



## METROLOGÍA DIMENSIONAL

Ponentes: Ramón Ramírez y Fernando Álvarez









## Índice

- 1. Objetivo
- 2. Instrumentos de medida
- 3. Incertidumbres y medidas
- 4. Mediciones









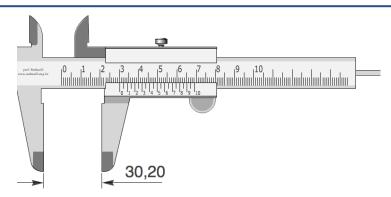
## 1. Objetivo



#### Objetivos del Comisario Técnico

Comisarios Técnicos e ingenieros debe tener un conocimiento adecuado de la metrología dimensional.

¿Qué es la metrología?



"La metrología dimensional es la ciencia aplicada que se encarga de estudiar las técnicas de medición que determinan las magnitudes lineales y angulares. También se encarga del estudio de otras características físicas, como redondez, paralelismo, concentricidad, coaxialidad, tolerancia geométrica, etc."

"La metrología es la "ciencia de la medida", es decir, la ciencia que estudia el conjunto de operaciones que tienen por finalidad determinar un valor de una magnitud."

"La metrología, como ciencia de la medición u obtención de valores numéricos, se convierte con su aplicación adecuada en garantía de aceptación y de adecuación a características contractuales."

#### Objetivo de la medida

El objetivo de una medición es obtener el valor de una magnitud con calidad y precisión.

Para ello, habrá que conocer los errores que lleva implícitos una medida obtenida con un instrumento de medición estándar.









## 2. Instrumentos de medida



## **Ejemplos**

## Algunos instrumentos de medida:

















#### Incertidumbres y medidas

Las actuaciones metrológicas se concentran en comprobar si el valor de la magnitud determinada se encuentra dentro o fuera de un intervalo de tolerancia, cuantificando, en su caso, la desviación.

La validez metrológica del elemento –en definitiva, su calidad o conformidad– se determina midiendo con instrumentos suficientemente precisos para decidir si la magnitud obtenida pertenece o no al intervalo de tolerancia (T).

#### Tolerancia de medida

Diferencia entre las medidas límites máxima y mínima permisibles en una cota determinada. Dicho de otro modo, es el intervalo de valores en el que debe encontrarse dicha magnitud para que se acepte como válida. Puede ser asignada por un reglamento. Puede ser incluso 0, es decir, no existir tolerancia.

#### Incertidumbre de medida

Es asociada al instrumento de medida. Nunca puede ser 0 y siempre debe ser tomada en cuenta.











#### **Medidas**

La figura muestra seis posibles situaciones de medidas e incertidumbres asociadas, respecto al intervalo de tolerancia establecido.

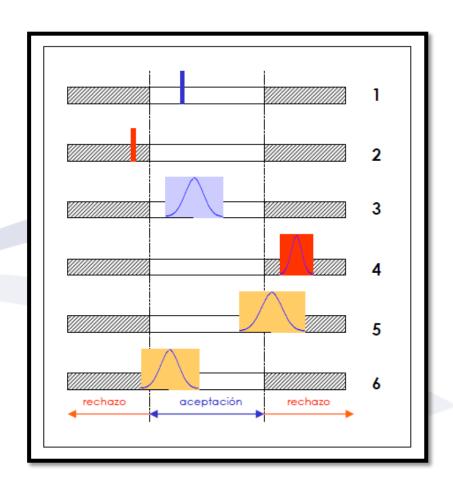
Casos 1 y 2 son situaciones ideales donde la incertidumbre es despreciable frente a la tolerancia.

- Aceptación (1) con absoluta seguridad.
- Rechazo (2) con absoluta seguridad.

En los cuatro casos restantes existe una incertidumbre no despreciable. Sin embargo, cuando no existe solapamiento con el intervalo de tolerancia, casos 3 y 4, la decisión es clara igualmente:

- Aceptación (3) con absoluta seguridad.
- Rechazo (4) con absoluta seguridad.

Los casos 5 y 6 corresponden a situaciones ambiguas donde algunos posibles valores de la medida se sitúan en la zona de aceptación y otros en la de rechazo.









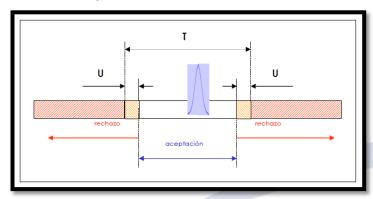




#### **Medidas**

#### Postura prudente:

a) Reducir en 2U el intervalo de decisión, quedando definido el nuevo intervalo de aceptación como (T – 2U).



b) Limitar el valor del cociente de ambos intervalos (tolerancia e incertidumbre), exigiendo que la incertidumbre sea claramente menor que la tolerancia.

En metrología dimensional es habitual tomar:

$$3 \leq \frac{T}{2U\left(k=2\right)} \leq 10$$

Se puede establecer, de forma más sencilla, que T/2U = 5, o sea, T = 10U. Expresado de forma no muy ortodoxa quizás, pero tremendamente clara: "la incertidumbre asociada a la medida debe ser en torno a la décima parte de la tolerancia".











#### **Medidas**

Controlar el diámetro de un eje de diámetro nominal de 25 mm.

La tolerancia para ese diámetro es de ± 50 μm.

Pieza **buena**: diámetro entre  $24,95 \le \phi \le 25,05$ 

#### Tenemos para medir:

Micrómetro milesimal con: U = 1 μm de incertidumbre.
 Micrómetro centesimal con: U = 15 μm de incertidumbre.
 Calibre pie de rey con: U = 25 μm de incertidumbre.

¿Se puede medir con cualquier útil de los anteriores el eje propuesto?











**Medidas** 

$$\frac{6 U}{T} \leq 0, 1$$

1. Micrómetro milesimal con U = 1  $\mu$ m  $\frac{6 U}{T} = \frac{6 x 1}{100} = 0.06 \le 0.1$  SI adecuado

2. Micrómetro centesimal con U = 15  $\mu$ m  $\frac{6 U}{T} = \frac{6 \times 15}{100} = 0.9 \ge 0.1$  NO adecuado

3. Calibre pie de rey con U = 25  $\mu$ m  $\frac{6 U}{T} = \frac{6 \times 25}{100} = 1,5 \ge 0,1$  NO adecuado









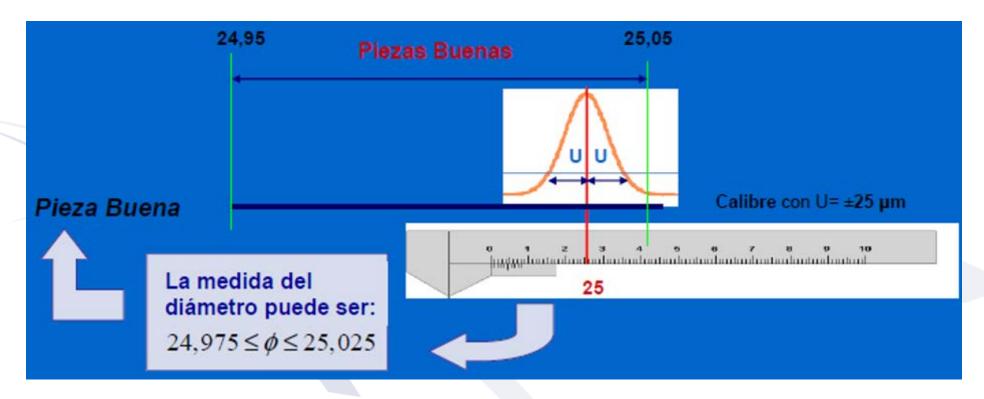


#### **Medidas**

#### Medición con calibre U = 25 μm

Tolerancia de verificación (Tv): es la tolerancia efectiva que debe cumplir la magnitud que se mide, teniendo en cuenta la incertidumbre del útil de medición.

#### Ejemplo de medición y aceptación de piezas









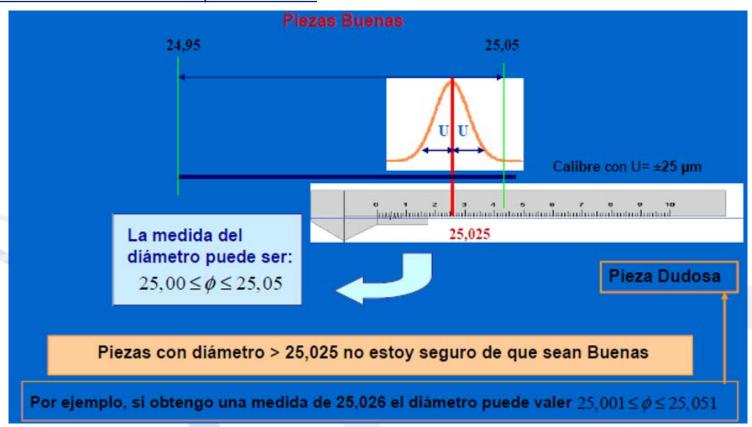




#### **Medidas**

#### Medición con calibre U = 25 μm

Ejemplo de medición e identificación de piezas dudosas



Este resultado, en nuestro deporte, ¿cómo debe interpretarse?











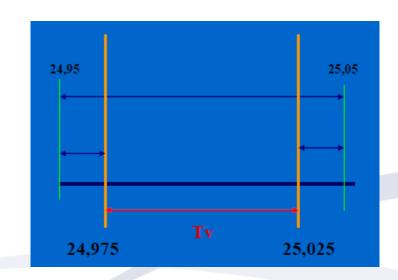
#### **Medidas**

#### Medición con calibre $U = 25 \mu m$

#### Conclusiones

La Tv debe ser, por lo tanto:

$$T = \pm 50 \mu m = 100 \mu m$$
  
 $Tv = T - 2U = 100 - 2 \times 25 = 50 \mu m$ 



En un control de calidad tradicional, las piezas fuera de la Tv serían descartadas como válidas. Sin embargo, en automovilismo de competición, siempre debemos atender al principio siguiente:

## In dubio pro reo

Locución latina que expresa el principio jurídico de que en caso de duda, por ejemplo, por insuficiencia probatoria, se favorecerá al imputado o acusado (*reo*). Es uno de los principios actuales del Derecho penal moderno donde el fiscal o agente estatal equivalente debe probar la culpa del acusado y no este último su inocencia. Podría traducirse como "ante la duda, a favor del reo".

Este resultado, en nuestro deporte, ¿cómo debe interpretarse?







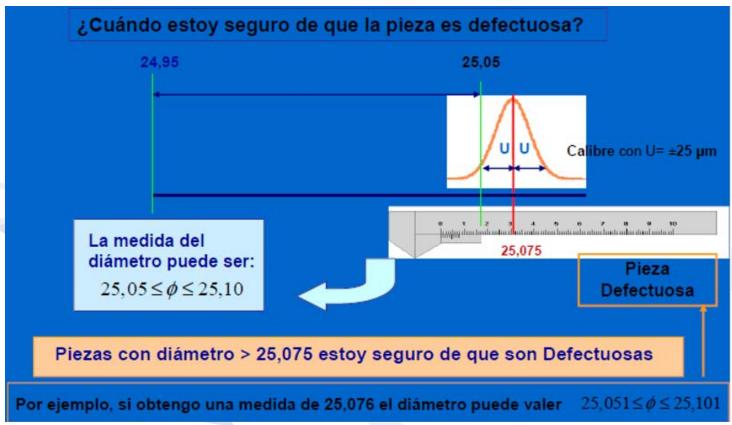




#### **Medidas**

#### Medición con calibre U = 25 μm

Cuando se determina que la pieza es incorrecta













#### **Medidas**

#### Medición con calibre U = 25 μm

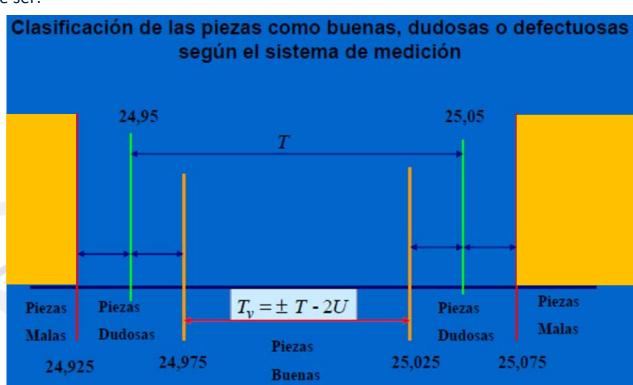
#### Conclusiones finales

La Tv final, incluyendo todos los casos, debe ser:

En automovilismo de competición:

$$T = \pm 50 \mu m = 100 \mu m$$
  
 $Tv = T + 2U = 100 + 2 \times 25 = 150 \mu m$ 

¿Cuando debemos hacer un informe rechazando la pieza medida?



La tolerancia e incertidumbre únicamente se aplica una vez, en la medición o en el valor reglamentado









#### **Conclusiones**

Es fundamental conocer la incertidumbre del aparato de medida que estemos usando a la hora de realizar una medición.

Los aparatos de medida que utilicemos deben de estar correctamente calibrados para que la medida sea de calidad.

Toda medida debe de ir acompañada de su incertidumbre para que su resultado se considere completo.

Certificado de calibración pie de rey 150 mm











- 1. Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.
- 2. Procedimiento de medición con útiles de precisión.
- 3. Interpretación de los resultados de una medición.











#### Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

1. Cómo se usa la escala de un útil de medición Calibre pie de rey

El uso del nonio, se fundamenta en lo siguiente:



- Si en la regla fija, 10 milímetros de longitud se divide en 10 partes iguales, resulta que el valor de cada medición será de 1 mm.
- Sobre la regla o boca móvil, se marcan 9 milímetros de longitud y se dividen en 10 partes iguales, resulta, que el valor de cada medida será de 0,9 mm.
- La diferencia entre 1 unidad de la regla fija y 1 unidad de la móvil, es de 0,1 mm.
- Cuando la línea cero de la regla móvil coincide con cualquier división de la fija, la medida será exacta, o sea que no tendrá décimas de mm.
- Cuando coinciden el 1 de la regla fija con el 1 de la móvil, la medida tendrá + 0,1 mm., cuando coinciden los 2, la medida tendrá + 0,2 mm. y así sucesivamente.











Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

#### Pie de rey analógico

Resolución = 0,02 mm.

Resultado = 21,48 mm.











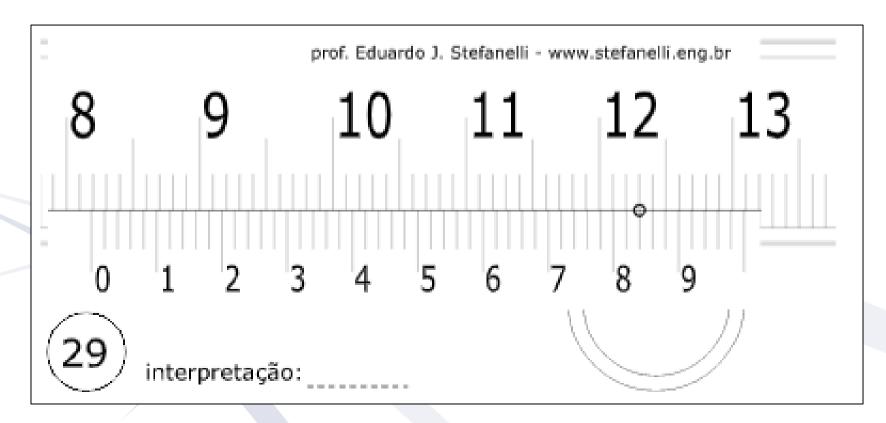


Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

#### Pie de rey analógico

Resolución = 0,02 mm.

Resultado = 81,84 mm.













Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

Más ejercicios:

https://www.stefanelli.eng.br/es/calibre-virtual-simulador-milimetro-02/

Preguntas:

https://www.stefanelli.eng.br/es/calibre-ejercicio-milimetro-02-1/

Soluciones:

https://www.stefanelli.eng.br/es/calibre-solucion-ejercicio-milimetro-02-1/







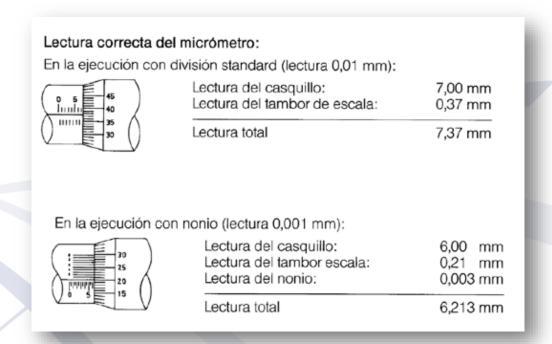




Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

1. Cómo se usa la escala de un útil de medición Micrómetro

El uso del nonio, se fundamenta en lo siguiente:











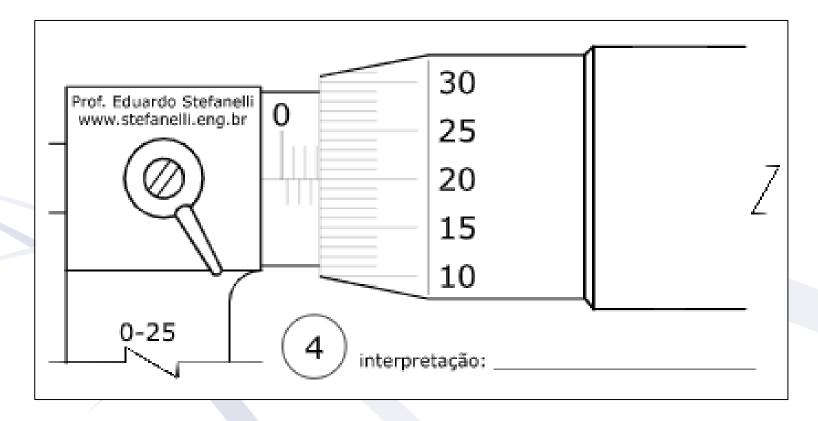


Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

#### Micrómetro analógico

Resolución = 0,01 mm.

Resultado = 3,20 mm.











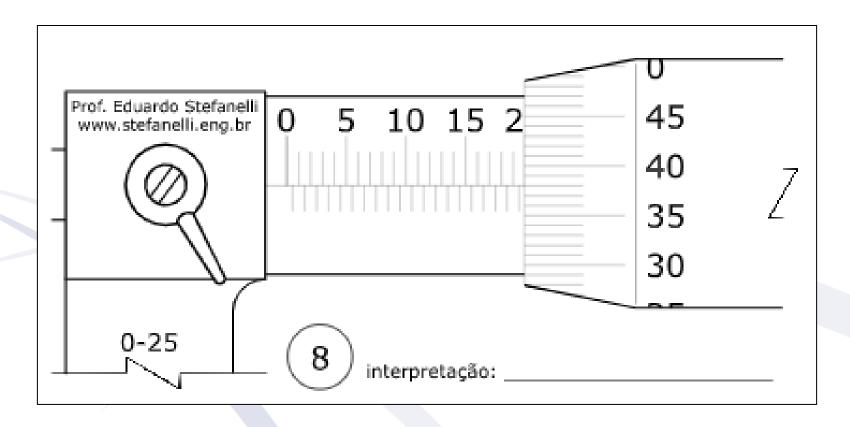


Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

#### Micrómetro analógico

Resolución = 0,01 mm.

Resultado = 19,88 mm.













Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

Más ejercicios:

https://www.stefanelli.eng.br/es/micrometro-virtual-centesimas-milimetro-simulador/

Preguntas:

https://www.stefanelli.eng.br/es/ejercicio-micrometro-centesimas-milimetro-1/

Soluciones:

https://www.stefanelli.eng.br/es/micrometro-solucion-ejercicio-centesimas-milimetro-1/







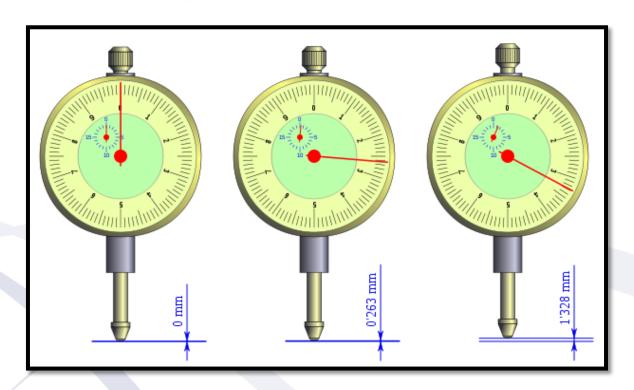




Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

1. Cómo se usa la escala de un útil de medición Reloj comparador

El uso del nonio, se fundamenta en lo siguiente:













Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

#### Reloj comparador analógico

Resolución = 0,01 mm.

Resultado = 3,06 mm.









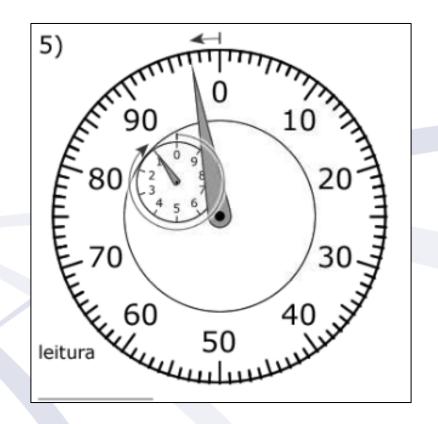




Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

#### Reloj comparador analógico

Resolución = 0,01 mm. Resultado = 9,03 mm.













Lectura de una medición. Uso de la escala de un útil de medición.

Más ejercicios:

https://www.stefanelli.eng.br/es/comparador-caratula-virtual-milimetro-simulador/#swiffycontainer 1

Preguntas:

https://www.stefanelli.eng.br/es/ejercicio-comparador-caratula/

Soluciones:

https://www.stefanelli.eng.br/es/comparador-caratula-solucion-ejercicio/





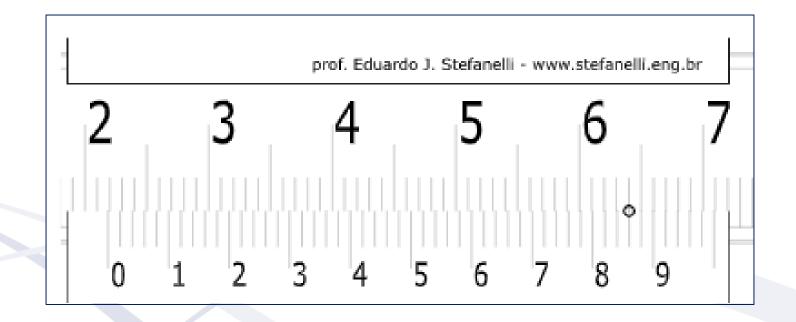






#### Examen

#### Pie de rey analógico







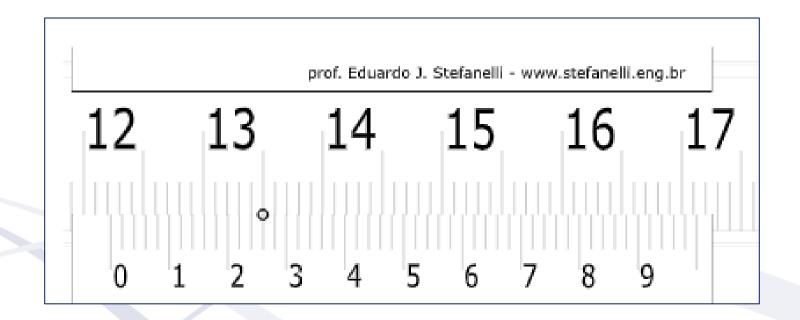






#### **Examen**

#### Pie de rey analógico







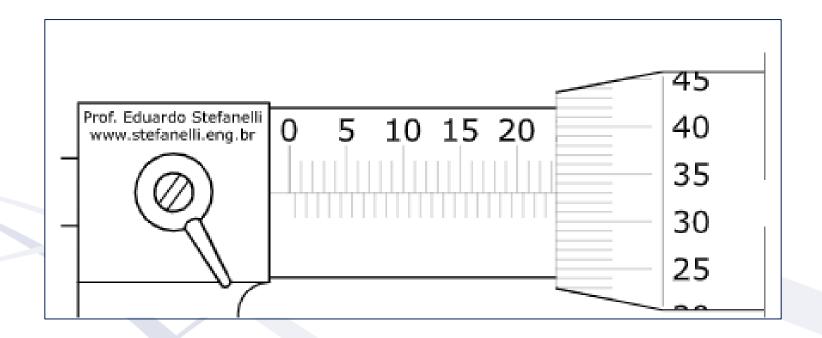






#### Examen

#### Micrómetro analógico







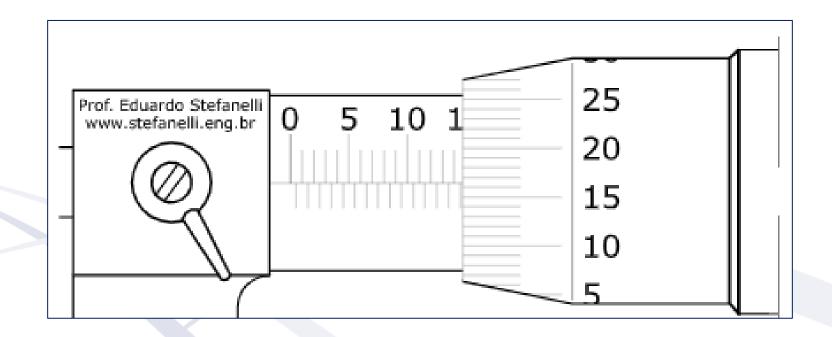






#### Examen

#### Micrómetro analógico







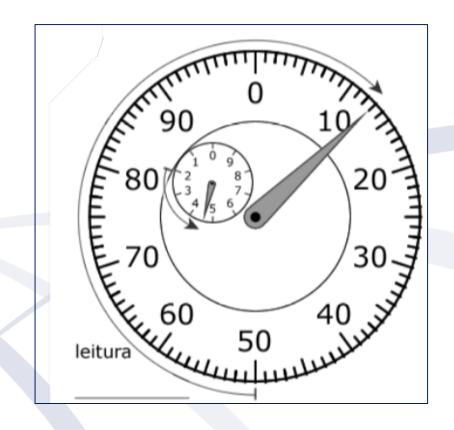






#### Examen

#### Reloj comparador analógico







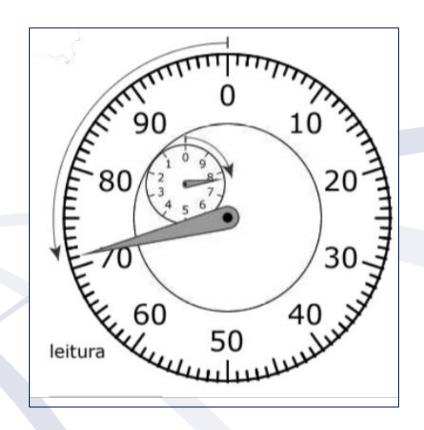






#### Examen

#### Reloj comparador analógico













#### Resultados examen

#### Pie de rey analógico

Resolución = 0,02 mm. Resultado = 21,86 mm.

#### Pie de rey analógico

Resolución = 0,02 mm. Resultado = 122,26 mm.

#### Micrómetro analógico

Resolución = 0,01 mm. Resultado = 23,33 mm.

#### Micrómetro analógico

Resolución = 0,01 mm. Resultado = 14,66 mm.

#### Reloj comparador analógico

Resolución = 0,01 mm. Resultado = 2,63 mm.

#### Reloj comparador analógico

Resolución = 0,01 mm. Resultado = 2,29 mm.











#### Medición con útiles de medición de precisión

- 1. Medición de leva (dimensiones A y B) y diámetro pistón.
- 2. Medición de brida de admisión.
- 3. Diámetros mariposa.
- 4. Diámetro cilindro.
- 5. Altura pistón.

Medida = ? mm











#### Medición con útiles de medición de precisión

1. Medición de leva (dimensiones A y B) y diámetro pistón.

Útil: calibre pie de rey analógico.

Resultado =

2. Medición de brida de admisión

Útil 1: galgas tipo "T" + micrómetro de exteriores

Útil 2: micrómetro de interiores de 3 contactos.

Resultado =

3. Diámetros mariposa

Útil: compas de puntas con reloj analógico.

Resultado =

4. Diámetro cilindro

Útil: alexómetro + micrómetro exteriores.

Resultado =

5. Carrera cilindro o altura pistón

Útil: reloj comparador + soporte magnético.

Resultado =







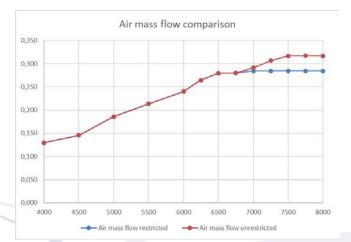


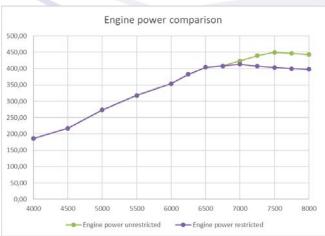


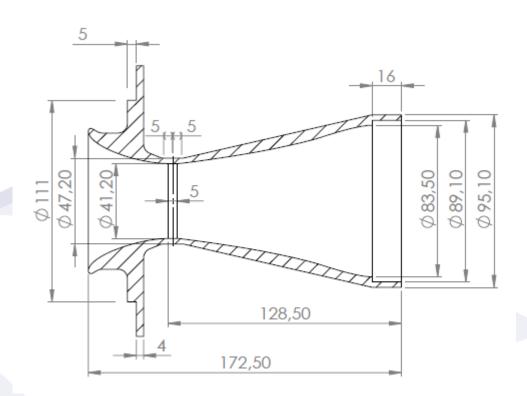
#### Interpretación de los resultados

#### Medición de brida

Se dispone de una brida de admisión de la que debemos obtener su medida de forma precisa:







Medida = ? mm











#### Interpretación de los resultados

#### Medición de brida

Se dispone de varias bridas de admisión de las que debemos comprobar su conformidad. Medida = 33,XX mm

Reglamento

Diámetro máximo: 34,00 mm Tolerancia reglamentaria: +0 mm

Útil de medida

Micrómetro interiores 3 contactos

Campo medida: 30 – 35 mm

División escala: 5 μm (0,005 mm)

Incertidumbre: 10 μm (0,010 mm)

Resultado

Medida = 33,850 mm Tv = T + U = 0 + 0,010 = 0,010 mm Resultado  $\rightarrow$  33,840  $\leq \varphi \leq$  33,860

Pieza correcta

2

Diámetro máximo: 34,00 mm Tolerancia reglamentaria: +0 mm

Micrómetro interiores 3 contactos

Campo medida: 30 – 35 mm

División escala: 5 μm (0,005 mm)

Incertidumbre: 10 μm (0,010 mm)

Medida = 34,100 mm Tv = T + U = 0 + 0,010 = 0,010 mm Resultado  $\rightarrow$  34,090  $\leq \varphi \leq$  34,110

Pieza incorrecta











#### Interpretación de los resultados

#### Medición de brida

Se dispone de la misma brida de admisión de la que debemos obtener su medida de forma precisa, con otro micrómetro de interiores.

Medida = 33,XX mm

Reglamento

Diámetro máximo: 34,00 mm Tolerancia reglamentaria: +0 mm

Útil de medida

Micrómetro interiores 3 contactos

Campo medida: 30 – 35 mm

División escala: 5 μm (0,005 mm)

Incertidumbre: 20 μm (0,020 mm)

Resultado

Medida = 33,990 mm Tv = T + U = 0 + 0,020 = 0,020 mm Resultado  $\rightarrow$  33,970  $\leq \varphi \leq$  34,010

Pieza dudosa pero correcta

4

Diámetro máximo: 34,00 mm Tolerancia reglamentaria: +0 mm

Micrómetro interiores 3 contactos

Campo medida: 30 – 35 mm

División escala: 5 μm (0,005 mm)

Incertidumbre: 20 μm (0,020 mm)

Medida = 34,010 mm Tv = T + U = 0 + 0,020 = 0,020 mm Resultado  $\rightarrow$  33,990  $\leq \varphi \leq$  34,030 El límite aceptable sería 34,020 mm con este instrumento de medida

Pieza dudosa pero correcta











#### Interpretación de los resultados

#### Pesaje

Se realiza un pesaje durante una prueba y se debe determinar si el resultado es correcto.

Peso = 12XX kg

Reglamento

Peso mínimo: 1230 kg

Tolerancia reglamentaria: -2 kg

Báscula

Campo medida: -> 2500 kg División escala: 0,5 kg

Incertidumbre: 0,5 kg

Resultado

Útil de medida

**Medida** = **1226** kg

Tv = T + U = 2 + 0.5 = 2.5 kg

Resultado → 1228,5 kg

**Peso incorrecto** 

2

Peso mínimo: 1230 kg

Tolerancia reglamentaria: -2 kg

Báscula

Campo medida: -> 2500 kg División escala: 0,5 kg

Incertidumbre: 0,5 kg

Medida = 1227,5 kg

Tv = T + U = 2 + 0.5 = 2.5 kg

Resultado → 1230 kg

Peso dudoso pero correcto

3

Peso mínimo: 1230 kg

Tolerancia reglamentaria: -2 kg

Báscula

Campo medida: -> 2500 kg
División escala: 0,5 kg
Incertidumbre: 0,5 kg

Medida = 1232 kg

Tv = T + U = 2 + 0,5 = 2,5 kg Resultado  $\rightarrow$  1234,5 kg

**Peso correcto** 









## 4. Metrología dimensional



#### **ACUERDOS - CONCLUSIONES**

- IMPORTANCIA DE HACER EN TODO MOMENTO UN USO CORRECTO DE LOS DIFERENTES APARATOS DE MEDICIÓN Y PRECISIÓN
- LA DINÁMICA DE LA PONENCIA HA TENIDO MUY BUENA ACEPTACIÓN, ANIMANDO A LOS ASISTENTES A UNA PARTICIPACIÓN MUY ACTIVA, Y CON EL FIN DE PROGRESAR Y PROFUNDIZAR EN LA CORRECTA INTERPRETACIÓN DE LOS ELEMENTOS A MEDIR EN CUALQUIER VERIFICACIÓN TÉCNICA.











# **MUCHAS GRACIAS**







