TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMÉTRICAS.

Ing. Juan Manuel Rodríguez Grasso [(1)] Lic. Adolfo Torres Valhuerdi [(2)] Ing. Ailyn Alonso González [(3)]

(1) Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. Dpto. Ingeniería Mecánica Autopista Varadero Km3 1/2. Cuba.

(2) Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. Dpto. Ingeniería Mecánica Autopista Varadero Km3 1/2. Cuba.

(3) Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. Dpto. Ingeniería Mecánica Autopista Varadero Km3 1/2. Cuba.

CD de Monografías 2008
(c) 2008, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"

Resumen.

Teniendo en cuenta el cambio del contexto comercial cubano, a partir del año 1991 el Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología, realizó un estudio comparativo entre las normas del SUDP y las ISO, para conocer en que medida las normas cubanas se correspondían con las normas internacionales. Determinándose que de 148 norma 63 no eran correspondiente con normas ISO u otra norma extranjera equivalente. Por lo que se ha dado la tarea de revisión u homologación de las actuales normas del SUDP con las norma ISO, Lo que ha provocado la actualización paulatina de los contenidos que se imparten en él nivele superior, en este sentido se han ido integrado a los contenidos y textos relacionados la norma ISO o similares de carácter internacional dentro del cual se enmarca el presente trabajo.

Palabras claves*: Dibujo Técnico, Tolerancias dimensionales, Tolerancias geométricas*

Introducción.

Es muy común en la ingeniería mecánica la fabricación de piezas que deben ser acopladas entre sí para garantizar el funcionamiento de un determinado conjunto como tal, en un principio la vinculación de los elementos se hacia realizando un ajuste pieza a pieza, lo que provocaba una gran perdida de tiempo y grandes gastos de recursos, esto es posible emplearlo solo para pequeñas producciones o producciones unitarias; y no en la producción masiva de piezas de respuestos.

En la actualidad donde imperan las grandes producciones y la fabricación en serie se hace necesario la producción de grandes volúmenes de piezas de respuestos que cumplan con el principio de intercambiabilidad, el cual plantea que: “Dos piezas que trabajen acopladas entre sí deben producirse independientemente sin que ello afecte para nada su funcionalidad”. Por lo cual se hace mas que evidente que para poder cumplir con dicho principio y que las piezas garanticen su funcionalidad independientemente del lugar donde estas hayan sido producidas, que la; o las zonas o regiones de la pieza de la cual depende dicha funcionalidad sean debidamente dimensionadas, para lo cual debe tenerse en cuenta una serie de aspectos como son:

Los diferentes procesos tecnológicos de fabricación a los cuales estará sometida la pieza, los cuales; pueden introducir errores en la forma y dimensión de la pieza, (holguras de las maquinas herramientas, rigidez de los elementos involucrados, fuerzas de maquinado y temperatura).

Errores producidos por los operarios durante el proceso de fabricación de la pieza o durante el montaje o acoplamiento de la misma, los cuales; pueden introducir errores en las dimensiones o en la posición de los acoplamientos, (modo de fijación de la pieza a la maquina).

Regímenes o condiciones de trabajo a la que va a estar sometida el conjunto, lo cual determina la forma en que debe de realizarce la unión entre las piezas, o lo que es lo

mismo la relación que debe existir entre los elementos a unir; que es a lo que en la técnica mecánica se le denomina ajuste.
Anisotropía del material.
Tensiones internas de la pieza.

Para garantizar estos requerimientos, es necesario atenerse a una serie de reglas y principios, que serán explicados a lo largo de este capítulo.

TOLERANCIA DIMENSIONAL.

Términos Y Definiciones.

En la actualidad existen acuerdos internacionales sobre las definiciones y términos empleados en las tolerancias, así como en la simbología a utilizar; por lo que los problemas de lenguaje están siendo superados, sin que esto quiera decir que en ocasiones exista divergencia de una norma a otra. En el caso de Cuba, las Normas Cubanas han sido elaboradas en concordancias con las Normas ISO (International Standardization Organization).
Eje: Representación de los elementos exteriores (partes contenidas) de las piezas. En general e independientemente de los ajustes, todas las dimensiones exteriores se entienden como ejes. (Fig. 1.1)

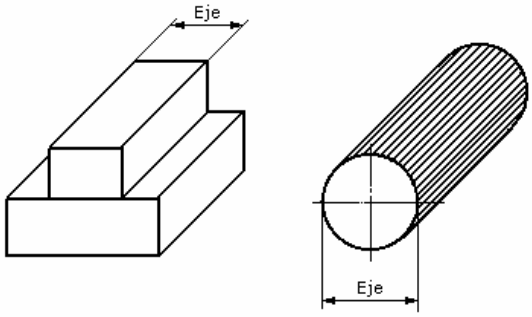

Fig.1.1 Piezas tipo Eje.

Agujeros: Representación de los elementos interiores (partes que contiene) de las piezas, en sentido general e independientemente de los ajustes todas las dimensiones interiores se entienden como agujeros(Fig.1.2).

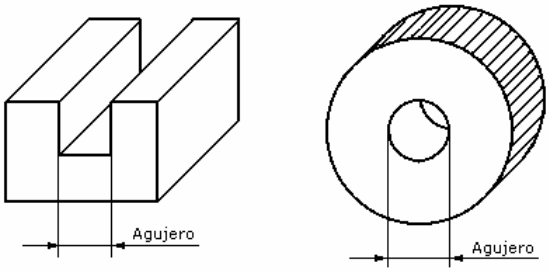

Fig. 1.2. Piezas tipo Agujero

Dimensión Nominal: Generalmente, cuando se habla en mecánica de la dimensión de un objeto y/o la distancia existente entre elementos nos estamos refiriendo a dimensiones nominales las cuales se pueden presentar en los dibujos mediante una cota correspondiente (Fig. 1.3).

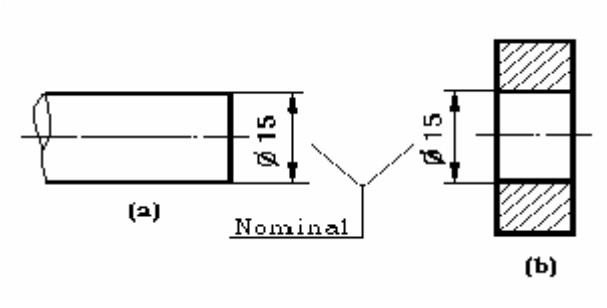

Fig. 1.3. – Dimensión nominal.
Piezas tipo ejes, (b) piezas tipo agujero.

Línea Cero: Esta línea se define a partir del contorno de la Dimensión Nominal es una línea teórica que sirve par establecer de forma gráfica todos los parámetros del los Sistemas de Ajustes y Tolerancias (Fig.1.4)

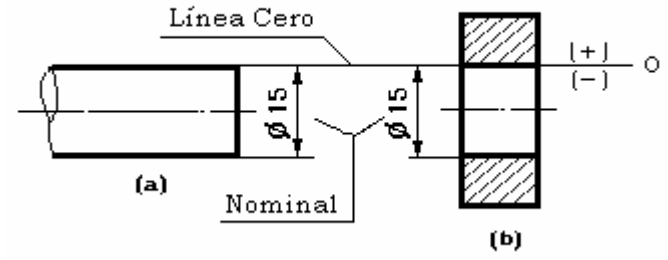

Fig.1.4 – Línea cero.
(a) pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

Dimensión real o efectiva: Es el valor real que tiene la pieza una vez terminada su elaboración, la cual no se corresponde con la dimensión nominal dados los diferentes errores que pueden aparecer en el proceso tecnológico; por lo que debe de estar dentro de un rango pre establecido.

Dimensión Límite máxima: Es el valor de la dimensión real o efectiva máximo que puede alcanzar la pieza para garantizar su funcionalidad(Fig.1.5)

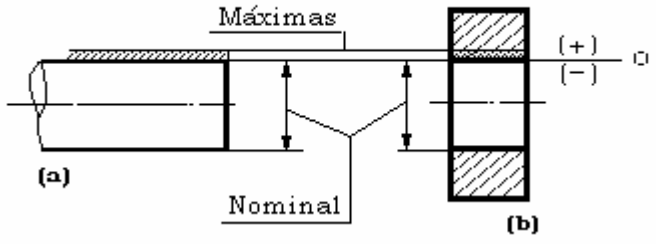

Fig.1.5. Dimensiones límites máximas.(a)Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

Dimensión limite mínima: Es el valor de la dimensión real o efectiva mínimo que puede alcanzar la pieza para garantizar su funcionalidad(Fig.1.6)

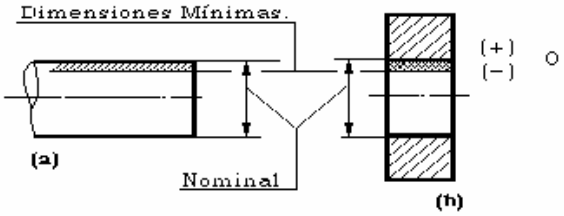

Fig.1.6. Dimensiones Mínimas.(a)Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

Desviación: (Es) la diferencia algebraica entre las dimensiones límites y la dimensión nominal, siendo el error permisible en la fabricación de la pieza, esta puede ser de dos tipos, superior e inferior.

Desviación Superior (es): Diferencia algebraica entre las Dimensión Limite Máxima y la Dimensión Nominal, puede ser positivas, negativa o cero; según sea su posición con respecto a la Línea Cero. (Fig1.7).

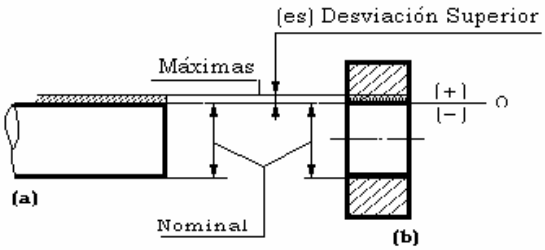

Fig.1.7. Desviación Superior (a)Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

Desviación Inferior (ei): Diferencia algebraica entre las Dimensión Limite Mínima y la Dimensión Nominal, puede ser positivas, negativa o cero; según sea su posición con respecto a la Línea Cero. (Fig.1.8).

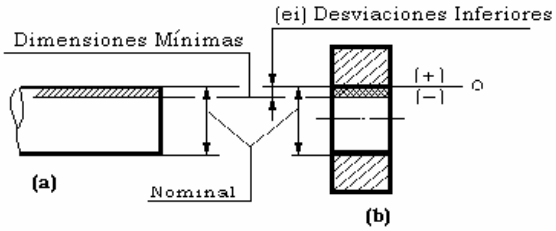

Fig. 1.8 – Desviación Inferior.(a)Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

Tolerancia (T): Es la cantidad de variación permitida en las dimensiones o superficies de las piezas. Diferencia entre las dimensiones límites máxima y mínima, también puede ser expresada como la diferencia entre en la desviación superior y la desviación inferior. Cuando se aplica el ajuste de piezas de maquinas, la palabra tolerancia significa la cantidad de variación permitida en tamaño a las piezas repetidas en relación con las condiciones de fabricación y debidas a las inevitables imperfecciones del proceso tecnológico.

Zona de tolerancia: Representación gráfica de la tolerancia, la misma se indica en los dibujos con una letra o combinación de dos letras, estas pueden ser mayúsculas o minúsculas dependiendo del tipo de pieza a la cual se le este asignando la zona de tolerancia, estas pueden ser: Piezas tipo agujeros, la zona de tolerancia se asigna con letras mayúsculas. Piezas tipo ejes, la zona de tolerancia se asigna con letras minúsculas(Fig.1.9). La amplitud de la zona de tolerancia depende de la calidad con que se fabrica la pieza (Grado de Tolerancia)(Fig.1.10). La zona de tolerancia nos da una idea de la posición de la tolerancia con respecto a la Línea Cero(Fig.1.11)

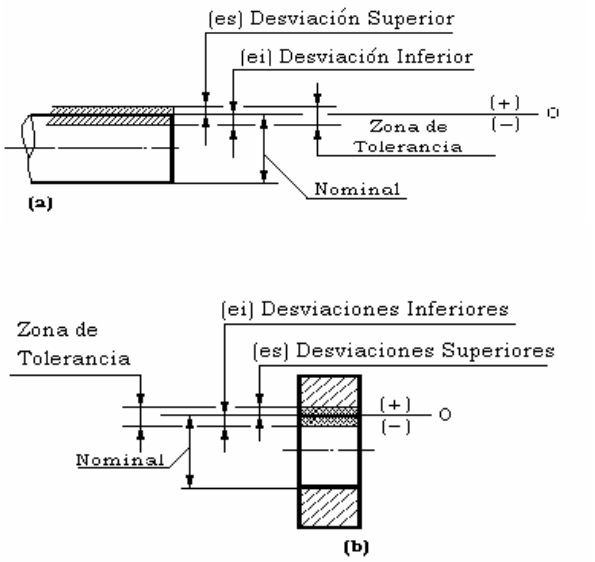

Fig. 1.9. Zona de tolerancia.(a)Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

Grado de Precisión: Se expresa en los dibujos mediante números que en dependencia de la Norma van desde el 01 hasta el 17, representando la máxima calidad el grado de tolerancia IT01 siendo en esta donde se alcanza una mayor precisión y por tanto la zona de tolerancia es mucho más estrecha; y el Grado de Tolerancia IT17 es el de peor precisión siendo la zona de tolerancia mucho mas amplia. Por lo general en la mecánica los grados de calidad más comunes se encuentran entre IT05 e IT08. (Fig.1.10)

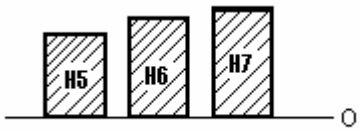

Fig. 1.10 Amplitudes diferentes de una misma zona de tolerancias (H) en dependencia del grado de precisión.

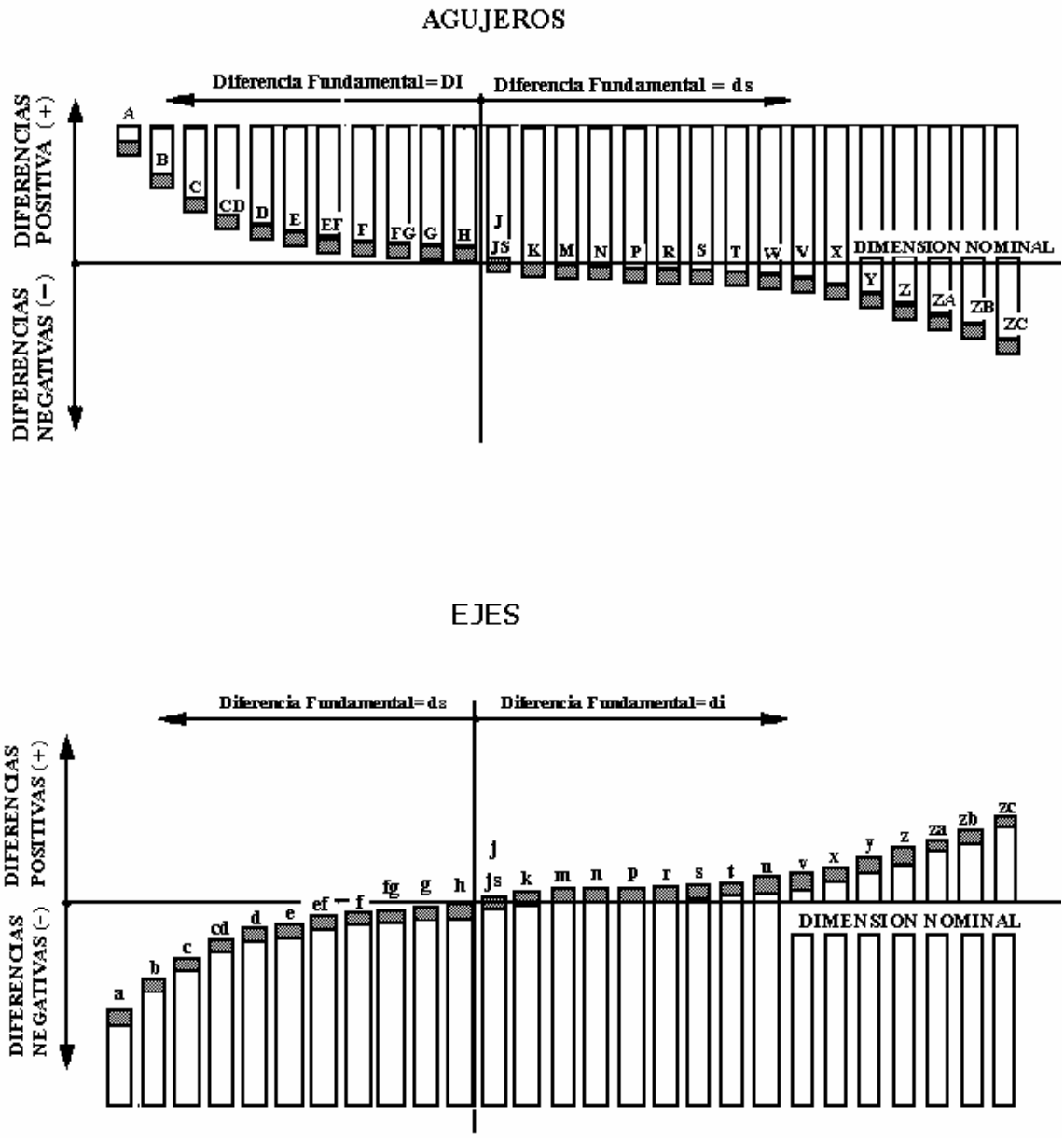

Fig.1.11. Posiciones relativas de las zonas de tolerancia para un diámetro dado y un mismo grado de precisión con respecto a la línea cero

Grado de tolerancia (IT): Conjunto de tolerancias que corresponden a un mismo grado de precisión para todas las dimensiones nominales. Los grados de tolerancia esta íntimamente ligados con la calidad de acabado de la superficie de la pieza y con el proceso de obtención de la misma. (Tabla1.1).

IT	APLICACION	PROCESO DE OBTENCION
0 – 1	Calibres de alta precisión	Lapeado
2 – 3	Calibres y aparatos de medidas	Lapeado
4	calibres y mecánica fina	Rectificado
5	Mecánica precisa	Rectificado
6-7	Mecánica general	Rectificado, Torneado fino, brochado y fresado.
8-9-10-11	Mecánica ordinaria, aparatos y grandes maquinas	Torneado, fresado brochado, trefilado.
12-13-14	Maquinas pesadas, piezas sin responsabilidad, dimensiones que no trabajan ajustadas	Todos los procesos por arranque de virutas, fundición de precisión
15-16	Piezas laminadas, forjadas y fundidas	Procesos sin arranque de viruta

Tabla 1.1. Relación de los IT con la aplicación del proceso de obtención

Se deduce de la tabla anterior que de modo general los grados de tolerancias 01 _ 04 se emplean para la fabricación de patrones y calibres, los grados 05 _ 12 para la industria general y los grados 13 _ 17 para fabricaciones bastas.

Indicación de tolerancias dimensionales en los planos. Colocación De Los Símbolos.

La simbología de las tolerancias dimensionales y angulares, así como la utilizada en tolerancias de forma y posición están en uso desde al menos el inicio del siglo XX, y fue especialmente importante durante la segunda guerra mundial en relación con el elevado volumen de producción de barcos, aviones, y vehículos. Durante este período las tolerancias no estaban establecidas con elevada rigurosidad y es alrededor del año 1982 que se publica uno de los primeros documentos por la American National Standards Institute, la ANSI Y14.5M-1982 convirtiéndose en un punto de partida para la rigurosidad y la estandarización de las metodologías.

Reglas Generales.

Cuando las tolerancias generales son indicadas en los dibujos, deben estar expresadas dentro o cerca del cajetín. Los símbolos de ejemplos de clases de tolerancia y los dígitos indicado la desviación permisible deben estar escritos con la misma altura de letra que el rotulado de la cota básica. También se permite usar una altura de rotulado la cual sea un tamaño menor que la altura de rotulado de la cota básica, pero no menor de 2.5mm (NC ISO129-1:2005).

La NC ISO 129 –1:2005 recomienda seguir las siguientes sugerencias a la hora de indicar tolerancias en los plano. En las cotas toleradas sus componentes se colocan de la siguiente forma: (Fig1.12).

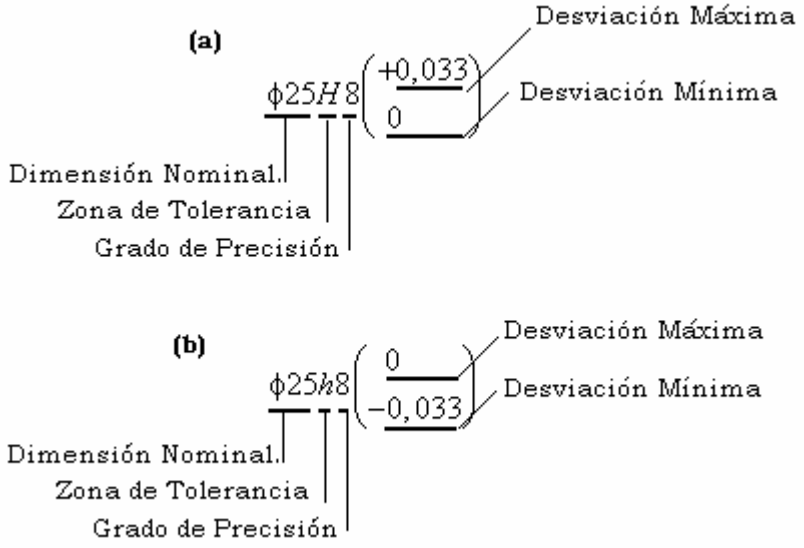

Fig. 1.12. Orden de colocación de las cotas toleradas. (a)Pieza tipo agujero, (b) pieza tipo eje

La indicación sobre el pleno se puede hacer como se muestra en la Fig.1.2.11.

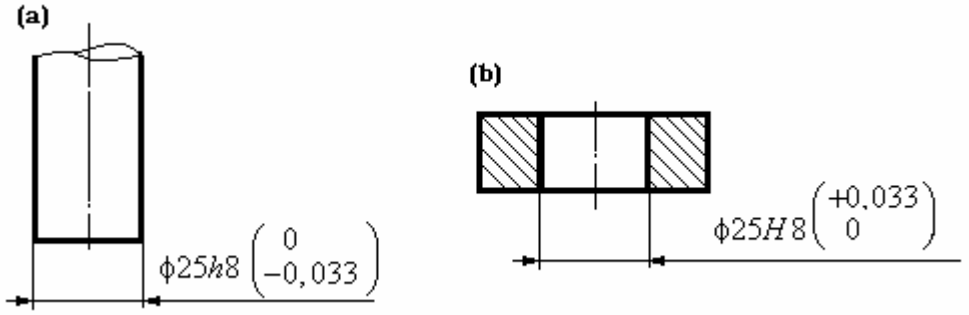

Fig.1.13.Indicacion de tolerancias(a)Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

Las desviaciones límites deben estar colocadas una encima de la otra, siendo la de encima la desviación superior y debajo la desviación inferior (Fig.1.13.) o por la indicación de la desviación superior antes la desviación inferior (Fig.1.14.)

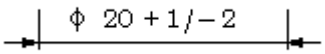

Fig. 1.14.

Si una de las dos desviaciones limites es cero esta será expresada con el dígito 0 (Fig.1.15).

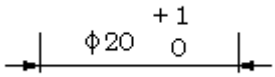

Fig. 1.15

Si las tolerancias son simétricas en relación con la cota básica, la desviación límite debe indicarse solo una vez (Fig.1.16).

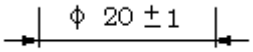

Fig.1.16

Los limites de cotas son indicados por un limite de cota máximo y mínimo (Fig.1.18).

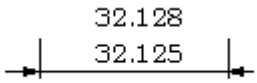

Fig.1.18

Para limitar la cota en una sola dirección se debe colocar “máx” o “mín” al valor nominal.(Fig.1.19)

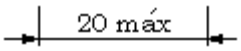

Fig. 1.19

Tolerancias angulares.
Términos y definiciones.

Los valores numéricos de las tolerancias angulares se presentan en tablas, para 17 grados de calidad; donde la máxima calidad es 01 y el más basto 17. Se recomienda que en las tolerancias con un grado de precisión superior al 01, las tolerancias pueden ser obtenidas por divisiones sucesivas de las tolerancias del 1er grado de precisión por el coeficiente 1,6(Tablas)

Las tolerancias de los ángulos de los conos con conicidad no mayor de 1:3 deben ser asignadas en dependencia de la longitud nominal L del cono (la longitud L puede ser tomada igual ala longitud L_1 de la generatriz ya que la diferencia será siempre menos de un 2 %)(Fig 1.20).

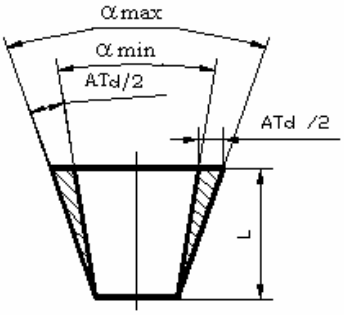

Fig.1.20.

En los casos en que la tolerancia se asigne a los conos con conicidad mayor de 1:3 estas deben ser asignadas en dependencia de la longitud del a generatriz L_1 del cono. (Fig.1.21)

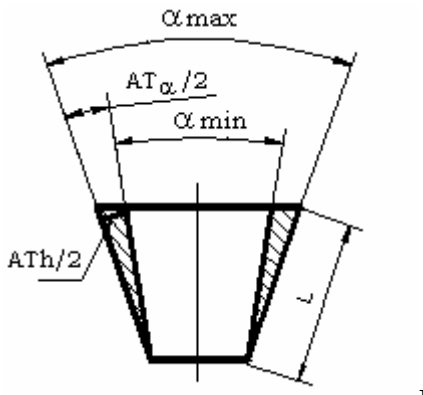

Fig.1.21.

(AT): Tolerancia angular Esta se puede definir como la diferencia entre los ángulos límite máximo y mínimo.
(ATα):Tolerancia de Angulo Tolerancia angular expresada en unidades angulares.
(AT´α): Valor Redondeado de la Tolerancia del ángulo en grados minutos y segundos.
(AT'_h):Tolerancia del ángulo expresada como un segmento de la perpendicular al lado del ángulo, opuesto al ángulo ATα a una distancia L1 del vértice de este ángulo; prácticamente este segmento con una diferencia infinitesimal es igual a la longitud del arco del radio l1, que limita al ángulo AT
(AT_D): Tolerancia del ángulo del cono, expresado como la tolerancia de la diferencia de los diámetros en dos secciones del cono normales al eje una distancia L entre ellas. Se determina por la perpendicular al eje del cono.
(α): Angulo nominal del cono.

Indicación en el plano.

Las reglas dadas en el epígrafe anterior son igualmente aplicables a cotas angulares, excepto las unidades de la cota angular básica así como las desviaciones limites deben ser siempre indicadas.
Las dimensiones angulares también pueden ser toleradas, se acostumbra a expresar la dimensión nominal en Grados, minutos y segundos; por lo que las desviaciones se indican también en grados, minutos y segundos(Fig. 1.22) y (Fig. 1.23).

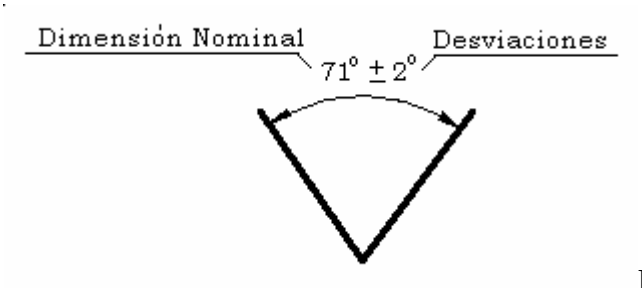

Fig.1.22. Acotado angular

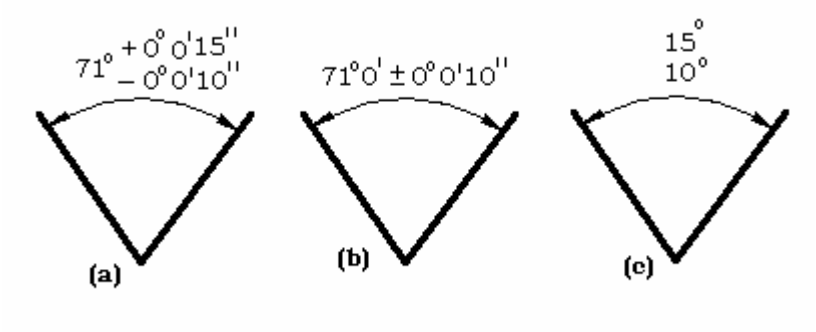

Fig.1.23. Acotado angular de tolerancias.

Acotado de ángulo con desviaciones máximas y mínimas.

Acotado de ángulo con la misma desviación máxima y mínima.

Limites de cotas angulares

Ajustes.

Términos Y Definiciones.

Cuando se realiza el acoplamiento de dos piezas, se hace necesario establecer la relación que tiene que existir entre las partes; para poder garantizar el funcionamiento correcto del acoplamiento. Este acoplamiento puede ser diferente en dependencia de los requerimientos de trabajo a que estará sometido el conjunto, el mismo puede que se produzca con un mayor o menor grado de dificultad por lo que se hace necesario conocer el ajuste que va ha existir entre ellos y las diferentes formas de asignación con que se cuenta.

Ajustes: El ajuste caracteriza la libertad de movimiento relativo entre las piezas o el grado de resistencia a su movimiento mutuo. Por lo que podemos plantear que es el modo de acoplamiento dimensional entre dos piezas determinado por la magnitud de los juegos o aprietos obtenidos. Los mismo pueden ser de tres tipos; Ajustes Móvil, Ajuste con Aprieto y Ajuste Indeterminado. Existiendo dos sistemas de asignación de los ajustes, Sistema de Eje Único y Sistema de Agujero Único utilizando preferiblemente este último; ya que el Sistema de Eje Unico solo se recomienda utilizar en los casos en que se justifique desde el punto de vista económico o constructivo. Ejemplo, si es necesario obtener diferentes ajustes de varias piezas con agujeros sobre un mismo eje liso.

Ajustes Móvil: Este tipo de ajuste garantiza el juego entre los elementos acoplados, donde la zona de tolerancia del agujero esta situada por encima de la zona de tolerancia del eje; también se puede considerar aquellos ajustes donde

el limite inferior de la zona de tolerancia del agujero coincide con el limite superior de la zona de tolerancia del eje.
Ajuste con Aprieto: Este ajuste asegura el aprieto de la unión, donde la zona de tolerancia del agujero esta situada por debajo de la zona de tolerancia del eje.
Ajuste Indeterminado: Este tipo de ajuste permite lograr lo mismo un ajuste con juego que un ajuste con aprieto, dado que las zonas de tolerancias del agujero y del eje se cubren parcial o totalmente
Juego: diferencia que existe entre las dimensiones del agujero y del eje antes del acoplamiento, siempre y cuando la medida del agujero sea mayor que la del eje. Este se clasifica en juego máximo y juego mínimo. El juego es característico de los ajustes en los que existen holguras entre las piezas acopladas(Fig.1.24)

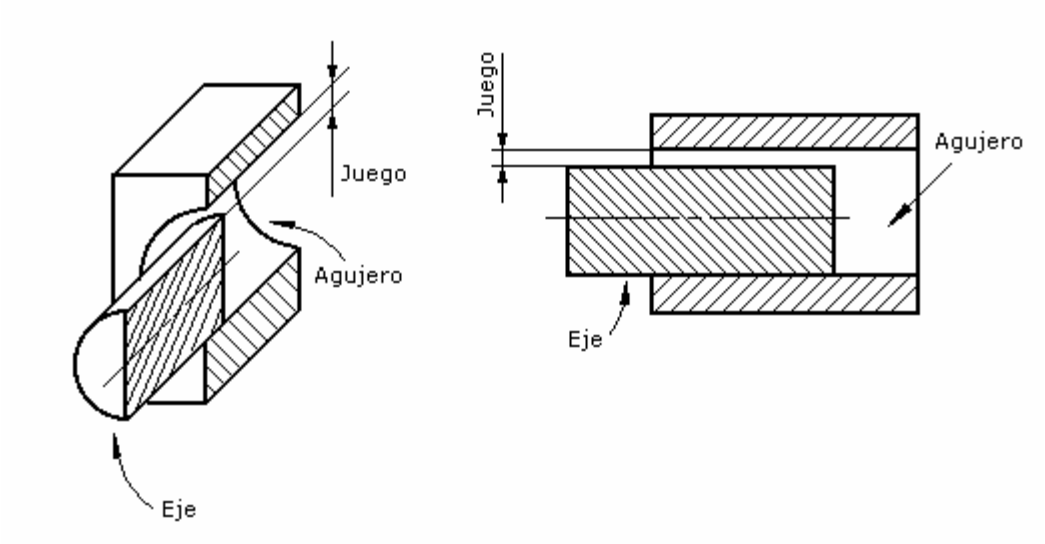

Fig.1.24

Juego Máximo: diferencia entre la dimensión máxima del agujero y la mínima del eje
Juego Mínimo: diferencia entre la dimensión mínima del agujero y la máxima del eje.
Aprieto: Diferencia que existe entre las medidas del agujero y del eje antes del acoplamiento, siempre y cuando las medidas del eje sean mayor que las medidas del agujero. Estos se clasifican en Aprieto Máximo y Aprieto Mínimo(Fig.1.25).

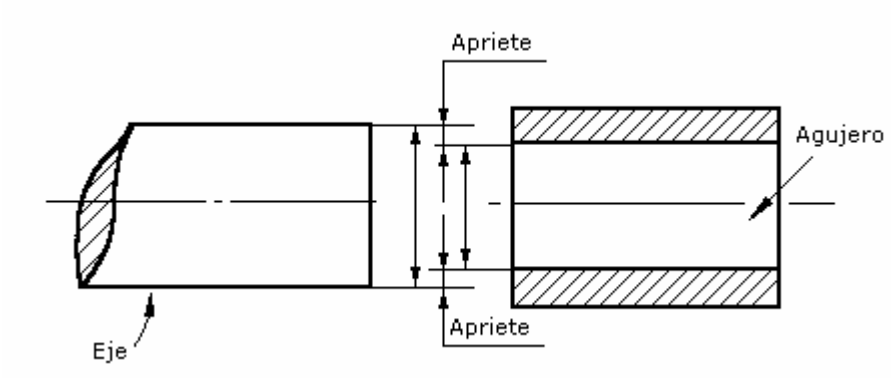

Fig.1.25.

Aprieto Máximo: Se define como la diferencia que existe entre la dimensión máxima de un eje y la mínima de un agujero.

Aprieto Mínimo: Se define como la diferencia entre la dimensión mínima del eje y la dimensión máxima del agujero.

Sistema de agujero único.

En este sistema es común el agujero para todos los asientos de igual calidad, siendo las dimensiones de los ejes los que se hacen mayores o menores. La medida nominal es medida mínima, o sea medida inferior del agujero. La medida máxima o medida limite superior es igual a la nominal más la tolerancia. La diferencia es por lo tanto igual a la tolerancia, y la inferior, igual a cero. En los ejes de agujero único, la diferencia superior es numéricamente igual al juego mínimo (Aprieto máximo)del asiento. La diferencia inferior es igual al juego mínimo mas la tolerancia (aprieto máximo menos la tolerancia)(Fig1.26).

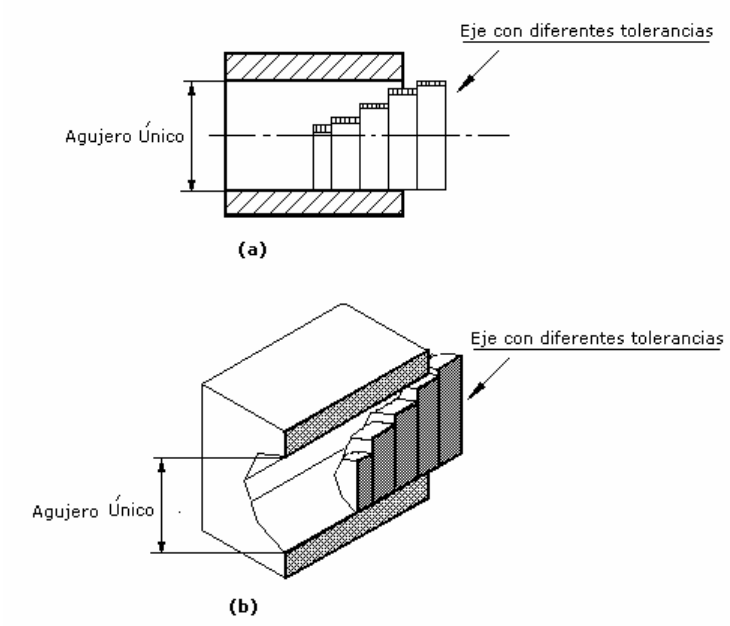

Fig.1.26

Sistema de eje único.

En este sistema es común el eje para todos los asientos de igual calidad, variándose en este caso las dimensiones del agujero. La medida nominal es medida máxima, o sea, medida limite superior del eje. La medida mínima o medida limite inferior del eje es igual a la medida nominal menos la tolerancia. La diferencia superior es por tanto igual a cero, y la inferior es numéricamente igual a la tolerancia. En los agujeros de eje único la diferencia inferior es numéricamente igual al juego mínimo (aprieto Máximo) del asiento. La diferencia superior es igual al juego mínimo mas la tolerancia (aprieto máximo menos la tolerancia.) (Fig.1.27)

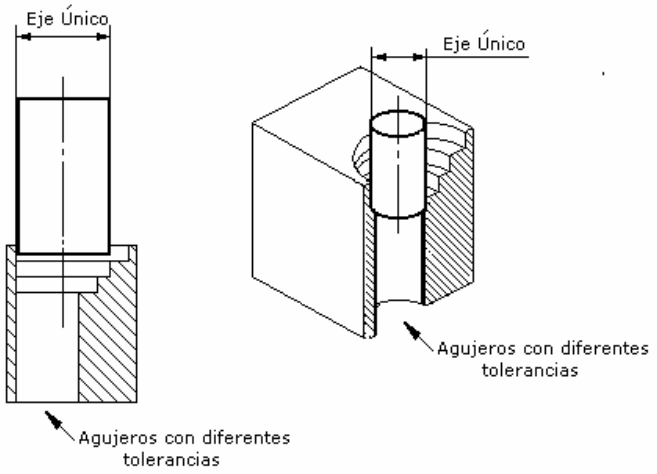

Fig.1.27

Sistema único de ajustes y tolerancias.

Este sistema permite determinar para las dimensiones funcionales de los artículos el tipo de ajuste más conveniente. El mismo toma una unidad de medida para la tolerancia que tiene en cuenta el aumento de la inexactitud con el aumento de la dimensión a medir.
Siendo valida solamente hasta dimensiones nominales de 500mm y para los grados de tolerancias desde 05 - 17 la siguiente ecuación:

$$i = 0.45\sqrt[3]{D} + 0.001D \qquad (1.1)$$

Donde : i – Unidad de tolerancia en milésimas de milímetros.
D - dimensión nominal en milímetros.
Para dimensiones nominales de 500 hasta 3150 y grados de tolerancias de 05 _ 17 la siguiente ecuación es la empleada:

$$i = 0,004D + 2.1 \quad (1.2)$$

Donde : i – Unidad de tolerancia en milésimas de milímetros.
D - dimensión nominal en milímetros.
Con el objetivo de simplificar este trabajo de calculo se han agrupado en 13 intervalos atendiendo a determinadas series de números preferidos, las cuales se presentan en tablas donde se relacionan las zonas de tolerancias, los intervalos de mediciones(13 intervalos) y los grados de calidad. (Tablas).
Las ventajas del uso de tablas para la asignación de tolerancias esta dada en:
Los dibujos son más fáciles de leer y entender.
Ahorro de tiempo para el diseñador a la hora de asignar las tolerancias
Reducción de los niveles de inspección en el control de la calidad.
Las magnitudes afectadas de tolerancia individuales centran las correspondientes a elementos cuya función exige tolerancias precisas, necesitando de un proceso de fabricación concreto.
La negociación entre un taller proveedor y su cliente suele ser menos compleja, ya que se conoce con claridad la precisión y calidad de trabajo de cada taller.

1.4.5 Indicación de los ajustes en los planos.

En la expresión de un ajuste en los planos coloca en primer lugar la representación del agujero y luego la del eje.

Ejemplos, $\frac{H7}{h6}$ ó $H7/h6$

Tolerancias de forma y posición.

Términos Y Definiciones.

La fabricación masiva de piezas de respuestos, no solo repercutió en el dimensionado de las piezas para garantizar su intercambiabilidad; sino que también otros aspectos tuvieron que ser tomas en consideración, haciendo que los técnicos fijaran su atención en como reducir los errores geométricos (errores de forma), y los errores en las posiciones relativas de las superficies (errores de posición). La utilización de tolerancias de forma y posición garantiza el principio de intercambiabilidad que tienen que cumplir las piezas de respuestos, pero; encarece grandemente el costo de fabricación al aumentar los requisitos y la precisión con que se debe de fabricar la pieza, por lo que se recomienda que solo debe ser aplicada a aquellas piezas o partes de piezas de las cuales dependa en gran medida la funcionalidad del conjunto.
Superficie ideal: Durante el proceso de calculo y análisis que se realiza para el diseño de un elemento de maquina, las superficies que se conciben para las piezas se consideran superficies ideales, lo cual quiere decir que su forma geométrica es perfecta, no existiendo errores en la superficie, ni de forma, ni de posición. Pero esto es técnicamente imposible en la realidad debido a los errores que se pueden presentar en el proceso tecnológico de fabricación como por ejemplo el desgaste de las herramientas de corte o la vibración de las máquinas herramientas, las cuales introducen errores en las superficies de las piezas que se están elaborandoFig1.28)

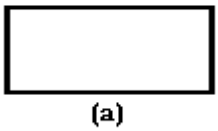

Fig. 1.28. superficie ideal (a)

Superficie real: Es la superficie que se obtiene una vez terminado el proceso de elaboración mecánica de la pieza, la cual presenta pequeños errores de forma y posición al ser comparada con la superficie ideal(Fig.1.29.)

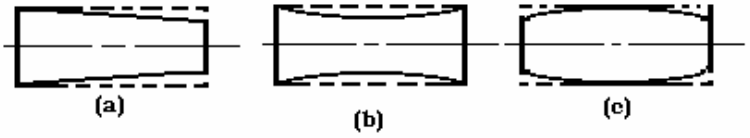

Fig.1.29. Superficies reales.

Cilindro con forma de Cono
Cilindro con forma Huso
Cilindro con forma Barril

Error geométrico de la superficie: Es la desviación que existe al comparar la superficie real con la superficie ideal, el error geométrico está presente siempre en la construcción de maquinarias por lo que se hace necesario definir un rango dentro del cual estos sean permisibles para garantizar el buen funcionamiento de las maquinas(Fig.1.30.)

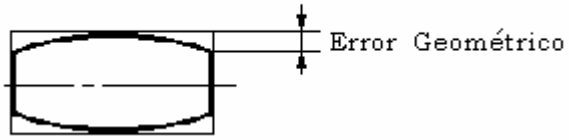

Fig.1.30. Error geométrico de Cilindricidad

Error de posición. Es el error que presenta una superficie en su posición relativa con respecto a otra tomada como referencia(Fig.1.31.)

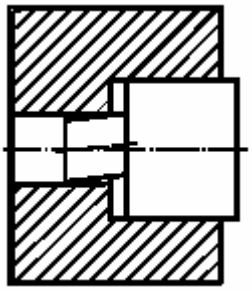

Fig.1.31. Error de posición. (Perpendicularidad).

Tolerancia Geométrica: Es el error permisible en la geometría de una superficie real. Pueden ser clasificadas atendiendo al tipo de error que limitan.

Las tolerancias de forma y posición se indican en los planos mediante una combinación de símbolos gráficos convencionales, valores numéricos y letras,

todo dentro de un marco dividido en partes(Fig.1.32.)Todo estos elementos se colocan dentro del marco siguiendo el siguiente orden: En la primera división del marco de izquierda a derecha se sitúa el símbolo de la tolerancia, en la segunda división se coloca el valor numérico de la tolerancia en mm y en la tercera parte cuando sea necesario se representa la base de referencia(Fig1.33)El marco debe colocarse siempre de forma horizontal. ISO1101

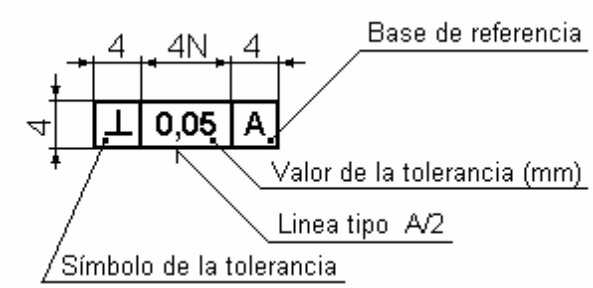

Fig.1.32. Indicación de la tolerancia N=2,3,4...

El valor numérico se obtiene de tablas que existe para tal efecto, o siguiendo determinadas recomendaciones que se encuentran en las normas

Las letras representan las bases de referencia, se colocan por orden alfabético comenzando por la letra A y siempre se representan con mayúsculas.

La base de referencia también se indica sola en un marco sobre la base de referencia que se desee tomar en el dibujo. (Fig.1.33)

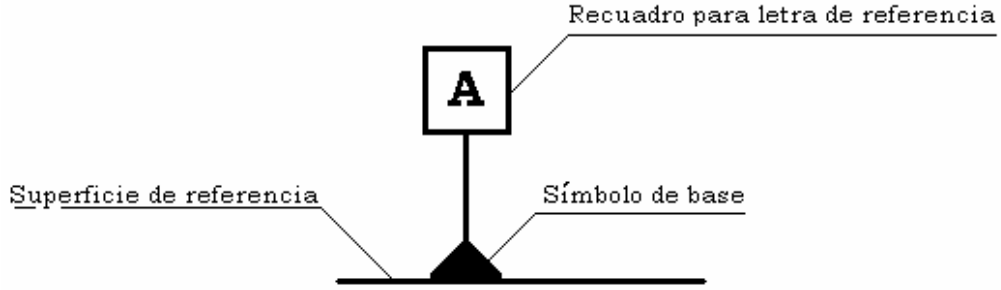

Fig.1.33. Símbolo para la indicación de las bases de referencia sobre determinadas superficies

La vinculación del marco característico de control de la tolerancia al dibujo, se realiza por medio de una línea líder terminada en cabeza de flecha, colocada directamente sobre la superficie a tolerar (Fig.1.34.)o sobre una línea de extensión del acotado de la superficie en cuestión(Fig. 1.34.) ISO1101pag 6

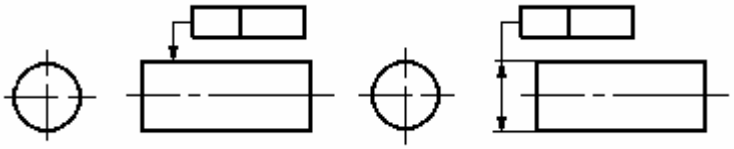

Fig.1.34.

Indicación de la tolerancia mediante la colocación del marco con la línea líder sobre un eje común o un plano medio a varios elementos(Fig.1.35.)

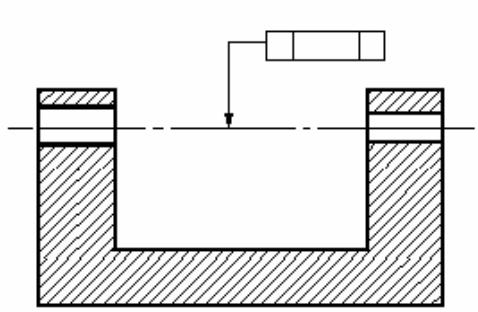

Fig.1.35 En este caso la dirección de la cabeza de flecha de la línea líder define el ancho de la zona de tolerancia

La amplitud de la zona de tolerancias en la dirección de la flecha de la línea líder que une al marco de tolerancia con la superficie tolerada a menos que el valor de tolerancia sea precedido del símbolo ϕ (diámetro). La falta de dirección de la amplitud de la zona de tolerancia es siempre normal en la geometría de las piezas aunque la dirección y la anchura pueden ser especificada.(Fig. 1.36)

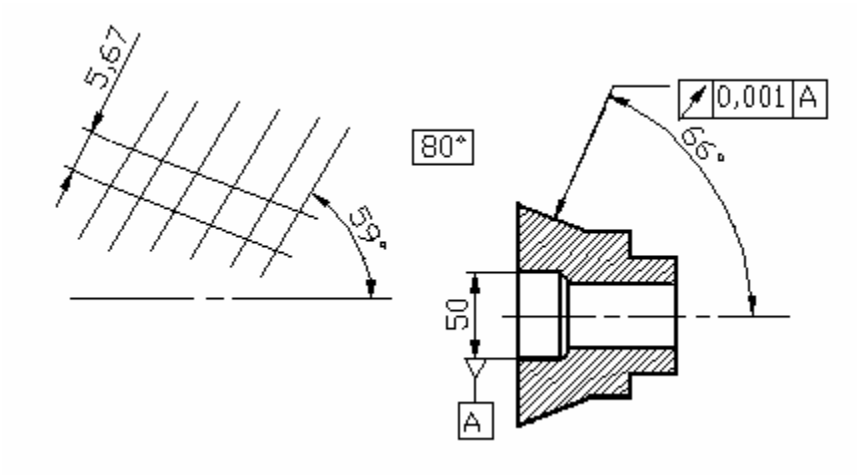

Fig.1.36.

Clasificación de las tolerancias geométricas.

Estas tolerancias pueden controlar formas individuales o definir relaciones entre distintas formas. Los símbolos gráficos convencionales representan el tipo de error, existiendo para cada tipo error un símbolo específico.

Es usual encontrar la siguiente clasificación de tolerancias:

Tolerancias de Forma.

Rectitud. Símbolo (⏤)

El eje del cilindro controlado deberá estar contenido en el interior de un cilindro de 0,1 mm de diámetro(Fig.1.37.)También se puede referir a la generatriz del cilindro si la línea guía tocase dicha superficie.

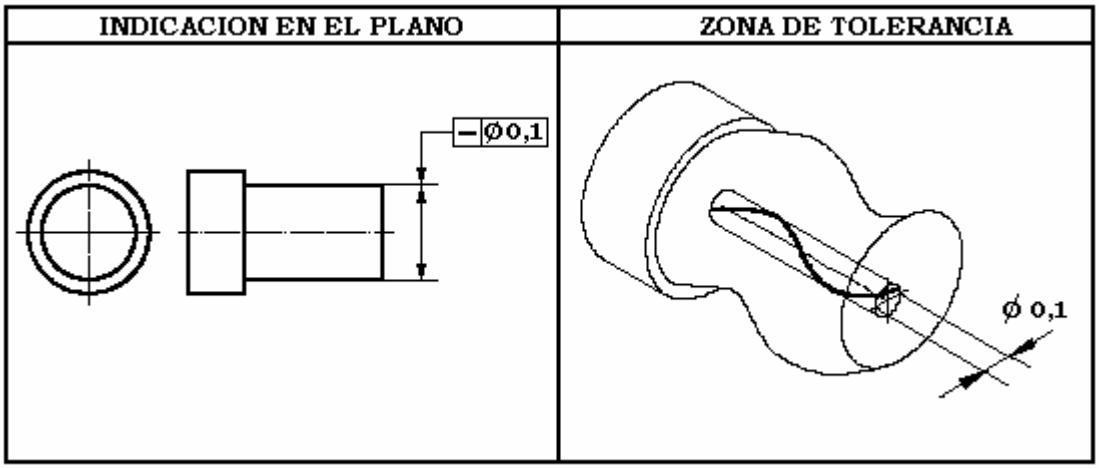

Fig.1.37

Planicida. Símbolo(▱)

La superficie plana deberá estar contenida entre dos planos paralelos separados 0,05mm, también se permite indicar sobre una línea de extensión que salga directamente de la superficie(Fig.1.38)

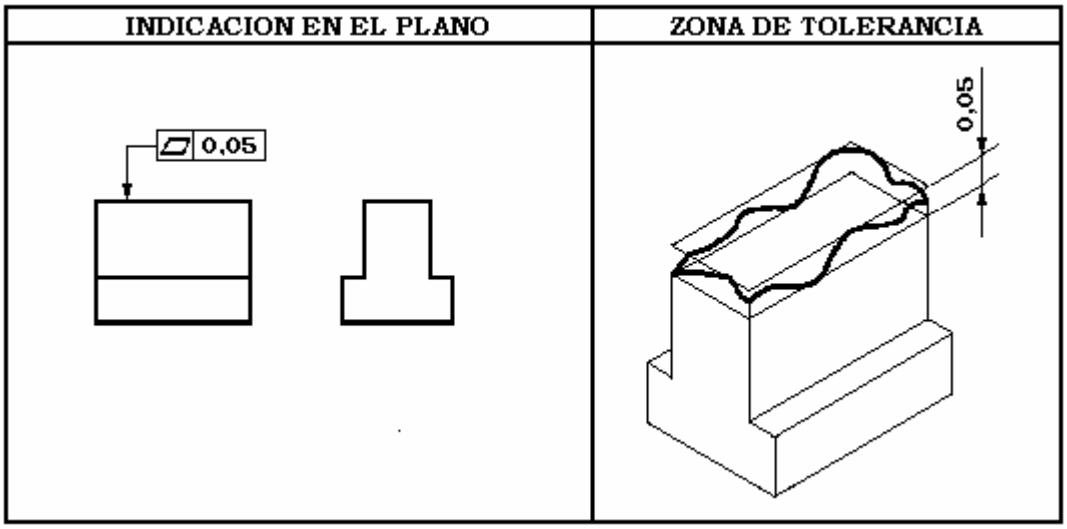

Fig.1.38

Circularidad. Símbolo(○)

El contorno circular de cualquier sección transversal deberá esta contenido entre dos circunferencias concéntricas cuyas diferencias de radio es 0,05mm(Fig.1.39)

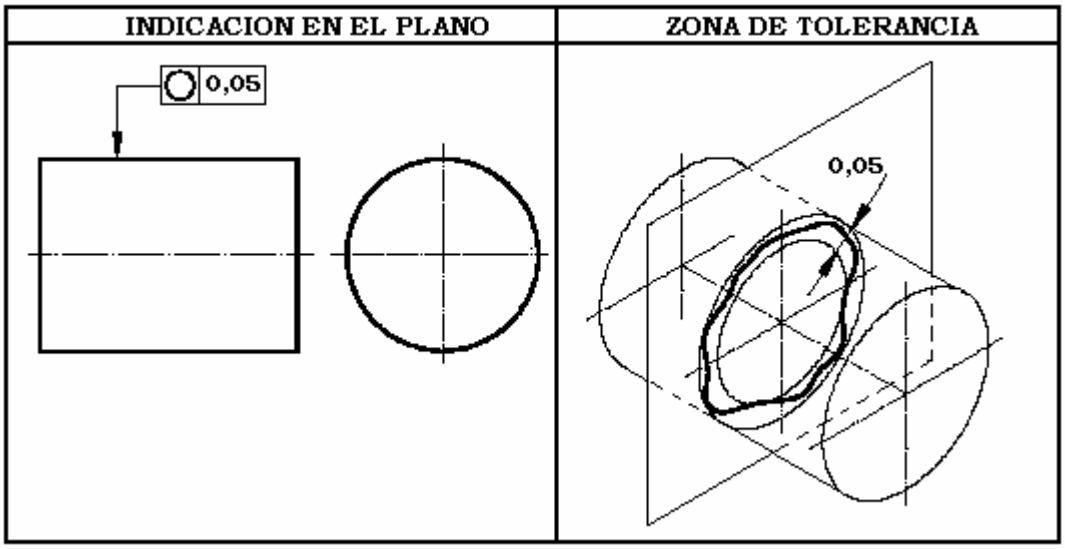

Fig.1.39.

Cilindricidad. Símbolo (⌭)

La superficie cilíndrica deberá estar contenida entre dos cilindros coaxiales cuyas diferencias de radios son de 0,05mm(Fig.1.40)

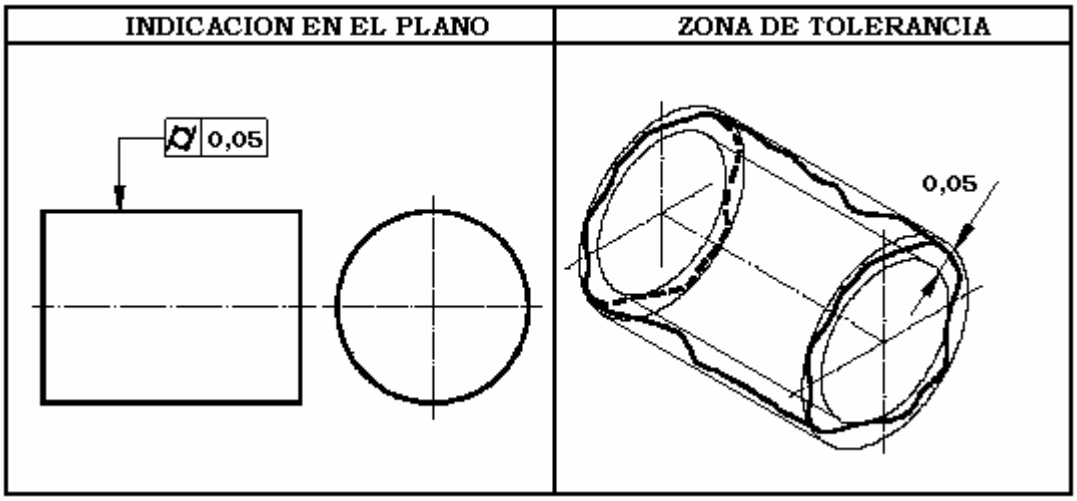

Fig.1.40

Tolerancias de Posición.

Paralelismo. Símbolo (//)

El plano controlado deberá estar entre dos planos paralelos separados 0,1 mm y paralelos al plano de referencia A(Fig1.41)

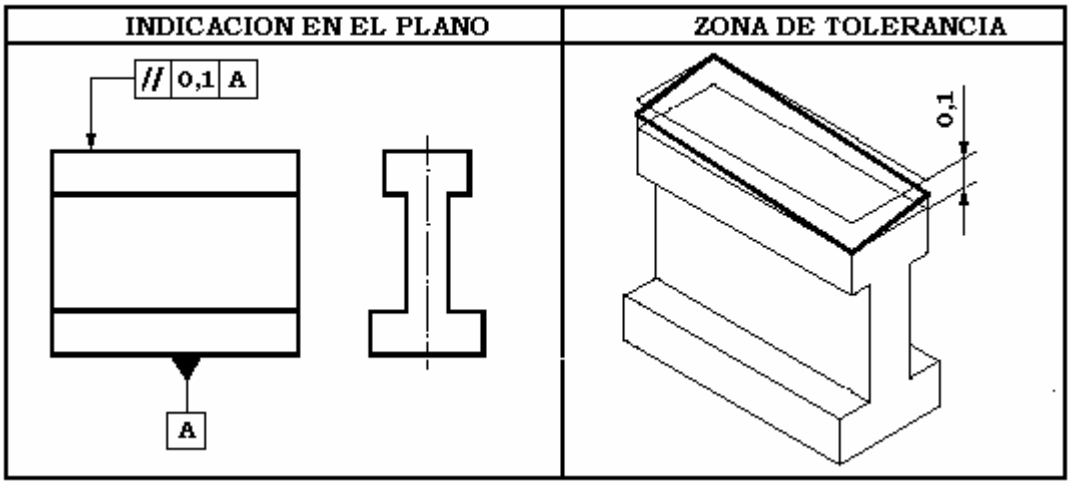

Fig.1.41

Perpendicularidad. Símbolo (⊥)

El eje del cilindro controlado deberá estar contenido dentro de un cilindro de diámetro 0,03 mm y eje perpendicular al plano de referencia A(fig1.42)

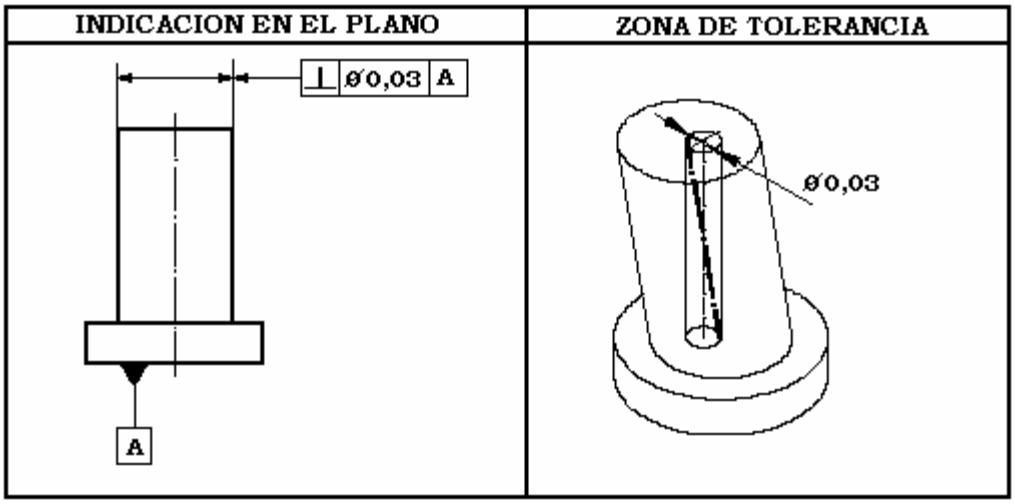

Fig.1.42

Inclinación. Símbolo (∠)

El plano controlado deberá estar contenido entre dos planos paralelos separados 0,1mm e inclinados 25° con respecto al plano de referencia A.(Fig1.43)

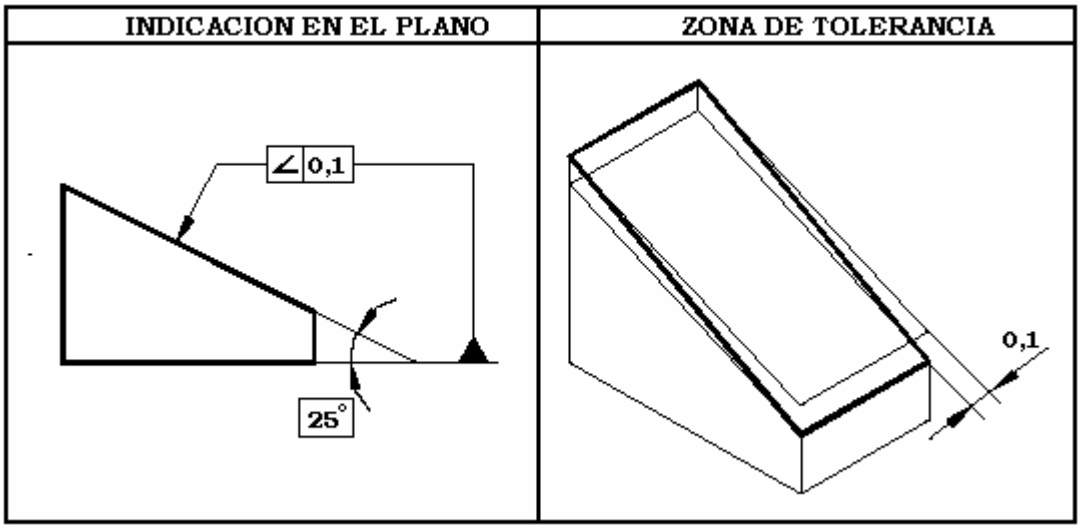

Fig.1.43

Concentricidad o Coaxialidad. Símbolo (◎)

El eje del cilindro controlado deberá estar dentro de un cilindro de diámetro 0,05mm y coaxial con el eje de referencia A(Fig1.44)

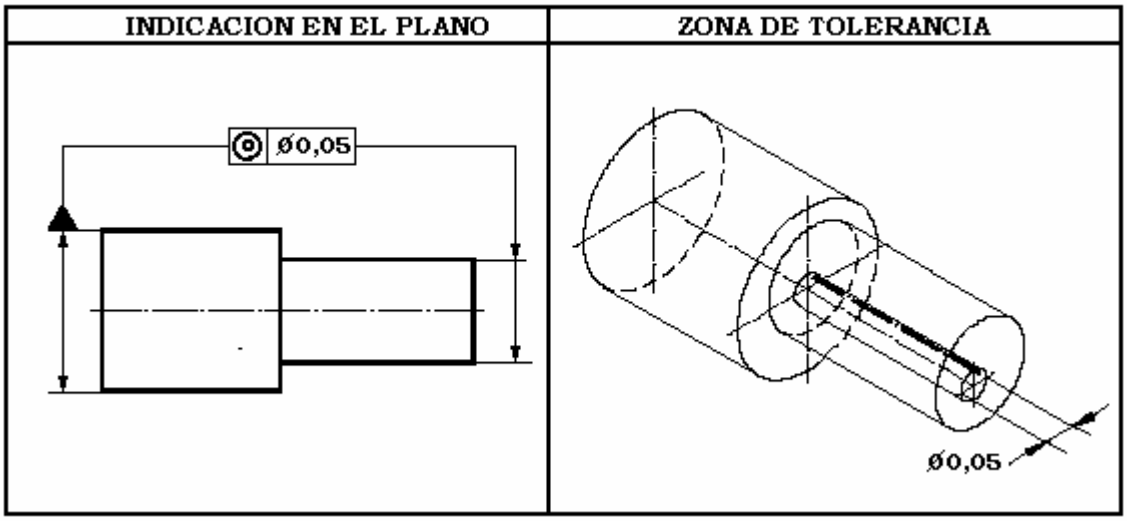

Fig.1.44

Simetría. Símbolo(⌯)

El plano de simetría de la ranura debería estar situado entre dos planos paralelos separados 0,05mm y situados simétricamente con respecto al plano medio A de referencia (Fig.1.45)

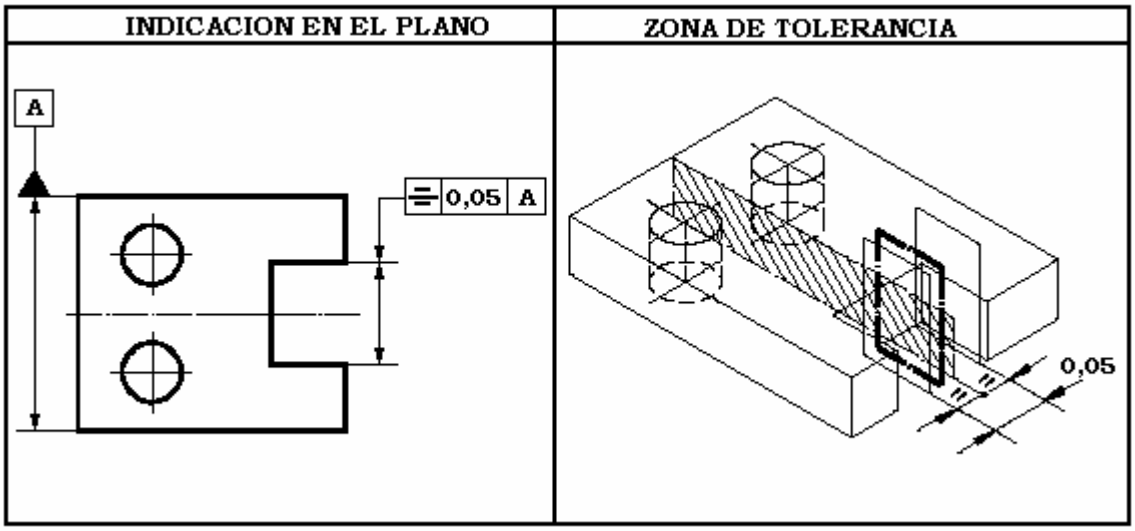

Fig.1.45

Posicionalidad. Símbolo(⌖)

Cada uno de los ejes de los tres agujeros deberá estar situado dentro de un cilindro de diámetro 0,2, cuyo eje coincidirá con la posición teórica exacta de los ejes de dichos agujeros, lo cual ha sido establecido con respecto a los planos de referencia A y B.(Fig1.46)

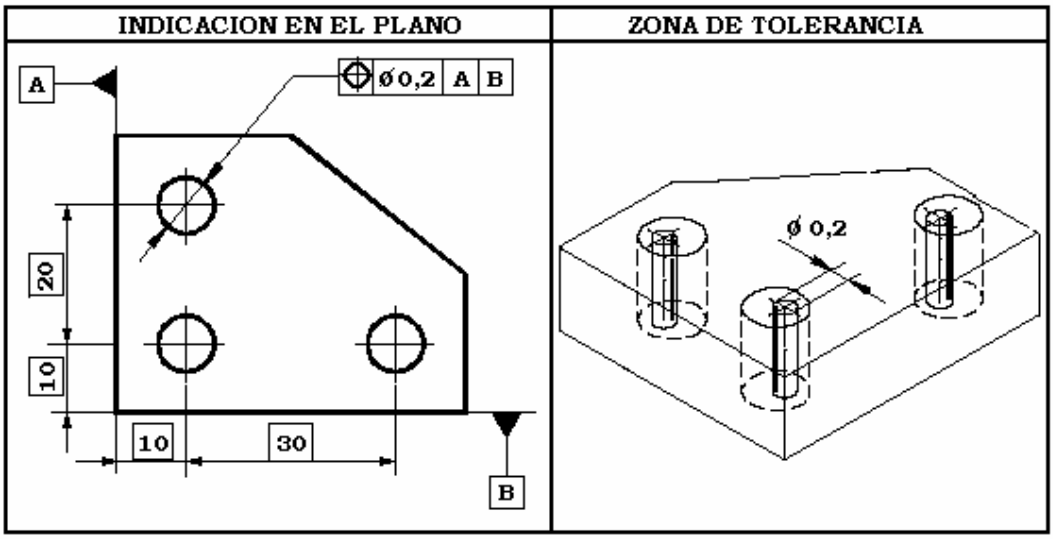

Fig.1.46

Suma de tolerancias de Forma y Posición. Pulsación.

Axial y Radial en una dirección dada. Símbolo(↗)

Oscilación circular radial.

En cualquier posición de medición la oscilación máxima del contorno de la sección correspondiente esta limitada por dos círculos concéntricos cuyas diferencias de radios es de 0,1 mm y centro coincidente con el eje de referencia A-B, durante una revolución completa de la pieza alrededor de dicho eje(Fig.1.47.)

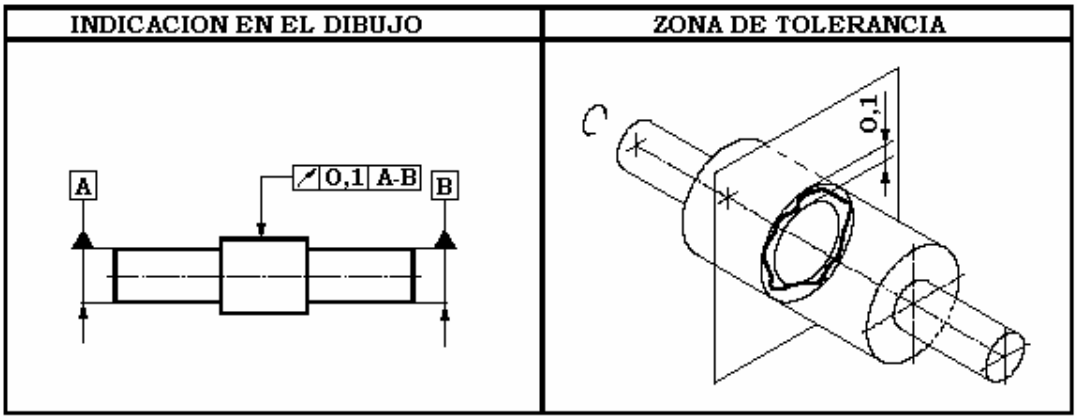

Fig.1.47

Oscilación circular axial.

En cualquier posición de medición axial, la oscilación máxima del contorno de la sección correspondiente esta limitada por dos círculos paralelos separados 0,1 mm y centro coincidente con el eje de referencia A, durante una revolución completa de la pieza alrededor de dicho eje(Fig.1.48)

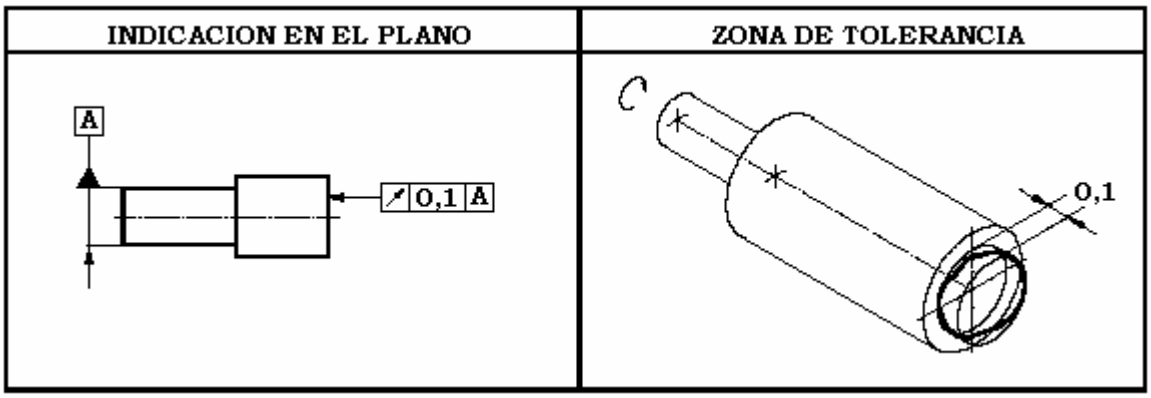

Fig.1.48

Axial completa. Símbolo ( )

En toda la superficie especificada, la máxima oscilación axial que puede presentar la misma esta limitada por dos planos paralelos separados 0,1 mm y perpendiculares al eje de referencia A, durante varias revoluciones completas de la pieza alrededor de dicho eje y con desplazamiento radial del instrumento de medida(Fig.1.49)

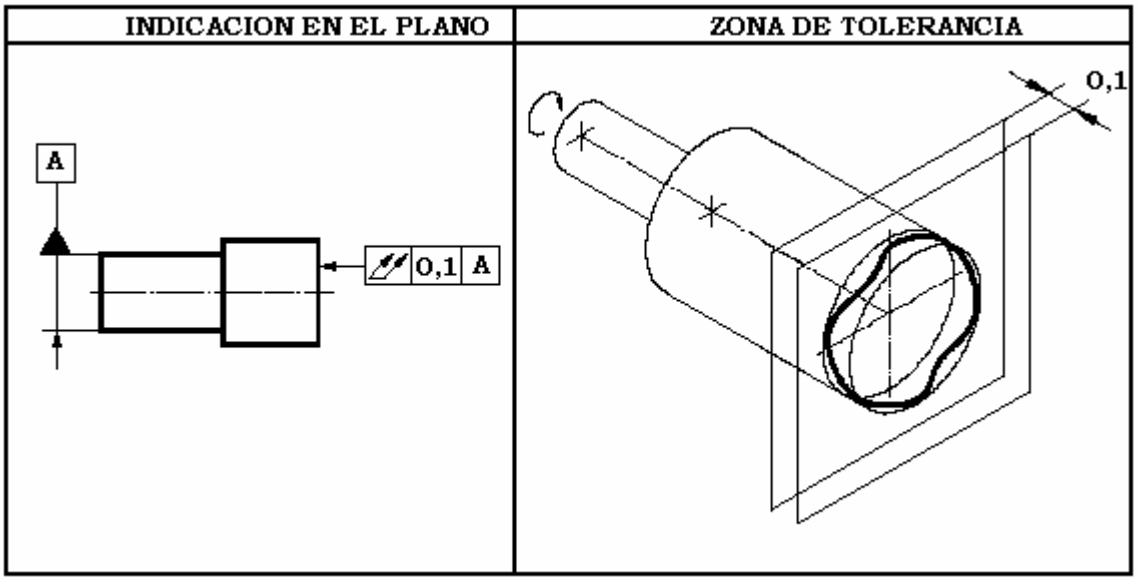

Fig.1.49

Radial completa. Símbolo ( )

En toda la superficie cilíndrica, la máxima oscilación radial que puede presentar la misma esta limitada por dos cilindros coaxiales cuya diferencia de radios es de 0,1mm y cuyos ejes coinciden con los ejes de referencia A-B durante varias revoluciones de la pieza alrededor de dicho eje y con desplazamiento axial del equipo de medida(Fig.1.50.)

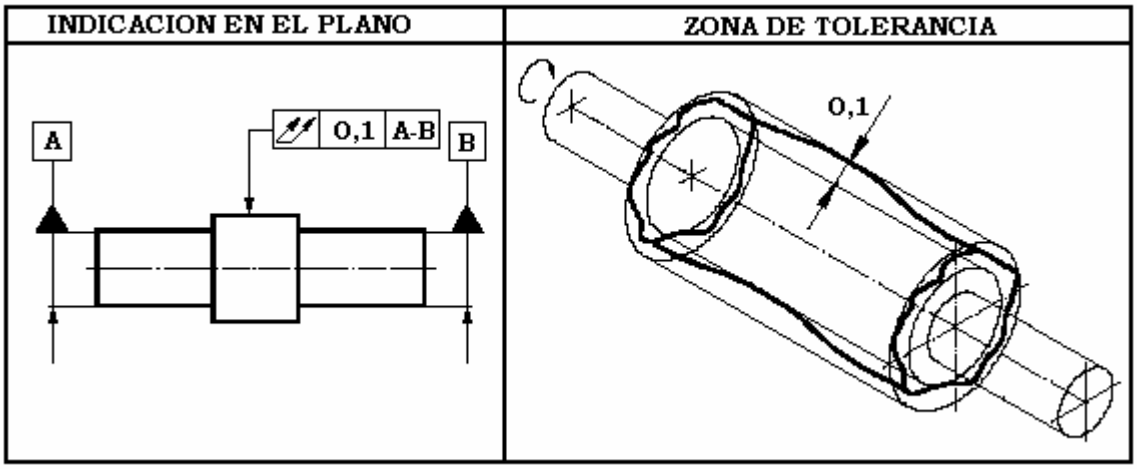

Fig.1.50

Forma de un perfil dado. Símbolo ( )

En cada sección paralela al plano de proyección el perfil controlado deberá esta entre dos envolventes de circulo de diámetro 0,2 cuyos centros están esta situados sobre un perfil geométricamente perfecto(Fig.1.51)

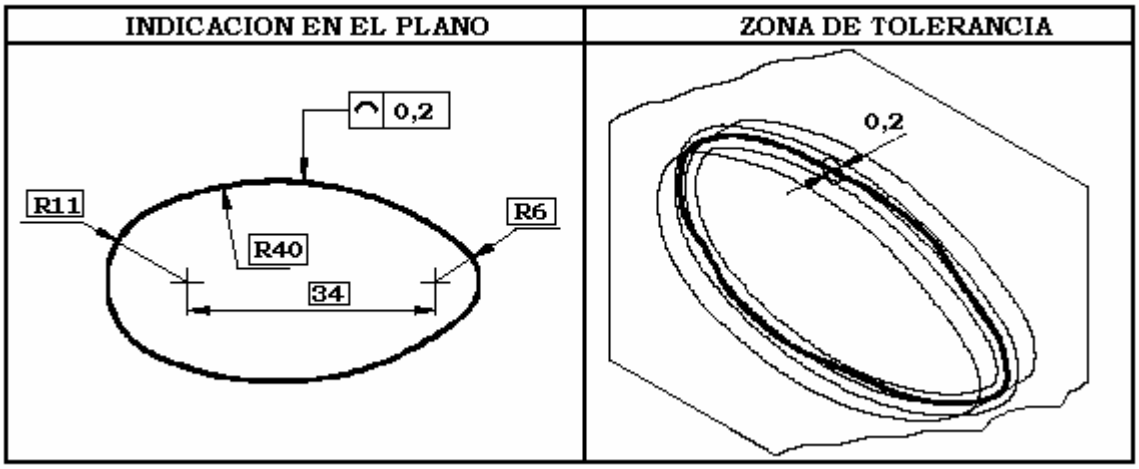

Fig.1.51.

Forma de una superficie dada. Símbolo ( )

La superficie controlada deberá estar contenida entre dos superficies envolventes de esferas de diámetro 0,2 mm, cuyos centros esta situados sobre una superficie geométricamente perfecta(Fig.1.52)

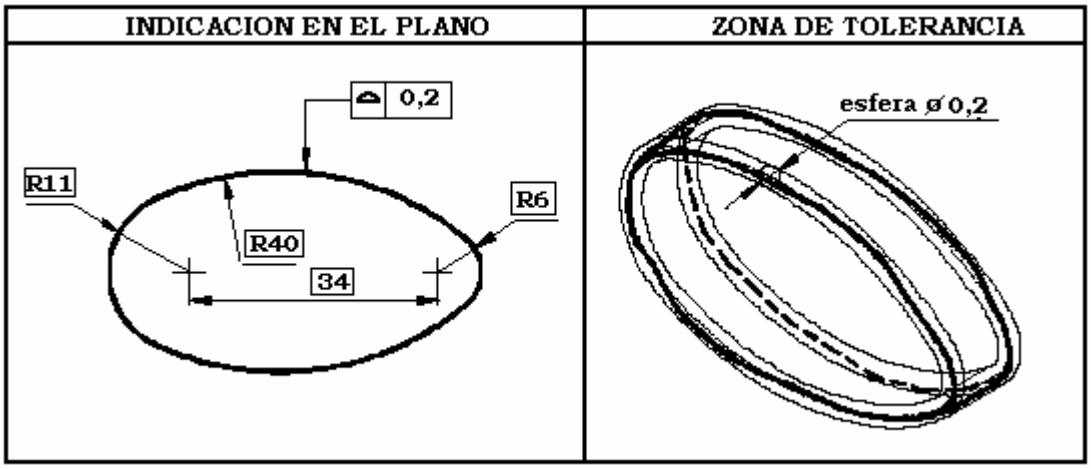

Fig1.52

Otras posibilidades de indicación de las tolerancias podrían ser:

Indicación de una tolerancia de forma parcial y que tiene cualquier ubicación el elemento. (Fig.1.53)

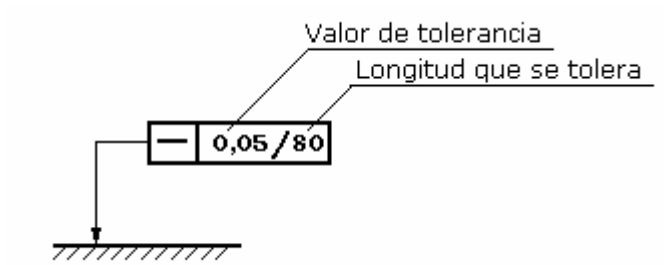

Fig1.53

Indicación de la tolerancia de forma parcial y total a un mismo elemento. (Fig1.54)

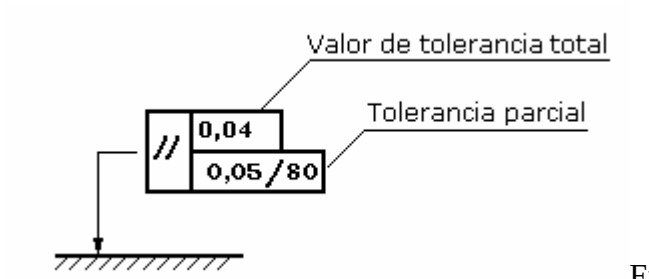

Fig.1.54

Tolerancia de forma parcial en un lugar especifico. (Fig1.55)

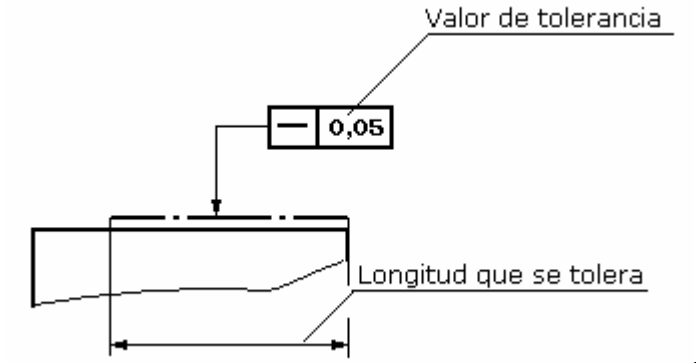

Fig.1.55

Indicación de tolerancias diferentes a una misma superficie. (Fig.1.56)

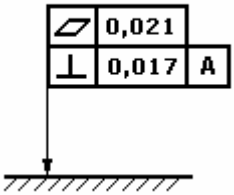

Fig.1.56

Indicación de una misma tolerancia a diferentes superficies. (Fig1.57)

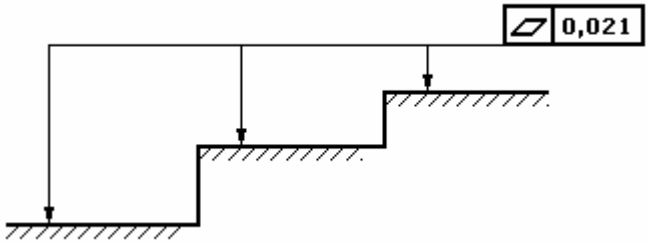

Fig.1.57

Bibliografía.

- Bogolyubov, S *et al.* 1981"Engineering Drawing". Ed. Mir Moscú.
- Chorens, *et al*. 1981. "Dibujo Técnico". Ed. Científico Técnica mayo
- Departamento de Tecnología del Maquinado. Facultad de Construcción de Maquinarias. "Metrología Intercambiabilidad". ISPJAE. Ministerio de Educación Superior CEPES. La Habana 1986.
- Domenech, J *et al.*. "Dibujo Básico". Ed. Pueblo y Educación.
- Jiménez B. "Prontuario de Ajustes y Tolerancias". Ed. Técnicas Marcombo, S.A. Barcelona.
- Drake.P. 1999 "Dimensioning and Tolerancing Handbook". Ed McGraw-Hill .New York.
- Pupo., J *et al.* 1991"Dibujo Aplicado para el Ingeniero Industrial". La Habana.
- Rodríguez O. 1983. "Dibujo Aplicado para Ingenieros". Editorial Pueblo y Educación

NORMAS CONSULTADAS.

- Y14.5M 1994(1999) Dimensioning and Tolerancing.
- Y14.5.1M 1994(2004)Mathematical Definition of Dimensioning and Tolerancing Principles
- UNE 1-121 / 1991
- UNE 1-149 (ISO 8015). Principio de tolerancias Fundamentales
- TrON 2001.
- NC 16-30:80 Normas básicas de intercambiabilidad. Ajustes y Tolerancias. Términos, definiciones y regulaciones generales
- NC 16-31:80. Normas básicas de intercambiabilidad. Zonas de tolerancias.
- NC 02-03-08:78. Sistema Unico de documentación de Proyectos. Representación en los planos de las tolerancias de forma y posición de las superficies.
- NC 16-24:79. Normas básicas de intercambiabilidad. Tolerancias Angulares. Conos y elementos prismáticos.
- NC 16-17:81. Normas básicas de intercambiabilidad. Tolerancias de forma y posición de las superficies. Términos y definiciones principales.

- NC ISO 129-1:2005. Dibujos técnicos- indicaciones de cotas y tolerancias. Parte 1: principios generales.(Iso 129-1:2004.IDT).
- NC ISO 129:2004.Dibujo Técnico. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- NC ISO 128-20:2004. Dibujos Técnicos. Principios generales de representación -Parte 20 . Convenciones Básicas para líneas.
- NC ISO 128-22:1999. Dibujos técnicos. Principios generales de presentación - Parte 22. Convenciones básicas y aplicaciones para líneas guías y líneas de referencias.
- NC ISO 128-30:2004. Dibujos técnico Principios generales de presentación - Parte 30,. Convenciones básicas para vistas.
- NC ISO 406:2005Dibujos técnicos. Tolerancias de cotas Lineales y angulares(ISO 406:1987.IDT).
- NC ISO 3098-2:2000. Documentación Técnica del producto. Escritura. Parte 2. Alfabeto latín , números y marcas
- ISO 1000:1992. S I units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units.
- ISO 3098 - 5:1997Documentacion Técnica de productos.- Rotulado - parte 5: CAD Rotulado en el alfabeto latín, numerales y marcas
- ISO 8015/1985 Interpretación de tolerancias