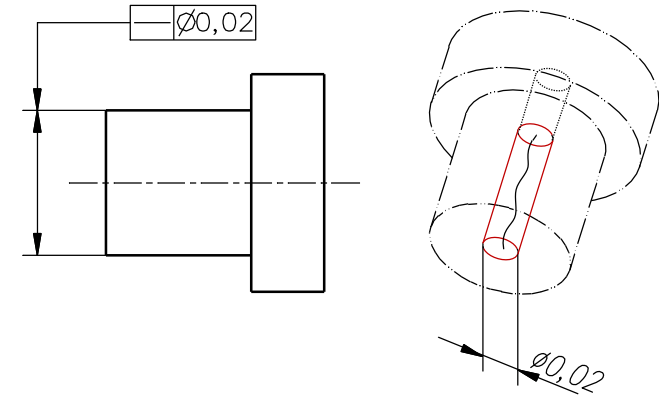
que la línea de referencia apunte al propio eje



que la línea de referencia apunte a la cota que dimensiona la superficie a la que hace referencia el eje



Todo el eje está sujeto a tolerancia

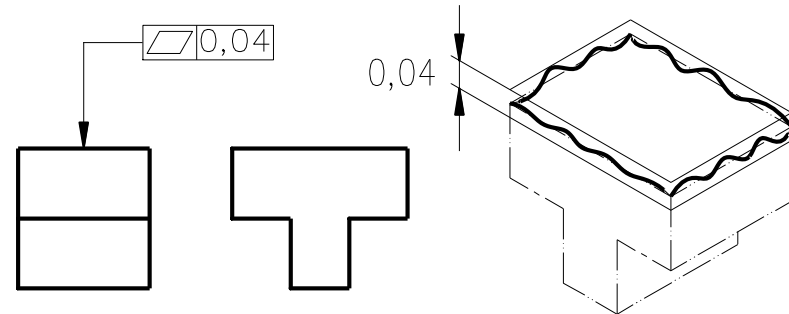


Sólo el tramo correspondiente al cilindro izquierdo está sujeto a tolerancia

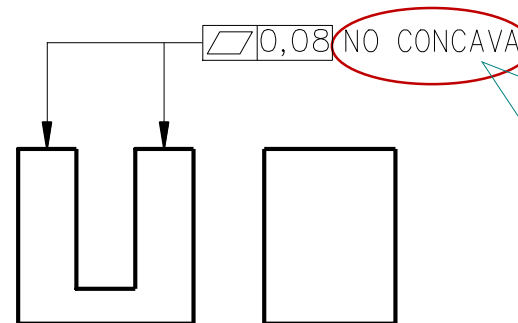
Tipos: tolerancia de planitud

Planitud

Indica que la superficie afectada debe estar comprendida entre dos planos paralelos distanciados el valor de la tolerancia y equidistantes del plano teórico



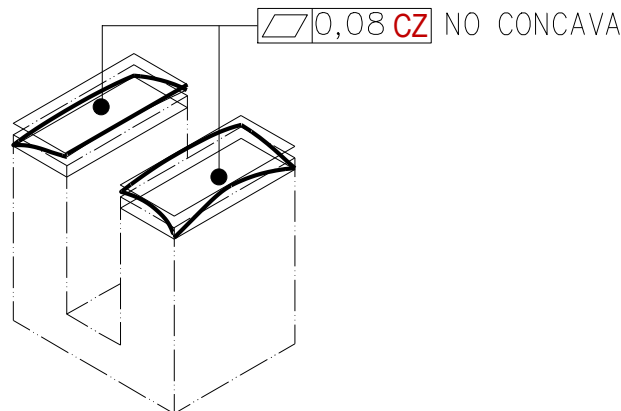
✓ Se puede limitar la forma que debe tener la superficie real



La leyenda exige que ambas superficies sean convexas

(En el sentido amplio, es decir, incluyendo el caso particular de superficie plana)

✓ La indicación de “zona común” (CZ) obliga a que todos los elementos que comparten la referencia, compartan la misma zona de tolerancia

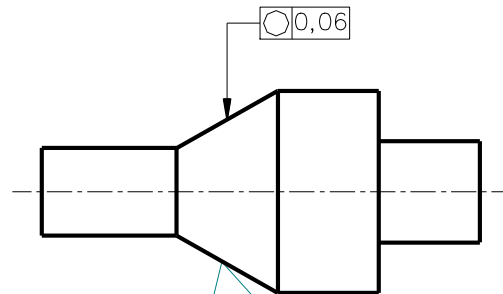


Tipos: redondez

Redondez

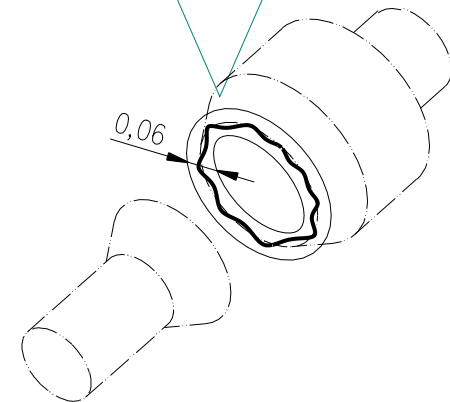
La curva real debe estar contenida entre dos circunferencias cuya diferencia de radios es el valor de la tolerancia:

- ✓ Controla la forma de una circunferencia en el plano en el que está contenida
- ✓ Controla diferencias de diámetro, pero no controla el valor absoluto del diámetro



la 'zona de tolerancia' se extiende siempre dentro del plano que produce secciones redondas

Controla todas las secciones perpendiculares al eje de un cuerpo de revolución



Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

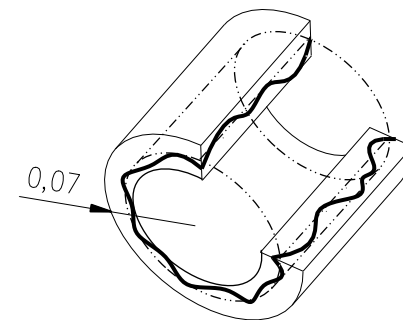
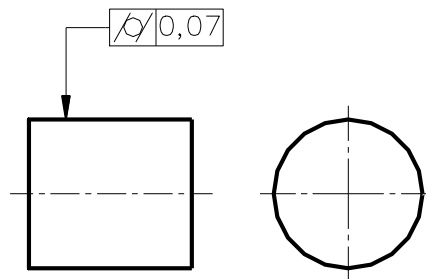
Tol. generales

Conclusiones

Tipos: cilindridad

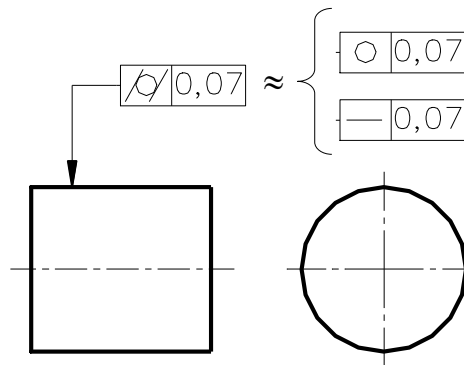
Cilindridad

La superficie cilíndrica debe estar comprendida dentro de una zona tubular cuyo espesor es el valor de la tolerancia

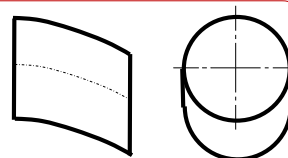


La cilindridad es una tolerancia compuesta:

- √ Redondez de todas las secciones rectas
- √ Rectitud del eje y todas las generatrices



Comprobar consecutivamente la redondez de todas las secciones, no garantiza la forma cilíndrica



Se recomienda usar por separado cada una de las tolerancias simples

Sólo debe usarse la tolerancia compuesta cuando se precise controlar ambos aspectos simultáneamente y con el mismo nivel de precisión

Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindridad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

Conclusiones

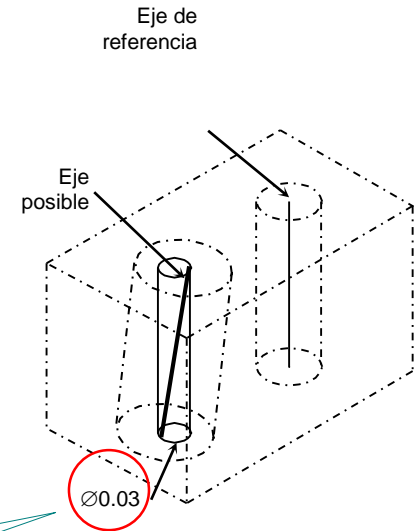
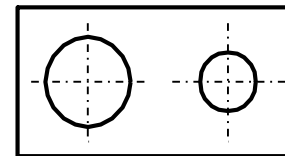
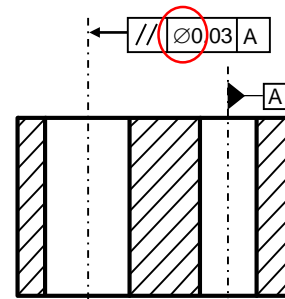
Tipos: paralelismo

Paralelismo

Se puede aplicar a:

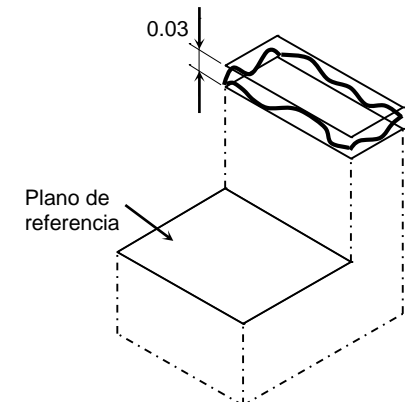
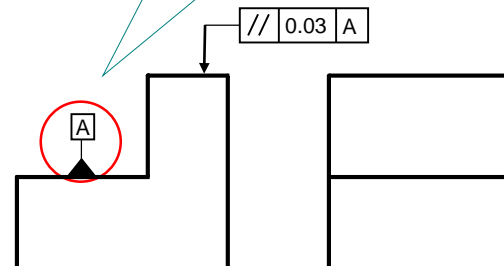
- ✓ Rectas: La zona de tolerancia es la superficie limitada por dos líneas paralelas, distantes el valor de la tolerancia, y a su vez paralelas al elemento de referencia

Con el símbolo de diámetro la zona de tolerancia es el volumen de un cilindro, de diámetro el valor de la tolerancia y de eje paralelo al elemento de referencia



Los elementos de referencia pueden ser rectas o planos

- ✓ Planos: La zona de tolerancia es el volumen definido por dos planos paralelos entre sí, distantes el valor de la tolerancia, y a su vez paralelos al elemento de referencia



Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

Conclusiones

Tipos: perpendicularidad

Introducción

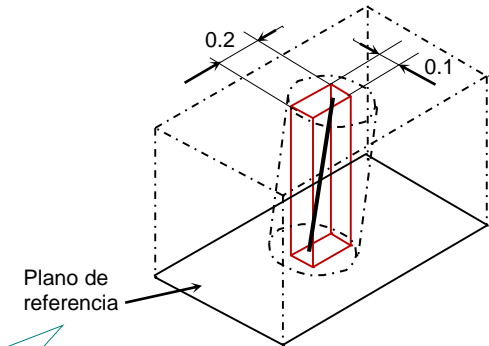
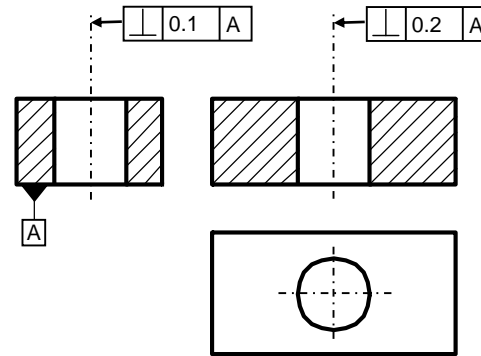
Sintaxis

Tipos

Perpendicularidad

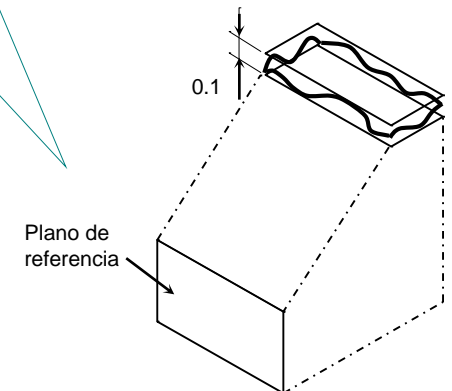
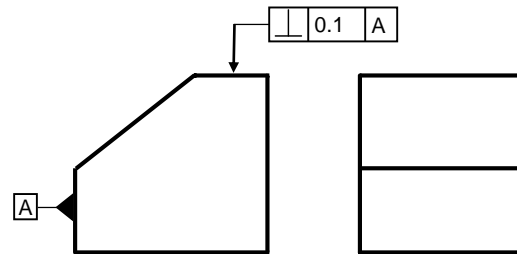
Se puede aplicar a:

✓ Rectas: La zona de tolerancia es la superficie comprendida entre dos líneas paralelas separadas el valor de la tolerancia, y perpendiculares al elemento de referencia



Los elementos de referencia pueden ser rectas o planos

✓ Planos: La zona de tolerancia es el volumen comprendido entre dos planos paralelos separados el valor de la tolerancia, y perpendiculares al elemento de referencia

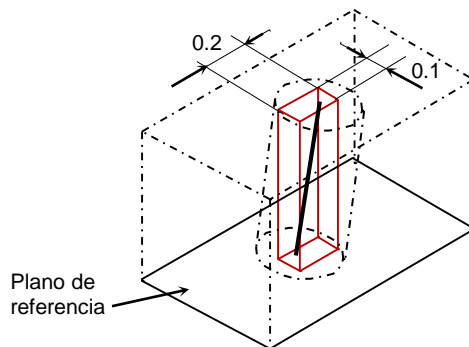
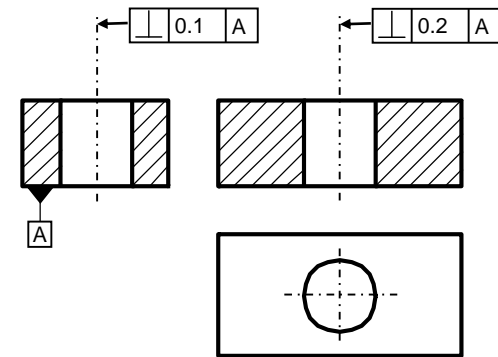


Tipos: perpendicularidad tridimensional de recta

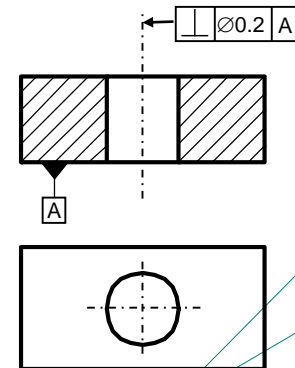


Si el elemento controlado es una recta y el de referencia un plano, la zona de tolerancia puede ser:

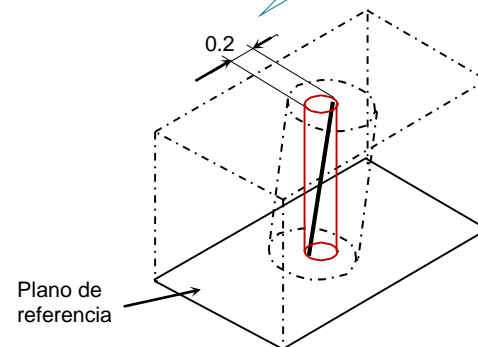
Un paralelepípedo si se controla la línea respecto a dos planos perpendiculares



El interior de un cilindro; si se especifica el símbolo de diámetro en la zona de tolerancia



El diámetro del cilindro coincide con el valor de la tolerancia y su eje es perpendicular al plano de referencia



Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

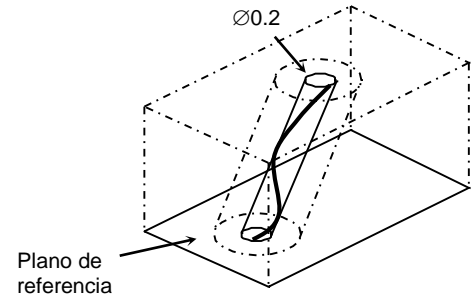
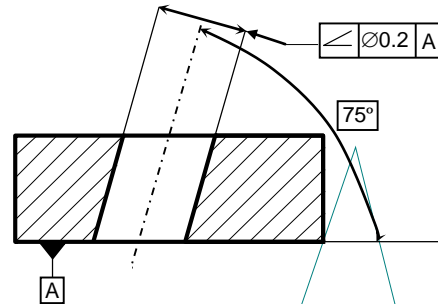
Conclusiones

Tipos: angularidad

Angularidad

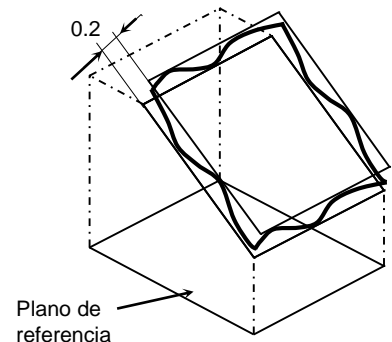
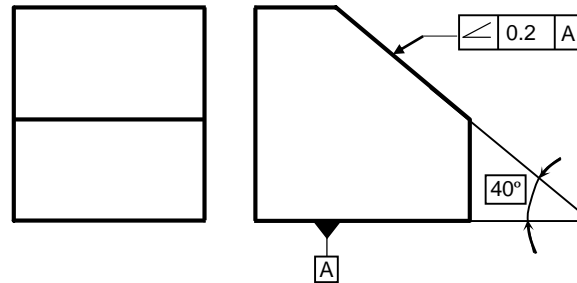
Se puede aplicar a:

✓ Rectas: La zona de tolerancia es la superficie comprendida entre dos líneas paralelas separadas el valor de la tolerancia, e inclinadas respecto al elemento de referencia



El ángulo de inclinación debe estar especificado por una cota teóricamente exacta

✓ Planos: La zona de tolerancia es el volumen comprendido entre dos planos paralelos separados el valor de la tolerancia, e inclinados respecto al elemento de referencia



Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendicularidad

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

Conclusiones

Tipos: posición

Posición

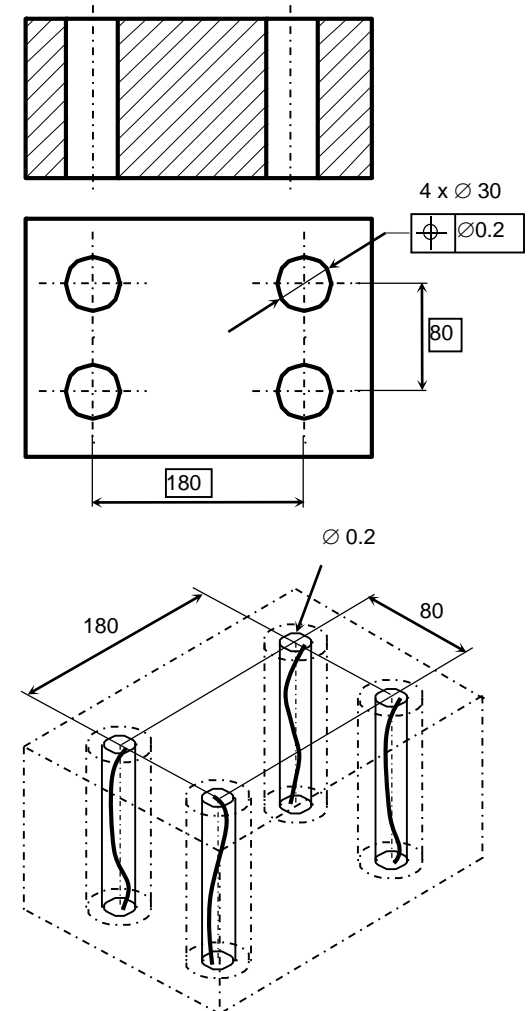
Controla la desviación de la posición teórica de un elemento

La zona de tolerancia puede ser:

- ✓ Un círculo, si se controla la posición de un punto en un plano
- ✓ Un cilindro o un paralelepípedo si se controla la posición de una recta o eje
- ✓ La superficie entre dos líneas paralelas, si se controla la posición de una línea sobre una superficie
- ✓ El volumen entre dos planos paralelos, si se controla la posición de una superficie

Las peculiaridades de ésta tolerancia se especifican en UNE-EN-ISO 5458:1999

Actualizada por ISO 5458:2018



Tipos: concentricidad y coaxialidad

Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

Conclusiones

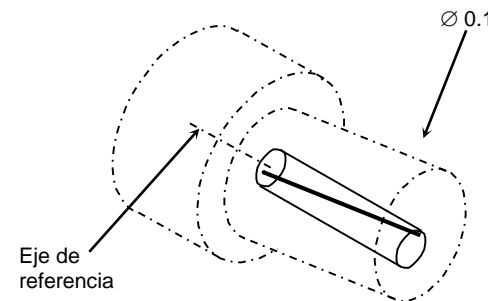
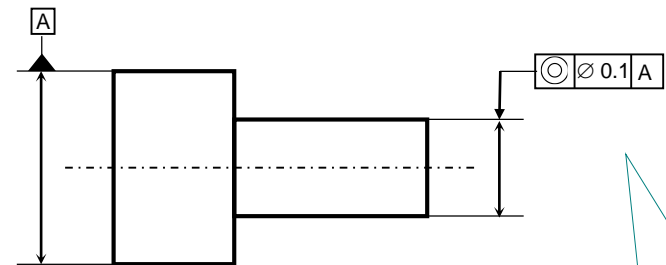
Concentricidad

Controla las desviaciones de la posición del centro o eje del elemento controlado a partir del centro o eje del elemento de referencia

La zona de tolerancia es:

- ✓ Un círculo, para el caso de la posición del centro de un círculo
- ✓ Un cilindro para el caso de la posición del eje de un cilindro

Los círculos o cilindros deben ser concéntricos o coaxiales, respectivamente



El eje de la zona cilíndrica de la izquierda debe estar contenido en un cilindro cuyo eje coincide con el del tramo cilíndrico derecho y tiene un diámetro de 0.1 mm

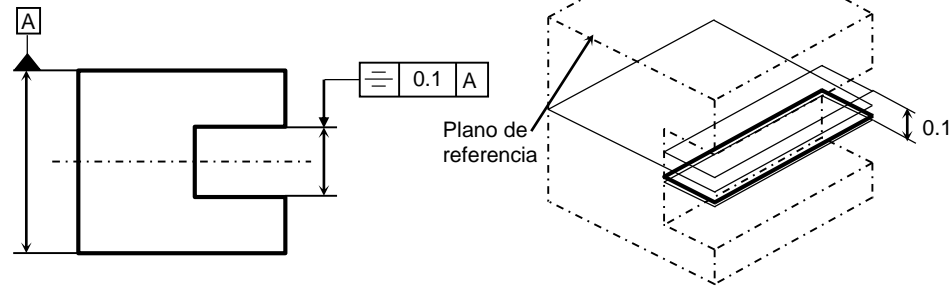
Se puede considerar un caso particular de posición, en el que el elemento controlado y el elemento de referencia son ejes de cilindros o centros de círculos

Tipos: simetría

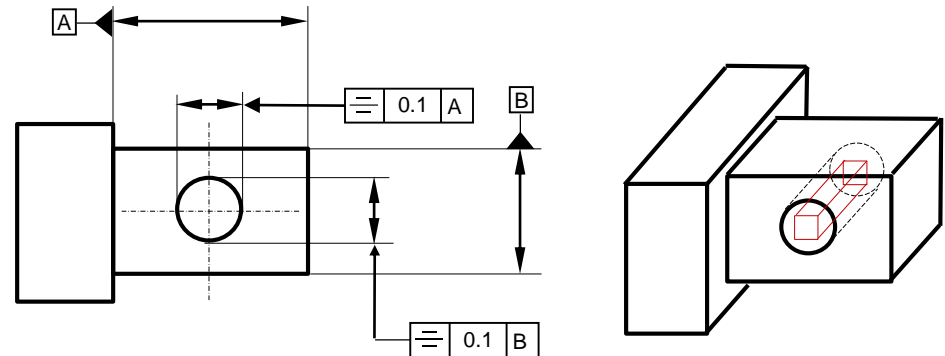
Simetría

En general, la zona de tolerancia es la superficie entre dos líneas paralelas o el espacio entre dos planos paralelos:

- ✓ Estas líneas o planos están dispuestos simétricamente y distantes el valor de la tolerancia



- ✓ La zona de tolerancia puede ser también un paralelepípedo si se aplican a un elemento dos tolerancias de simetría perpendiculares entre sí



- ✓ Se puede considerar un caso particular de posición en el que en el que la posición de un elemento se establece a través de su relación de simetría respecto de una referencia

Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

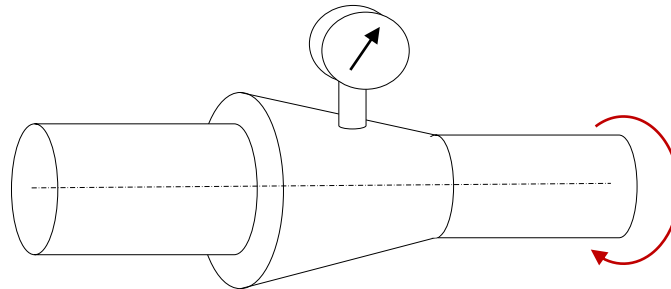
Conclusiones

Tipos: alabeo

Alabeo

Se aplican a sólidos de revolución, tanto a sus superficies de revolución como a las caras perpendiculares al eje

Se verifican midiendo las desviaciones de un punto de la superficie mientras se hace girar la pieza alrededor de un eje, o está apoyada sobre dos puntos de referencia



Necesitan, por tanto, de elemento de referencia, que es el eje o los puntos alrededor de los que gira

Las tolerancias de oscilación son compuestas, porque controlan a la vez una o más características de una pieza

Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

Conclusiones

Tipos: alabeo axial

Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

Conclusiones

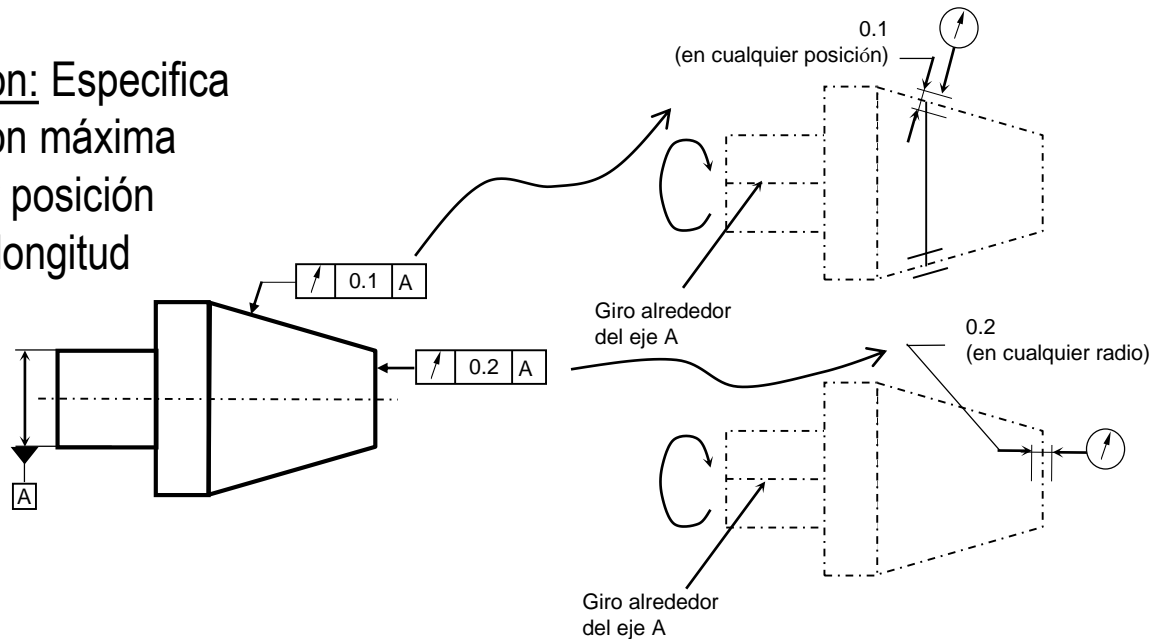
Alabeo axial

Se aplica a:

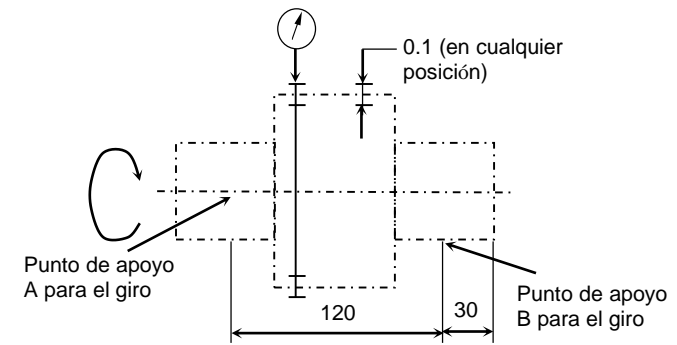
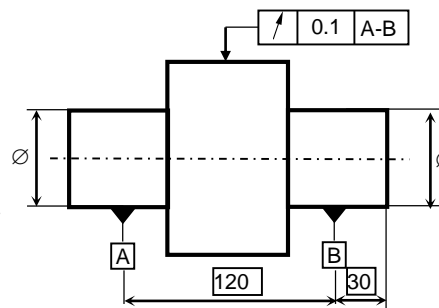
- ✓ Superficie de revolución: Especifica el valor de la desviación máxima admisible en cualquier posición fijada a lo largo de su longitud

- ✓ mientras la pieza gira una vuelta alrededor del eje de referencia

- ✓ o apoyada sobre los dos puntos especificados



- ✓ Caras perpendiculares al eje: Especifica la máxima desviación de dicha cara en cualquier radio fijado



Tipos: alabeo radial

Introducción

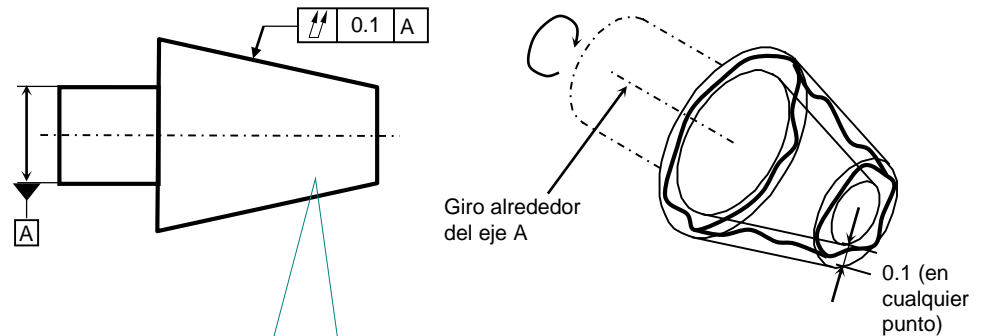
Sintaxis

Tipos

Alabeo radial

Controla controla la máxima desviación admisible de cualquier punto de una superficie, mientras se hace girar la pieza alrededor del elemento de referencia

La verificación se realiza sobre cualquier punto de la superficie



Controla redondez, rectitud y coaxialidad

0.1 (en cualquier punto)

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

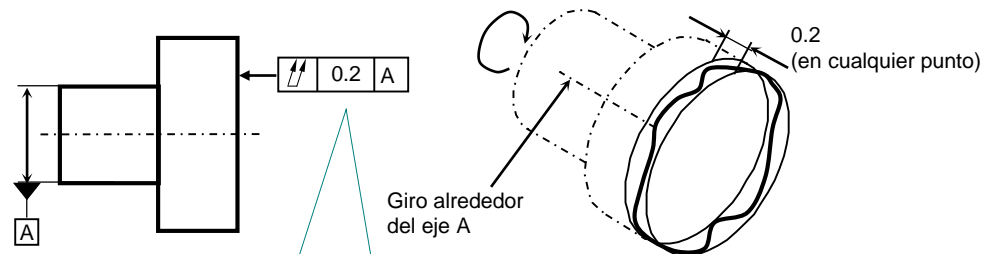
Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

Conclusiones

Controla simultáneamente los errores de forma, orientación y posición



Controla perpendicularidad y planitud

0.2 (en cualquier punto)

Tipos: forma de una línea

Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

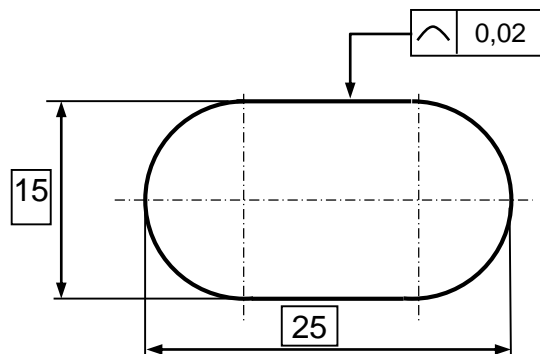
Tol. generales

Conclusiones

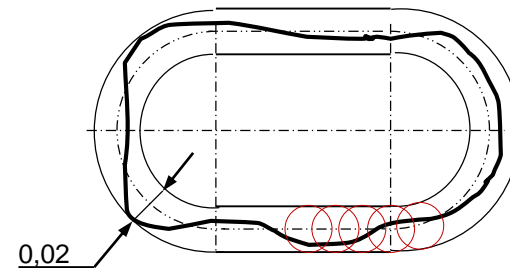
Perfil de una línea

El perfil indicado debe estar comprendido entre dos perfiles adyacentes, equidistantes de la forma teórica y separados en su dirección normal el valor de la tolerancia

- ✓ Se aplica a perfiles completos, formados por un encadenamiento de líneas simples y/o complejas
- ✓ El perfil se dimensiona con cotas teóricamente exactas



El concepto de equidistancia se entiende como una generalización del concepto de paralelismo



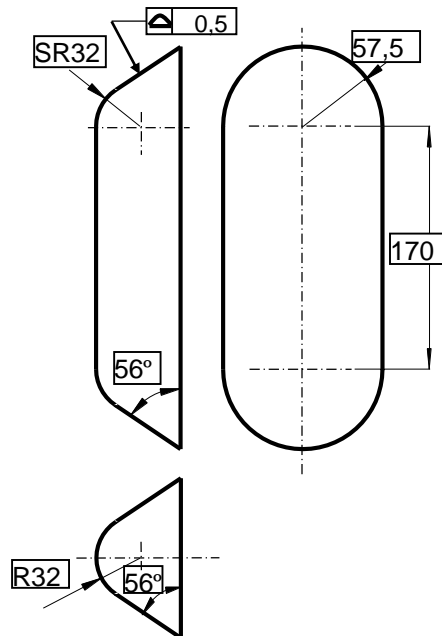
Las líneas equidistantes son envolventes de las infinitas circunferencias de diámetro igual a la tolerancia y cuyos centros ocupan todos y cada uno de los puntos de la línea original

Tipos: forma de una superficie

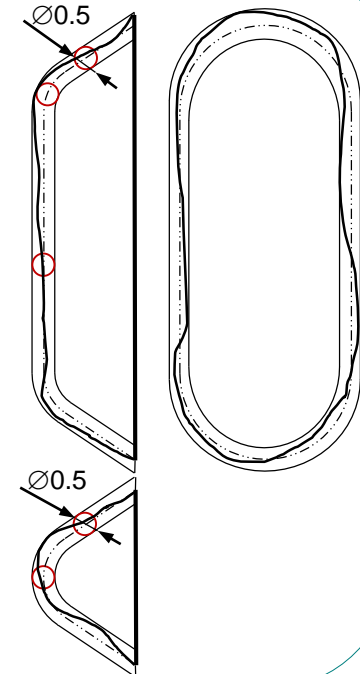
Perfil de una superficie

La superficie debe estar comprendida entre dos superficies con la forma teórica, separadas en su dirección normal el valor de la tolerancia

- ✓ Es más restrictiva que el control de forma de una línea porque controla todos los perfiles simultáneamente
- ✓ La superficie se dimensiona con cotas teóricamente exactas



Las superficies equidistantes de la teórica son envolventes de esferas centradas en la superficie teórica y de diámetro igual a la tolerancia



Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

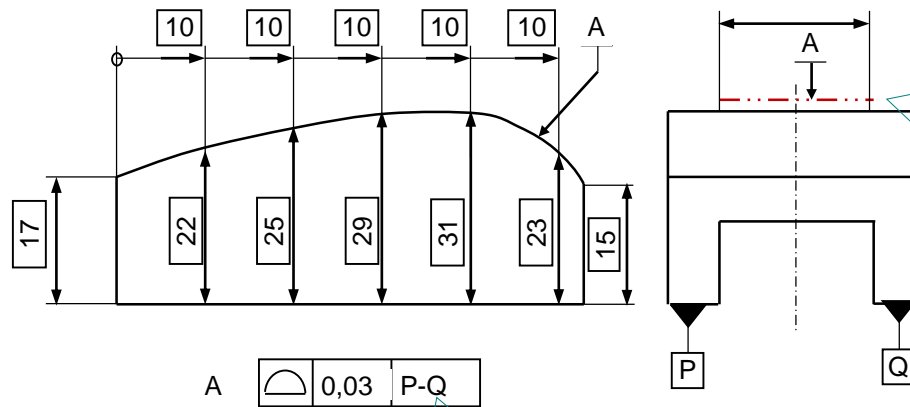
Tol. generales

Conclusiones

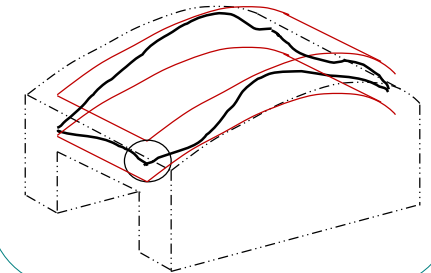
Tipos: tolerancia de una superficie con referencia



La porción de superficie especificada debe estar contenida entre dos superficies, con la forma teórica, separadas en su dirección normal el valor de la tolerancia



Se utiliza una línea gruesa de trazo y punto, adyacente al elemento referenciado, acotando las dimensiones de dicha zona cuando sea necesario



Cuando el elemento de referencia es compuesto, las letras que identifican cada elemento se inscriben con un guión

De esta forma se indica que la referencia es el plano común a las superficies P y Q

Al tener un plano de referencia, la orientación respecto al plano de la base de la superficie a controlar, también debe ser tenida en cuenta

Introducción

Sintaxis

Tipos

Rectitud

Planitud

Redondez

Cilindricidad

Paralelismo

Perpendic.

Angularidad

Posición

Coaxialidad

Simetría

Alabeo

Perfil línea

Perfil sup.

Tol. generales

Conclusiones

Tipos: tolerancia de una superficie con referencia

Introducción

Sintaxis

Tipos

Tol. generales

Conclusiones

Como resumen de los tipos, se incluye una tabla que muestra los elementos que pueden controlar, así como las referencias que pueden utilizar

| Característica | Símbolo | Elemento tolerado | | | | | Referencia | | | | | | |
|---|---------|-------------------|--------|-----|------------|------------|------------------|--------|-----|------------|------------|----|----|
| | | Línea de sección | Arista | Eje | Cara media | Superficie | Línea de sección | Arista | Eje | Cara media | Superficie | | |
| Rectitud | | Si | Si | Si | | | | | | | | | |
| Planitud | | | | | Si | Si | | | | | | | |
| Redondez | | Si | Si | | | | | | | | | | |
| Cilindricidad | | | | | | Si | | | | | | | |
| Paralelismo | | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| Perpendicularidad | | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| Angularidad | | Si | Si | Si | | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| Posición | | | Si | Si | Si | Si | | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| Coaxialidad | | | | Si | | | | | Si | | | | |
| Simetría | | | | Si | Si | | | | Si | Si | | | |
| Alabeo radial | | Si | Si | | | | | | Si | | | | |
| Alabeo axial | | | Si | | | Si | | | Si | | | | |
| Perfil de una línea | | Si | Si | Si | | | | | | | | | |
| Perfil de una superficie | | | | | Si | Si | | | | | | | |
| Perfil de una línea con referencia | | Si | Si | | | | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| Perfil de una superficie con referencia | | | | | | Si | | Si | Si | Si | Si | Si | Si |

Tolerancias generales

Introducción

Sintaxis


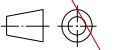
Tipos

Tol. generales

Conclusiones

Para indicar la condición de tolerancia general basta:

- ✓ Invocar la norma correspondiente (por ejemplo UNE-EN 22768-93, ó ISO 2768) en el bloque de títulos
- ✓ Acompañar la referencia a la norma con los dos códigos de las clases de tolerancia que se aplican (dimensional y geométrica)
- ✓ Opcionalmente, se puede añadir la tabla con las desviaciones admisibles en las clases de tolerancia elegidas

| | | | | | | | |
|---|---|---|-----------------|-------------|--------------|---------------|---------------|
| Dimensiones lineales | Hasta 6 | > 6 - 30 | > 30 - 120 | > 120 - 400 | > 400 - 1000 | > 1000 - 2000 | > 2000 - 4000 |
| Tolerancias | ± 0.1 | ± 0.2 | ± 0.3 | ± 0.5 | ± 0.8 | ± 1.2 | ± 2.0 |
| Observaciones: | Título: | | | | | Plano nº: | |
| Tolerancias generales según norma ISO 2768 mK | | | | | | Hoja nº: de | |
| Escala | Un. dim. mm |  | Dibujado por: | | | Fecha: | |
| 1:1 |  | | Comprobado por: | | | Fecha: | |



La indicación de tolerancia general es muy restrictiva, porque obliga a comprobar TODAS las medidas

Conclusiones

Introducción

Sintaxis

Tipos

Tol. generales

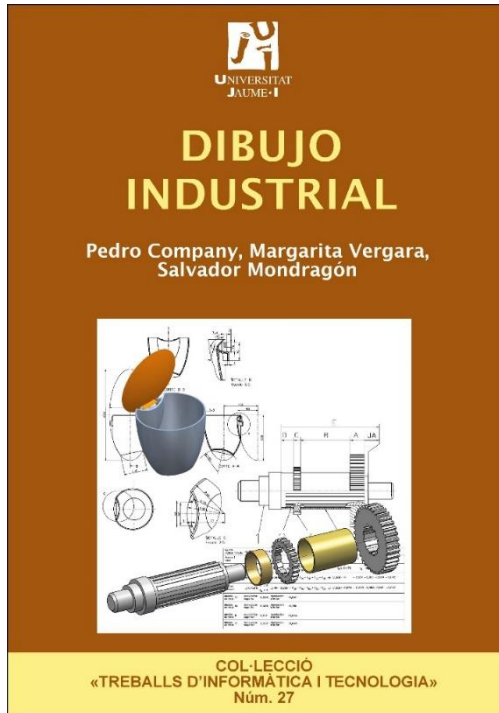
Conclusiones

- 1 Existe una simbología compleja, con sintaxis estricta, para especificar las tolerancias geométricas
- 2 El significado de los símbolos puede ser ambiguo si no se conoce la sintaxis de los casos particulares
- 3 Además de conocer la sintaxis, hay que conocer el significado concreto de cada símbolo

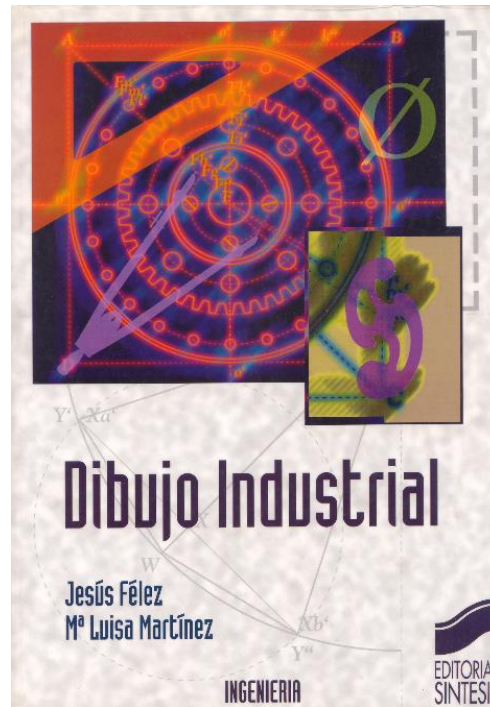
También hay que conocer los diferentes casos particulares asociados a cada símbolo

- 4 Conocer la sintaxis y los tipos es condición necesaria pero no suficiente para utilizar las tolerancias geométricas, porque el impacto que tiene en la geometría el control que ejerce un conjunto de tolerancias es difícil de intuir

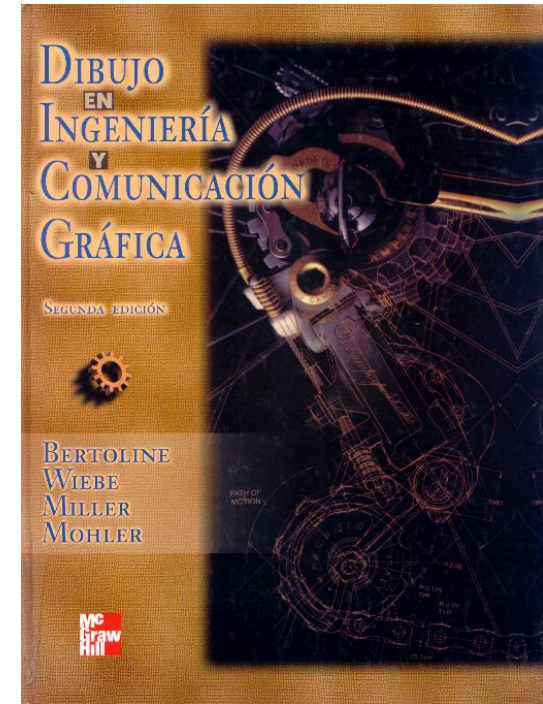
Para repasar



Capítulo 2.9: Tolerancias geométricas

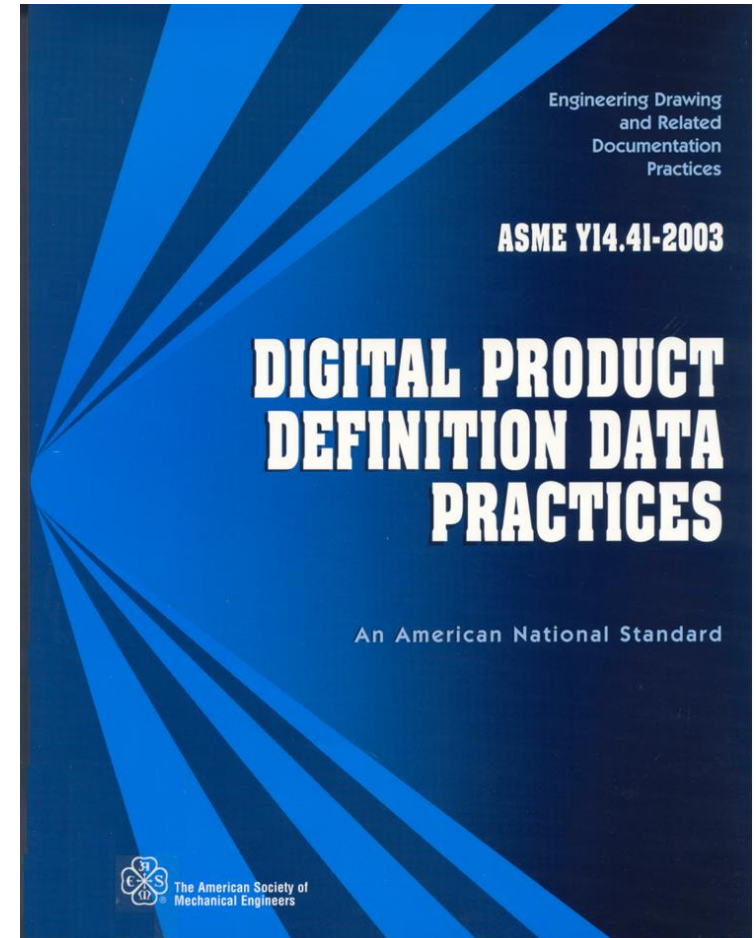
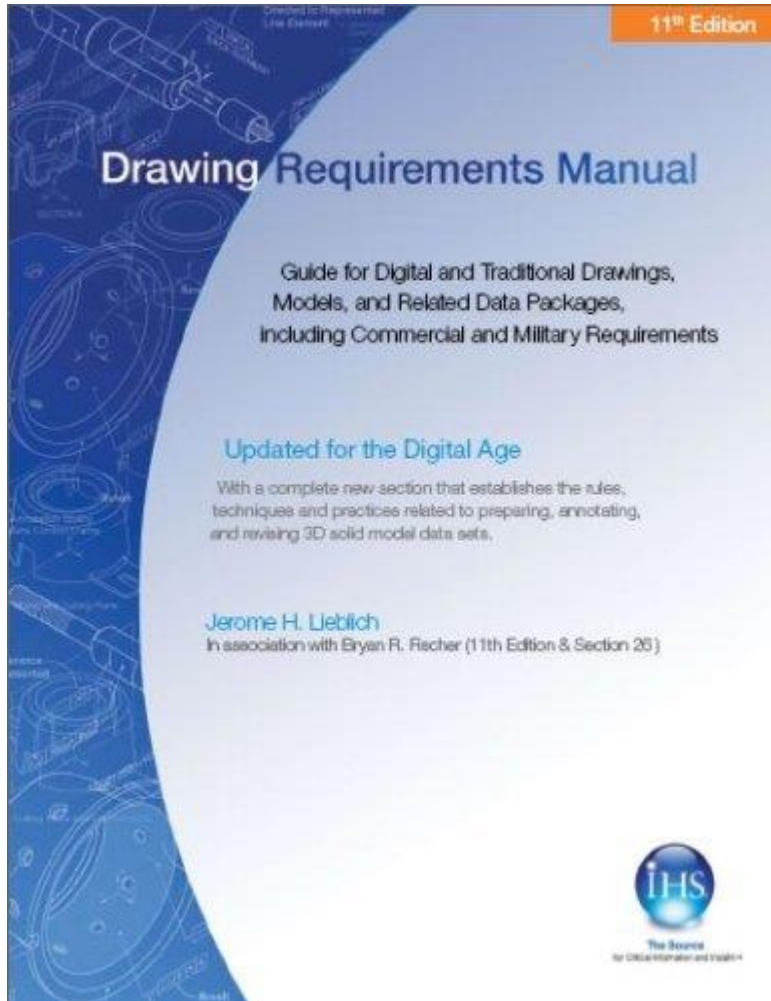


Capítulo 8: Tolerancias geométricas



Capítulo 16: Fundamentos del dimensionamiento y la tolerancia geométricos

Para repasar



Para repasar

Para saber más sobre Especificación geométrica de productos:



[http://www.ifgps.com/An overview of GPS - Spanish.pdf](http://www.ifgps.com/An%20overview%20of%20GPS%20-%20Spanish.pdf)