

ERRORES DE MEDICIÓN

<u>INDICE</u>	
	Página
1 Errores de Medición	2
1.1 Introducción	2
1.2 Definición de errores	2
1.2.1 Errores sistemáticos	2
1.2.2 Errores accidentales	3
1.3 Clasificación de errores de acuerdo al origen	3
1.3.1 Errores causados por el instrumento o equipo de medición	3 - 4
1.3.2 Errores del operador o por el método de medición	4
1.3.2.1 Error por el uso de instrumentos no calibrados	4
1.3.2.2 Error por la fuerza ejercida al efectuar mediciones	4 - 5
1.3.2.3 Error por instrumento inadecuado	5 - 6
1.3.2.4 Error por puntos de apoyo	6 - 7
1.3.2.5 Errores por método de sujeción del instrumento	7
1.3.2.6 Error de distorsión	8
1.3.2.7 Error de paralaje	8
1.3.2.8 Error de posición	8
1.3.2.9 Error de desgaste	9
1.3.2.10 Error por condiciones ambientales	9
1.3.2.10.1 Humedad	9
1.3.2.10.2 Temperatura	9
1.3.2.10.3 Polvo	9

RESUMEN DEL CONTENIDO

*Se definen con toda claridad los conceptos de **repetibilidad y reproductibilidad**, dejándose en claro que es imposible hacer una medición sin cometer errores, que pueden ser despreciables o significativos.*

Se hace una clasificación general de los errores según su origen:

- a) *Errores por instrumentos o equipos.*
- b) *Errores por operador y o métodos.*
- c) *Errores por instrumentos no calibrados.*
- d) *Error por fuerza ejercida al hacer las mediciones.*
- e) *Error por instrumentos inadecuados.*
- f) *Error por puntos de apoyo.*
- g) *Error por mala sujeción.*
- h) *Error por distorsión.*
- i) *Error de paralaje.*

j) *Error de posición.*

Cada uno de estos errores son sometidos a un análisis pormenorizado.

1 ERRORES DE MEDICION

1.1 Introducción

*Al hacer mediciones, las lecturas que se obtienen nunca son exactamente iguales, aun cuando las efectúe la misma persona y sobre la misma pieza, con el mismo instrumento, el mismo método y el mismo ambiente (**repetibilidad**); si las mediciones las hacen diferentes personas con distintos instrumentos o métodos o ambientes diferentes, entonces las variaciones en las lecturas son mayores (**reproductibilidad**). Esta variación puede ser relativamente grande o pequeña, pero siempre existirá.*

En sentido estricto es imposible hacer una medición totalmente exacta, por lo tanto, siempre se enfrentarán errores al hacer las mediciones. Los errores pueden ser despreciables o significativos, dependiendo, entre otras circunstancias de la aplicación que se da a la medición.

Los errores surgen debido a la imperfección de los sentidos, de los medios, de la observación, de las teorías que se aplican, de los aparatos de medición, de las condiciones ambientales y de otras causas.

1.2 Definición de Errores

*El significado de la palabra, " **error** " no es muy preciso, puesto que con frecuencia autores diferentes lo emplean con sentidos diferentes. En sentido amplio puede considerarse el error como estimación o cuantificación de la incertidumbre de una medida. Cuanto más incierta sea una medida, tanto mayor será el error que lleva aparejado.*

*Suelen distinguirse dos tipos de errores: errores **sistemáticos y accidentales**.*

1.2.1 Errores sistemáticos

*Como su nombre indica, no son debidos al azar o a causas no controlables. Pueden surgir de emplear un método inadecuado, un instrumento defectuoso o bien por usarlo en condiciones para las que no estaba previsto su uso. Por ejemplo, emplear una regla metálica a una temperatura muy alta, puede introducir un error sistemático si la dilatación del material hace que su longitud sea mayor que la nominal. En este caso, todas las medidas pecarán (**sistemáticamente**) por defecto. El error podría evitarse eligiendo un material de coeficiente de dilatación bajo o controlando la temperatura a la que se mide.*

Medir temperaturas con un termómetro graduado en grados Fahrenheit, suponiendo por equivocación que está graduado en grados Celsius,



introduce también un error sistemático en la medida. El error se evita en este caso recabando información sobre la escala del termómetro.

Los errores sistemáticos no son objeto de la teoría de errores. Realmente son equivocaciones que pueden y deben evitarse, empleando métodos e instrumentos de medida correctos y adecuados a los fines que se deseen obtener.

1.2.2 Errores accidentales

Estos son los que llamaremos simplemente “ **errores** “, en el sentido técnico de la palabra. Son incertidumbres debidas a numerosas causas incontrolables e imprevisibles que dan lugar a resultados distintos cuando se repite la medida en condiciones idénticas.

Los errores accidentales, o errores propiamente dichos, parecen frutos del azar, y por ello reciben el nombre de errores aleatorios. Pueden ser debidos a la acumulación de muchas incertidumbres sistemáticas incontrolables o bien pueden provenir de variaciones intrínsecamente aleatorias a nivel microscópico. En ambos casos el resultado es que las medidas de una magnitud siguen una distribución de probabilidad, que puede analizarse por medios estadísticos. Aunque la presencia de los errores accidentales no pueda evitarse, sí puede estimarse su magnitud por medio de estos métodos estadísticos.

1.3 Clasificación de Errores de acuerdo al origen

De acuerdo al origen donde se produce el error, puede hacerse una clasificación general de estos: **errores causados por el instrumento de medición, causados por el operador o el método de medición (errores humanos) y causados por el medio ambiente donde se efectúa la medición.**

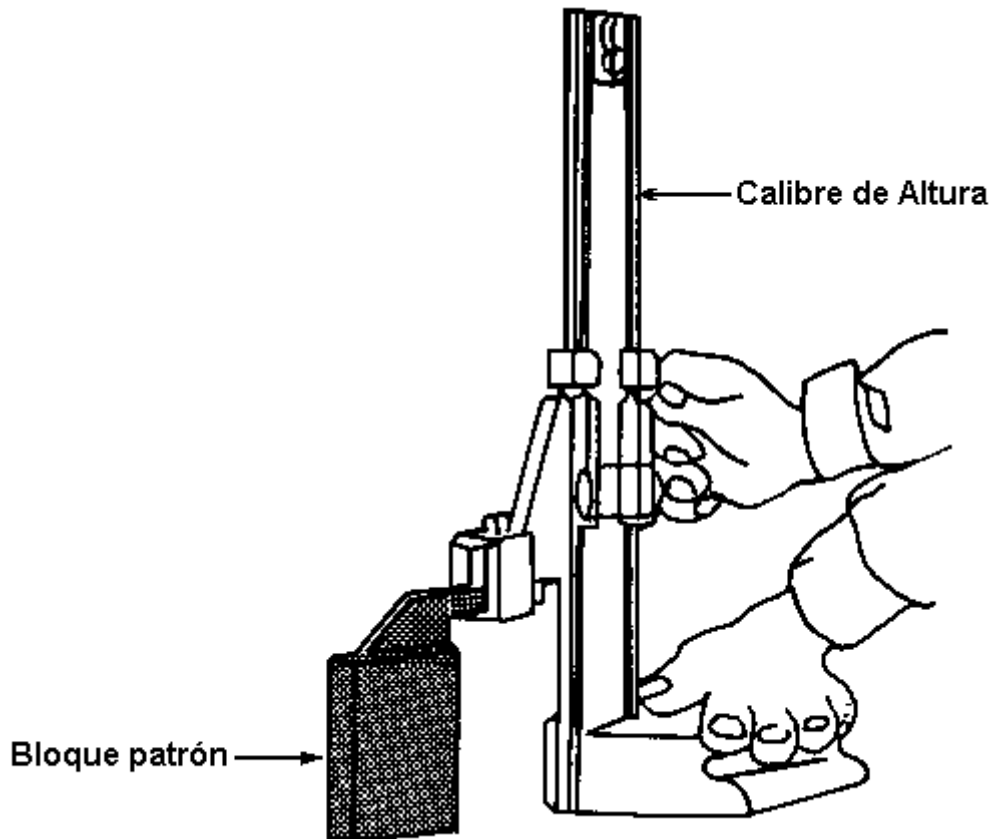
1.3.1 Errores Causados por el Instrumento o Equipo de Medición

Los errores atribuibles al instrumento, pueden deberse a defectos de fabricación (no es posible fabricar instrumentos perfectos). Estos pueden ser deformaciones, falta de linealidad, imperfecciones mecánicas, falta de paralelismo, etc.

El error instrumental tiene valores máximos admisibles, establecidos en normas o información técnica de fabricantes de instrumentos, y pueden determinarse mediante calibración.

Esta es la comparación de las lecturas proporcionadas por un instrumento o equipo de medición contra un patrón de mayor exactitud conocida tal como vemos en la figura que ilustraremos más adelante.

Debe contarse con un sistema de contrastación, que establezca, entre otros aspectos, periodos de calibración, criterios de aceptación y responsabilidades para la calibración de cualquier instrumento y equipode medición.



1.3.2 Errores del Operador o por el Método de Medición

*Muchas de las causas del error aleatorio se deben al **operador**, por ejemplo: **falta de agudeza visual, descuido cansancio, alteraciones emocionales, etc.** Para reducir este tipo de errores es necesario adiestrar al operador.*

*Otros tipos de errores son debidos al **método o procedimiento** con que se efectúa la medición, **el principal es la falta de un método definido y documentado.***

*Los errores mencionados en los siguientes párrafos debe **conocerlos y controlarlos el Operador.***

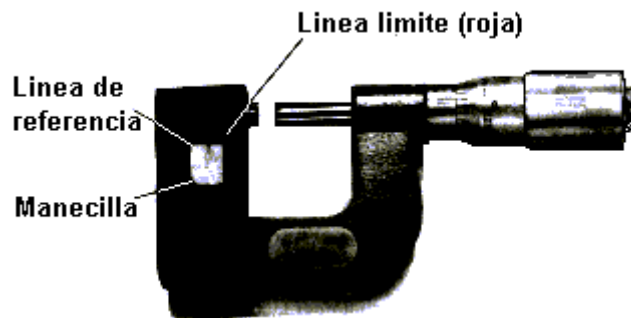
1.3.2.1 Errores por el Uso de Instrumentos no Calibrados

Instrumentos no calibrados o cuya fecha de calibración está vencida, así como instrumentos sospechosos de presentar alguna anomalía en su funcionamiento no deben utilizarse para realizar mediciones hasta que no sean calibrados para su uso.

Para efectuar mediciones de gran exactitud es necesario corregir las lecturas obtenidas con un instrumento o equipo de medición al cual se le hayan detectado problemas durante su contrastación.

1.3.2.2 Error por la Fuerza Ejercida al Efectuar Mediciones

La fuerza ejercida al efectuar mediciones puede provocar deformaciones en la pieza por medir, el instrumento o en ambos, por lo tanto es un factor importante que debe considerarse para elegir adecuadamente el instrumento de medición para cualquier aplicación particular. Por ejemplo, en vez de utilizar un micrómetro con criquet o tambor de fricción, puede requerirse uno de baja fuerza de medición. Tal como el que se ve en la figura siguiente.



1.3.2.3 Error por Instrumento Inadecuado

Antes de comenzar cualquier medición es necesario determinar **cual es él instrumento o equipo de medición adecuado para la aplicación de que se trate**. Además de la fuerza de medición ya citada, deben tenerse en cuenta otros factores tales como:

- Cantidad de piezas por medir.
- Tipo de medición (externa, interna, altura, profundidad, etc.)
- Tamaño de la pieza y exactitud deseada.

Existe una gran variedad de instrumentos y equipos de medición, abarcando desde un simple calibre pie de rey, hasta la avanzada tecnología de las máquinas de medir por coordenadas de control numérico, comparadores ópticos, micrómetros láser, rugosímetros, etc.

El instrumento a elegir está directamente relacionado con la pieza a medir por Ejemplo. Si queremos dimensionar piezas fundidas o forjadas, seguramente usaremos sin inconvenientes, un calibre pie de rey de la dimensión adecuada, puesto que las tolerancias de fabricación son amplias.

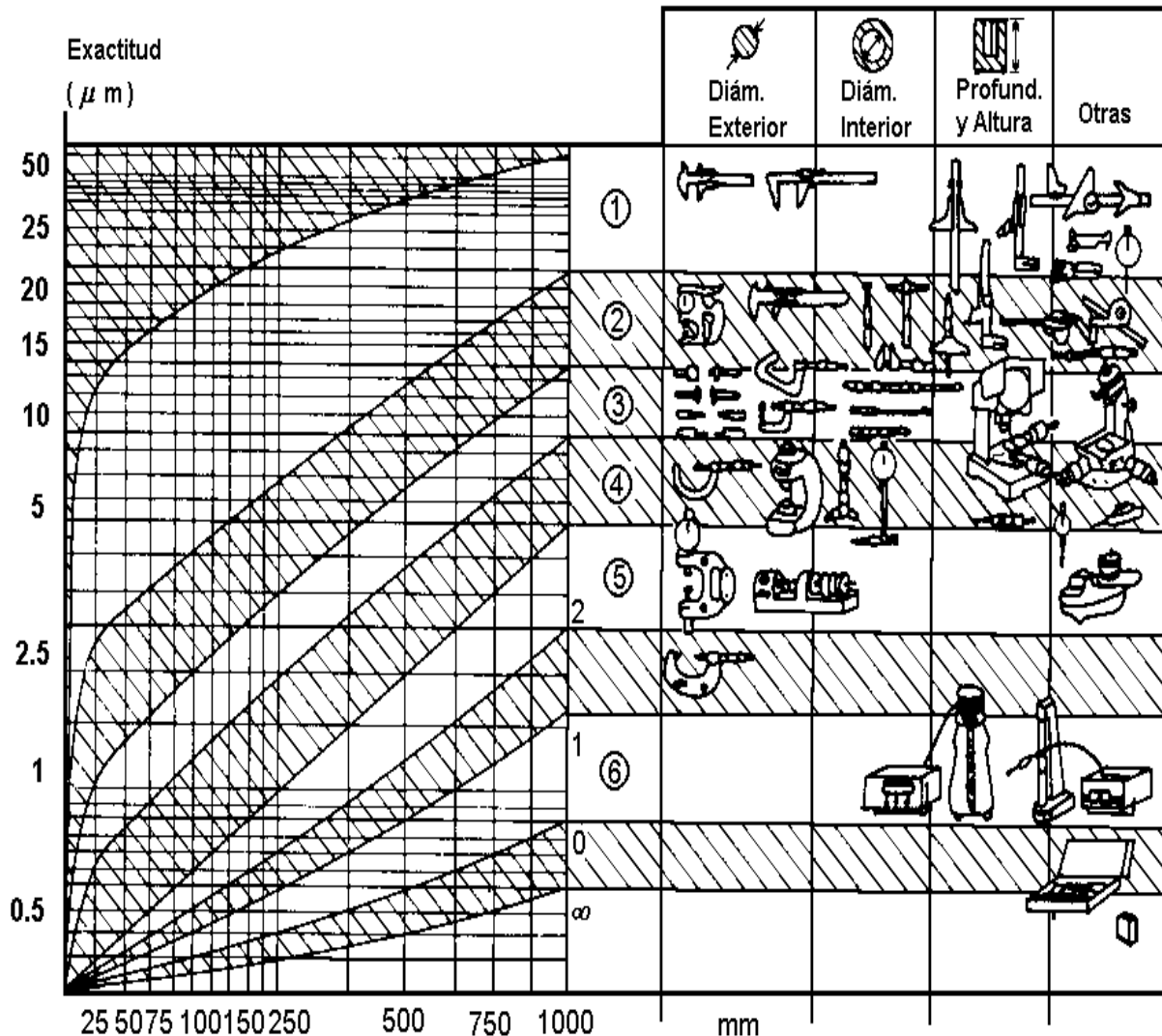
Si por el contrario vamos a medir un perno patrón, aunque su diámetro sea igual a las piezas fundidas o forjadas, usaremos un instrumento adecuado con su estricta tolerancia y ni siquiera utilizaremos un micrómetro exterior pues no tendría la exactitud requerida. Se recomienda que la razón de tolerancia de una pieza de trabajo a la resolución, legibilidad o valor de mínima división de un instrumento sea de **10 a 1 para un caso ideal y de 5 a 1 en el peor de los casos**.

Si no se usa esta relación la tolerancia se combina con el error de medición y por lo tanto un elemento bueno puede diagnosticarse como defectuoso y viceversa.

Cuando la razón antes mencionada no puede satisfacerse por no contar con

el instrumento adecuado, se requiere repetir las mediciones para asegurar la confiabilidad de las mismas.

En la siguiente figura se muestra en forma automática la exactitud que puede obtenerse con diversos instrumentos de medición en función de la dimensión medida.



1) Calibradores de vernier, calibre de altura.

2) Calibradores, calibres de altura, comparadores.

3) Micrometros de interiores y exteriores.

4) Micrometro de exteriores con escala vernier, alesametros, comparadores.

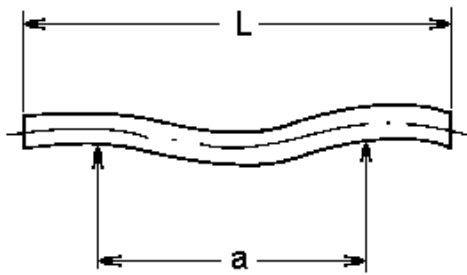
5) Calibrador de indicadores.

1.3.2.4 Error por Puntos de Apoyo

Este error afecta fundamentalmente a los instrumentos de gran longitud como por ejemplo; Unimaster, reglas, cintas métricas, etc.

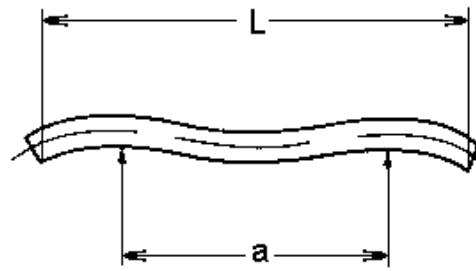
En estos casos deben utilizarse puntos de apoyo especiales como los puntos Airy o los puntos Bessel. Ver figura siguiente.

Puntos de apoyo que permiten que los dos extremos queden paralelos el uno con el otro.



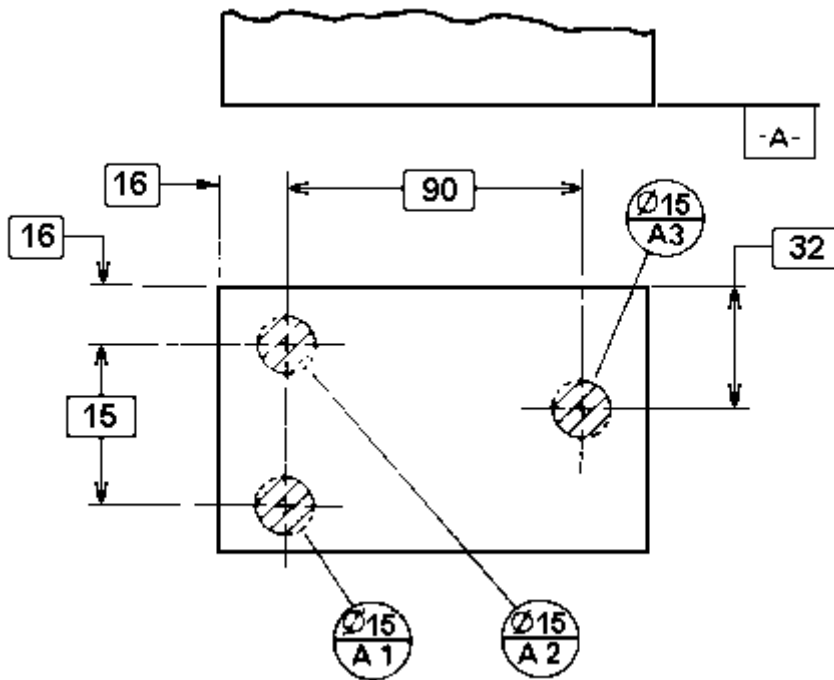
Puntos "Airy" $a = 0.5774 L$

puntos de apoyo que minimizan la contracción de la longitud de la línea central.



Puntos " Bessel" $a = 0.5594 L$

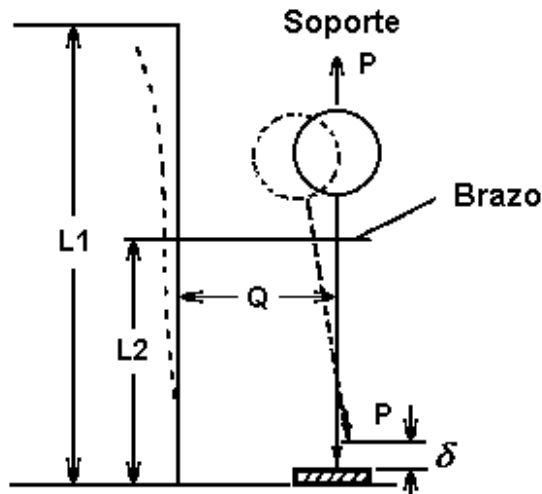
Para ciertas piezas o instrumentos muchas veces se indican la localización de los puntos o líneas, así como el tamaño de áreas sobre los que se deben apoyar, tal como se ilustra en la figura siguiente.



Este es un ejemplo clásico aplicable a los apoyos de una mesa de trazado de granito.

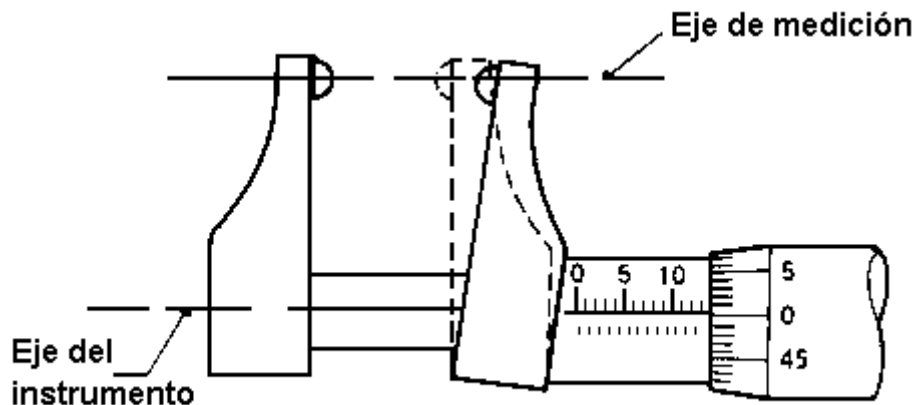
1.3.2.5 Errores por Método de Sujeción del Instrumento

El método inadecuado de sujeción de un instrumento puede causar errores como los que muestra la figura siguiente. En esta un comparador está sujeto a una distancia muy grande del soporte y al hacer la medición la fuerza ejercida provoca una desviación del brazo. La mayor parte del error se debe a la deflexión del brazo y no del soporte; para minimizarlo se debe colocar siempre el eje de medición lo más cerca posible al eje del soporte o sea que la distancia " Q " debe ser lo más chica posible.



1.3.2.6 Error de Distorsión

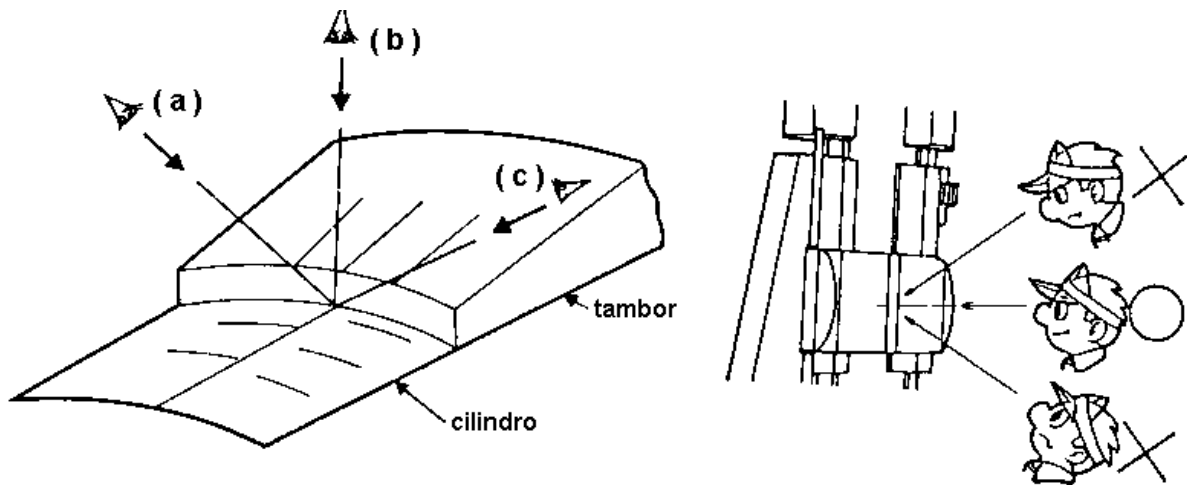
Gran parte de la inexactitud que causa la distorsión de un instrumento puede evitarse manteniendo el principio de la Ley de Abbe: **la máxima exactitud de medición es obtenida si el eje de medición es el mismo que el eje del instrumento.** En la siguiente figura vemos un tipo de micrómetro donde los errores provocados por la distorsión debido a la fuerza de medición aplicada y el hecho de que tal vez los topes de medición no se muevan paralelos uno con respecto del otro.



El micrómetro común satisface la ley de Abbe, no sucede lo mismo con el calibre Pie de Rey.

1.3.2.7 Error de Paralaje

Este error ocurre debido a la posición incorrecta del operador con respecto a la escala graduada del instrumento de medición la cual está en un plano diferente. Ver figura.



1.3.2.8 Error de Posición

Este error lo provoca la colocación incorrecta de las caras de medición de los instrumentos, con respecto a las piezas a medir.

El error de coseno tratado anteriormente en comparadores y palpadores es un ejemplo clásico de este error.

1.3.2.9 Error por Desgaste

Los instrumentos de medición, como cualquier otro objeto sufren desgastes por el uso natural o provocado por el mal uso.

El desgaste de los instrumentos de medición provoca una serie de errores en las mediciones. Los problemas en instrumentos pueden ser deformaciones de sus partes, juego entre sus ensambles, falta de paralelismo o planitud entre las caras de medición, etc.

Estos errores pueden originar; a su vez; decisiones equivocadas; por tanto, es necesario someter a cualquier instrumento de medición a una inspección de sus características. Estas inspecciones deberán repetirse periódicamente durante la vida útil del instrumento.

1.3.2.10 Error por Condiciones Ambientales

Entre las causas de errores se encuentran las condiciones ambientales en que se hacen las mediciones; entre las principales se destacan la **temperatura, la humedad, el polvo y las vibraciones o interferencia electromagnéticas extrañas (ruido)**.

1.3.2.10.1 Humedad

El exceso de humedad forma oxido en las caras de medición del instrumento o en otras partes, se establece como norma una humedad relativa de:

$$55 \% \pm 10 \%$$

1.3.2.10.2 Temperatura

En mayor o menor grado todos los materiales tanto el de las piezas para medir como el de los instrumentos de medición, están sujetos a variaciones longitudinales debido a cambios de temperatura. La temperatura de referencia internacionalmente a sido adoptada en:

$$20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}.$$

Pero a este tema lo trataremos con mayor amplitud en INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LAS MEDICIONES

1.3.2.10.3 Polvo

Los errores por polvo (partículas de tierra, fundición, etc.) son muy comunes en las mediciones del taller y causan errores del orden de los $3\ \mu$ (micrones). Si se deben efectuar mediciones de precisión se recomiendan salas con filtros para que el aire limite la cantidad y tamaño de las partículas del polvo ambiental.