Estaño	7,3	Pirita	5,0	Cristal	3,30
Fundición	7,25	Oro	19,30	Piedra pómez	0,60
Hierro	7,85	Gasolina	0,74	Madera de boj	0,93
Latón	8,6	Aceite mineral	0,95	Madera de haya	0,78
Sal común	2,2	Calamina	3,4	Madera de caoba	1,06
Pólvora	2,1	Lignito	2,3	Cerveza	1,03
Magnesio	7,2	Diamante	3,6	Papel	0,80
Plomo	11,30	Hielo	0,93	Glicerina	1,27
Plata	10,5	Platino	21,10	Petróleo	0,78

1.2.2. Cálculo del peso de los materiales

Un tema importante del taller de mecánica es saber comprar el material necesario para la fabricación de las piezas. Este generalmente se vende a peso y las barras se suministran en medidas comerciales de 6 metros de longitud, por lo que a la hora de calcular la cantidad que precisamos tendremos que ser prudentes, si compramos poco material nos quedaremos cortos (no terminaremos las piezas) y si compramos más cantidad del que necesitamos, tendremos recortes sobrantes que hemos pagado y se nos quedan en el almacén. Es por lo que deberemos calcular el material necesario, su peso y su coste. La forma de conocer el peso de un material es, calculando su volumen en dm^3 y multiplicarlo por su peso específico (Pe), el cual debemos conocer (véase tabla 1.1.) Si además conocemos el precio del mismo, estaremos en condiciones de saber lo que nos cuesta en el comercio.

$$\text{Peso en kilos} = dm^3 \times Pe$$

PARA SABER MÁS

Los materiales en el taller los pesamos en kilos. Cuando compramos materiales en bruto, es decir en barras para la mecanización de piezas, se hacen a precio por kilo.

1.2. EJERCICIO RESUELTO

Calcular el peso de una pletina de acero de 6 metros de longitud (barra comercial) de 10 mm de grosor y 80 mm de anchura.

SOLUCIÓN:

Calculamos su sección $S = 10 \text{ x } 80 = 800 \text{ mm}^2$

Calculamos su volumen $V = 800 \text{ x } 6.000 = 4.800.000 \text{ mm}^3$; $4.800.000 / 10^6 = 4{,}8 \text{ dm}^3$

Como el peso específico del acero es 7,85 lo multiplicamos por el Pe y nos dará el peso en kilos

Peso de la pletina = 4,8 x 7,85 =37,68 kg

Si la pletina fuese de aluminio, su peso específico 2,7, el peso de esta será:
Peso = 4,8 x 2,7 = 12,96 kg

1.6. EJERCICIO RESUELTO

Dos personas transportan en una barra apoyada en los hombros un peso de 60 kg (figura 1.11). La barra tiene una longitud de 150 cm. El hombre A no puede llevar nada más que 15 kg. Calcular a qué distancia del hombre B se debe colocar la barra para que este transporte el resto del peso.

SOLUCIÓN:

P = 60 kg A = 15 kg B = ¿...?

A x AB = P x OB

(A) 15 x (AB) 150 = (P) 60 x OB, despejando OB

OB = (15 x 150) / 60 = 37,5 cm. del hombre B

150 – 37,5 = 112,5 cm del hombre A

El hombre B llevara 60 – 15 = 45 kg

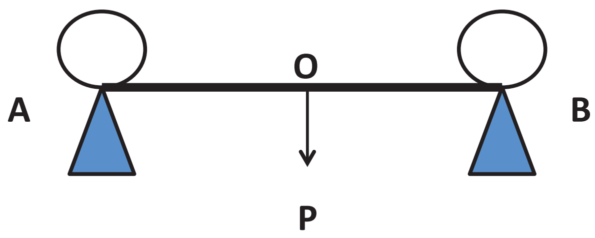
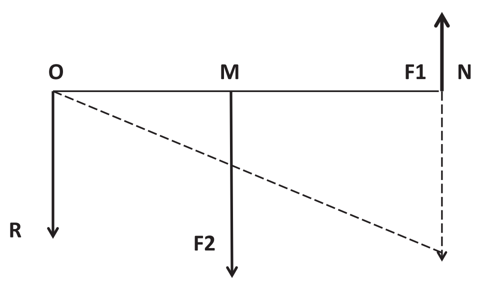


Figura. 1.11. Fuerzas paralelas.

1.3.6. Fuerzas paralelas de sentido contrario

Cuando a un cuerpo le aplicamos fuerzas paralelas de sentido contrario (figura 1.12) la resultante R obtenida será otra fuerza equivalente a la diferencia de las fuerzas, la resultante tendrá:

- Una intensidad igual a la diferencia de las fuerzas.
- El sentido de la resultante será la de mayor fuerza.
- Estará aplicada en un punto tal que el producto de su distancia por su fuerza sea igual al producto de la otra por su fuerza.



F1 x NO = F2 x MO

R = F1 – F2

Figura 1.12. Fuerzas paralelas de sentido contrario.

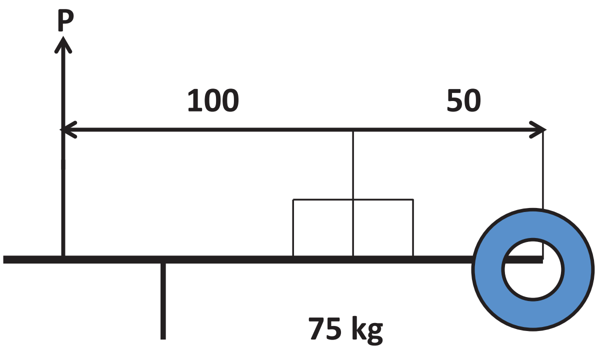


Figura 1.17. Carretilla.

1.3.9. Trabajo

Se dice que se efectúa un trabajo cuando vencemos una resistencia mediante la acción de una fuerza a lo largo de un espacio. Su unidad es el kilográmetro = kg x m.

Si empujamos el cuerpo de la figura 1.19 con una fuerza *F* de 10 kg desplazándolo a lo largo del espacio *e* de 20 metros hasta *A*, decimos que hemos realizado un trabajo. Si queremos saber el trabajo realizado aplicamos la fórmula y tendremos que el trabajo realizado de la figura, en este caso será de

$$T = 10 \text{ kg x } 20 \text{ m} = 200 \text{ kgm}$$

$$T = F \times e$$

donde T = trabajo; e = espacio; F = fuerza.

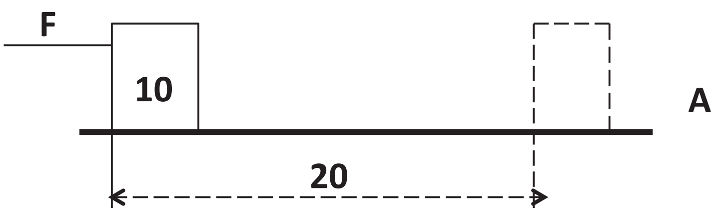


Figura 1.18. Trabajo.

Kilográmetro: es el resultado de multiplicar la fuerza ejercida para realizar un trabajo por el espacio recorrido. Se representa por kgm

kilográmetro = kilopondio x metro

Ergio: es la unidad de trabajo en el sistema CGS.

ergio = dina x centímetro

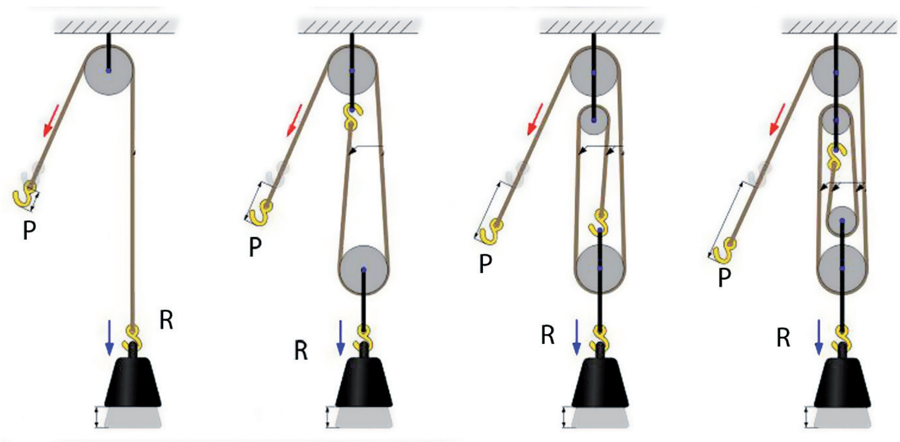
Julio: es la unidad de trabajo en el sistema GIORGI.

julio = newton x metro

1.3.11. Poleas y polipastos

Las poleas y polipastos son ejemplos de máquinas simples empleadas para levantar o arrastrar grandes pesos. Estas máquinas están basadas en una serie de poleas enlazadas o no unas con otras mediante cables, de forma que con poca potencia *P* son capaces de realizar grandes esfuerzos *R*.

A pesar de su sencillez, muchas máquinas disponen de poleas en sus mecanismos para ejecutar su trabajo, y en la industria, las podemos encontrar formando distintas composiciones, las cuales, según su estructura, reciben nombres distintos. A efectos de estudio se representan las más comunes. En la figura 1.21, debajo de cada polea se pone la fórmula que nos calcula la potencia. Siendo *R* la resistencia, *P* la potencia y *N* el número de poleas.



Polea Fija	Polea Móvil	Talla	Polipasto
$P = R$	$P = R / 2$	$P = R / 2^N$	$P = R$ / Nº de poleas

Figura 1.21. Tipos de polipastos.

1.14. EJERCICIO RESUELTO

Tenemos que levantar 150 kg con una polea móvil, siendo el peso de la polea de 10 kg. Hallar la fuerza que tenemos que realizar para levantar dicho peso.

SOLUCIÓN:

$$P = \frac{R}{2};\ P = \frac{150 + 10}{2} = 80 \text{ kg}$$

PARA SABER MÁS

Los mecanismos de poleas y polipastos son muy empleados en las industrias y talleres siderometalúrgicos, pues con poco esfuerzo se manipulan grandes pesos.

Por ejemplo, si para elevar un gramo de cobre (Cu) 1 ºC de temperatura necesitamos 0,095 calorías, diremos que el calor específico del cobre es 0,095.

Lo mismo pasa con cualquier otro tipo de material, cuando decimos que el calor específico del hierro (Fe) es 0,0140 significa que para elevar 1 gramo de hierro 1 ºC su temperatura, necesitamos aplicarle 0,140 calorías.

En mecánica necesitamos con relativa frecuencia calcular la cantidad de calor que hay que aplicar a un cuerpo en un momento determinado para realizar una operación mecánica, por ejemplo, calentar piezas a temperatura de temple, mezclar aceites y líquidos refrigerantes, enfriar una pieza a temperatura de revenido, etc.

En base a estos problemas que se nos pueden presentar. Las calorías que necesitamos para pasar un cuerpo de una temperatura de t a $t´$ grados nos las da la fórmula:

$$Q = M \times c\,(t - t')$$

Siendo: Q = cantidad de calor en calorías;
M = masa del cuerpo en gramos; c = calor específico;
t = temperatura inicial; $t´$ = temperatura final

En la tabla siguiente se dan los calores específicos de los materiales más empleados en el taller:

TABLA 1.6. **Calor específico de algunos elementos**

Metal	Símbolo	C. específico	Metal	Símbolo	C. específico
Cinc	Zn	0,092	Agua	H_2O	1,00
Alcohol		0,570	Glicerina		0,560
Aluminio	Al	0,214	Latón	Cn + Zn	0,094
Acero	Fe + C	0,118	Manganeso	Mn	0,243
Calcio	Ca	0.155	Mercurio	Mg	0,033
Hierro	Fe	0,140	Oro	Au	0,032
Aire		0,240	Oxígeno	O	0,219
Cobre	Cu	0,095	Plata	Ag	0,057
Níquel	Ni	0,106	Platino	Pt	0,031
Estaño	Sn	0,056	Plomo	Pb	0,031

1.20. EJERCICIO RESUELTO

¿Qué cantidad de calor necesitamos para elevar la temperatura de una pieza de aluminio que está a 20 ºC hasta 300 ºC, si la pieza pesa 4 kilos?

SOLUCIÓN:

4 kg x 1.000 = 4.000 gramos. Aplicando la fórmula tendremos que $Q = M \times c\,(t - t´)$ = 4.000 x 0,214 (300 – 20) = 239.680 calorías.

239.680 / 1.000 = 239,68 kilocalorías.

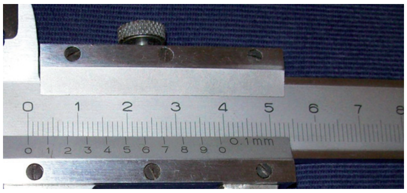


Figura 2.8. Regla con nonio.

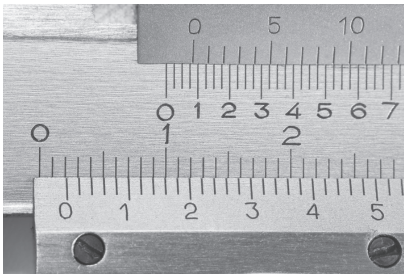


Figura 2.9. Nonio.

Figura 2.10. Calibre digital.

Figura 2.11. Calibre de profundidades.

Nonio del calibre. Cuando graduamos una regla en mm, los trazos están muy juntos pero son visibles, si ahora la graduamos en medios milímetros los trazos están más juntos, perdiéndose casi la visibilidad de los mismos, pero si la graduamos en décimas de mm los trazos no son ya visibles (imposible de graduar). Entonces para poder apreciar medidas tan pequeñas como las décimas o centésimas de mm, nos valemos del llamado nonio.

El nonio es una regla graduada de manera que tiene 1 mm repartido entre sus divisiones. De forma que un nonio será más preciso cuanto mayor número de divisiones tenga su regla.

El funcionamiento es muy sencillo, desplazamos el nonio sobre la regla fija del aparato de medida (pie de rey) si el 0 del nonio coincide con una división de la regla fija, tendremos medida exacta, sino coincide el 0 con una división de la regla, habrá una división del nonio a partir del 0 que coincida con una división de la regla. Se cuentan las divisiones desde el 0 hasta la que coincida, y esa será la medida en décimas, ½ décimas, etc., según el número de divisiones del nonio. Ver figura 2.8.

En la figura 2.9 el 0 del nonio no coincide con la división de la regla del calibre, pero coincide el número 1 del nonio con una división de la regla del calibre y por lo tanto la medida que se está tomando es de 2,1 mm.

La precisión de lectura de un aparato de medida se obtiene por la fórmula:

$$\text{Precisión del calibre} = \frac{\text{Menor división de la regla}}{\text{N.º de divisiones del nonio}}$$

Sonda. La sonda, también llamado calibre de profundidades, es un aparato de precisión, especialmente diseñado para la toma de medidas de profundidad, es un elemento de control de calidad muy empleado en el taller. Como todo aparato de precisión tiene una regla fija graduada en milímetros, y un nonio que es el que le da la precisión, este aparato está indicado en la toma de medidas de

2.3. EJERCICIO RESUELTO

¿Qué precisión tendrá un calibre que su regla esta graduada en mm? La regla del nonio tiene 10 divisiones.

SOLUCIÓN

$$\text{Precisión} = \frac{1}{10} = 0{,}1 \text{ mm, es decir 1 décima de mm.}$$

Si el nonio del calibre tuviese 20 divisiones, la precisión será.

$$\text{Precisión} = \frac{1}{20} = 0{,}05\text{. Este calibre apreciaría 0,05 mm.}$$

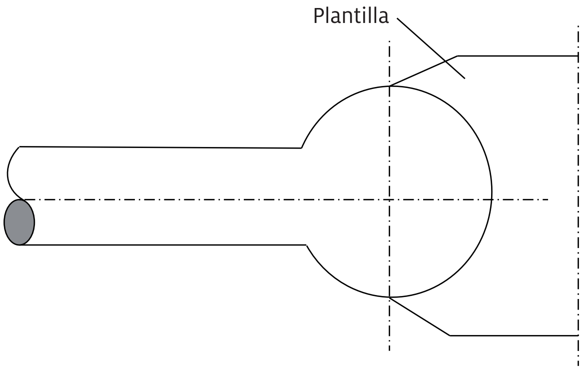


Figura 2.29. Comprobando una superficie cóncava con plantilla.

Galgas. Las galgas son instrumentos generalmente de chapa de un espesor determinado calibrado y rectificado con tolerancias muy finas, que sirven para graduar las holguras entre piezas mecánicas.

Miden de forma directa la distancia que ha de haber entre piezas, calibrando y ajustando así la distancia, de forma que puedan trabajar correctamente durante su funcionamiento.

A título de ejemplo, una de las aplicaciones de las galgas es calibrar las distancias entre los electrodos de una bujía, con el fin de medir la distancia entre ellos para que salte la chispa correctamente.

Otra aplicación directa es calibrar las distancias entre piezas que se dilatan por el calor que reciben durante su funcionamiento, y pueden llegar a no trabajar bien (es el caso del ajuste de la holgura de las válvulas de los motores de explosión). En la figura 2.30 aparece el juego de galgas y en la figura 2.31 se representa una galga calibrando.

Calas o bloques patrón. Las calas o también llamados bloques patrón son unos bloques de acero duro de geometría paralelepípeda cuyas caras están perfectamente talladas y pulidas a espejo y calibradas a una medida exacta con tolerancia milesimal.

Estos bloques se emplean en el laboratorio de metrología para la toma de medidas por comparación siendo muy práctico su empleo. Por su grado de acabado se deben emplear sobre un mármol de verificación.

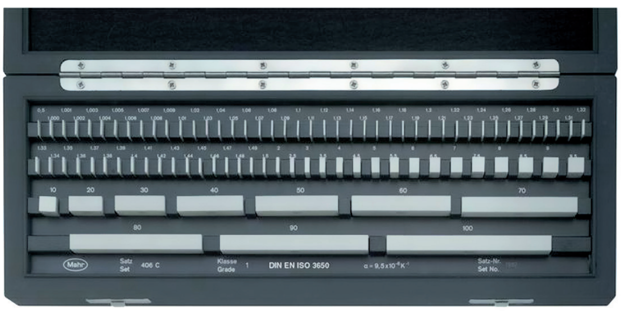


Figura 2.32. Caja de calas.

Figura 2.30. Juego de galgas.

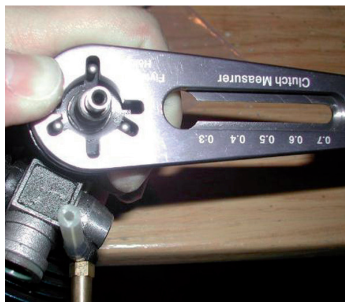


Figura 2.31. Calibrando.

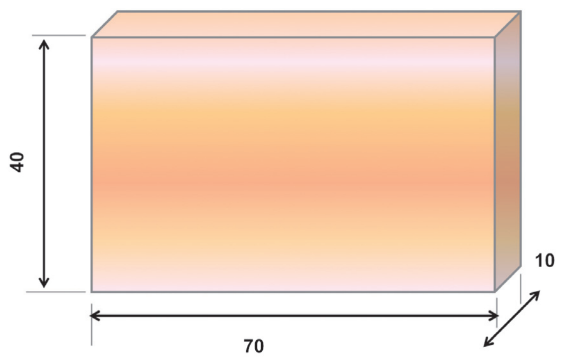
Estas calas se suministran en estuches donde se encuentran una serie de distintos tamaños, de forma que con el juego se pueden obtener las medidas que deseemos tomar (siempre por comparación).

Un juego de calas es un estuche en donde tenemos una serie de bloques con varias medidas de manera que podamos obtener cotas de forma independiente o juntando varios bloques, y cuya suma nos daría la cota necesaria a valorar. Ver figura 2.32.

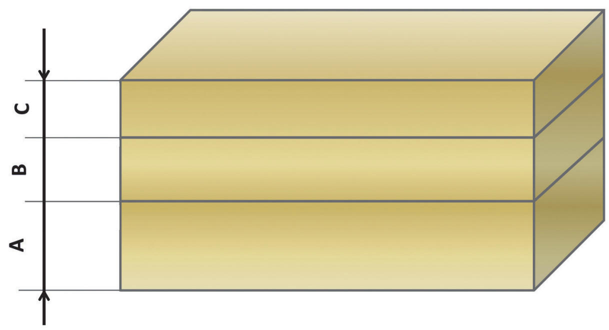
En la figura 2.33 A tenemos una cala de un tamaño determinado, la cual, si la situamos en un mármol, podemos tomar sus medidas.

En la figura 2.33 B tenemos varias calas juntas de tal forma que la suma de las medidas de todas ellas (A + B + C) sería la medida a tomar.

Estos bloques no solamente están perfectamente calibrados a medida, sino a escuadra, de forma que también podemos verificar el ángulo de una escuadra de precisión biselada de 90 ºComo nos muestra la figura 2.34.



A



B

Figura 2.33. Distintas formas de calas.

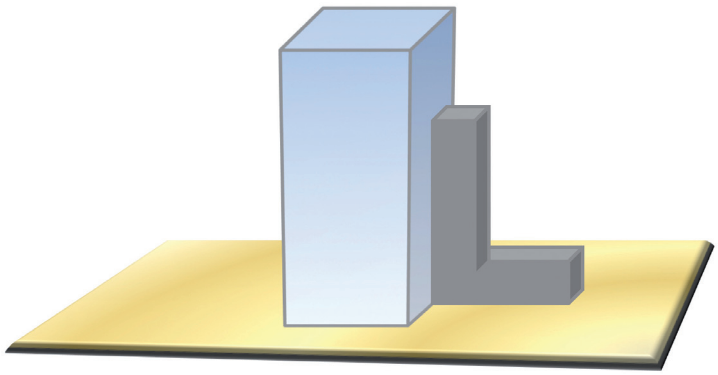


Figura 2.34. Comprobación de un escuadra de 90º.

Comparador de reloj. El comparador de reloj es un aparato de verificación, que por sus propios medios no da lecturas directas, como por ejemplo el calibre

Tocamos en los dos puntos extremos de la pieza según la figura, estableciendo una diferencia de medida (h) que nos da la esfera del reloj, también sabemos la distancia entre los puntos de contacto que hemos dado al comparador, distancia que generalmente viene dada por el carro de la máquina y su nonio (a).

Conociendo estos valores, y sabiendo que **tang** α **= (*h* / *a*)** no tendremos nada más que aplicar datos y obtendremos su valor.

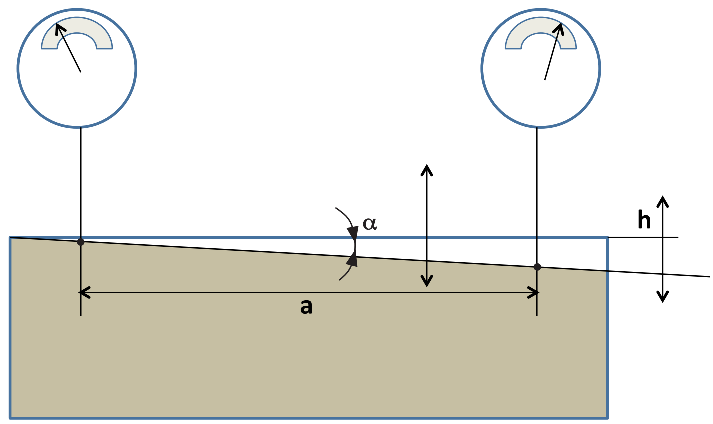


Figura 2.37. Comprobación de una superficie cónica.

2.13. EJERCICIO RESUELTO

Queremos saber el ángulo de una figura. Para ello palpamos con el comparador de reloj en el punto más alto, y ponemos su esfera a 0, lo desplazamos al punto más bajo, y nos da una diferencia de lectura de 217 centésimas de milímetro. Tomamos la medida del desplazamiento longitudinal y nos da que $a = 105$ mm.

SOLUCIÓN:

Tenemos que la altura $h = \dfrac{217}{100} = 2{,}17$ mm

La longitud $a = 105$ mm

Siendo a, el cateto mayor del triángulo y h, el cateto menor

Aplicando la fórmula será tag $\alpha = s = \dfrac{2{,}17}{105} = 1^{\circ}\ 11'$ será el valor del ángulo α

Alexómetros. Son aparatos para verificar interiores (también reciben el nombre de verificadores de interiores). Constan de un brazo largo, y en uno de sus extremos incorpora un palpador que toca la superficie de la pieza a verificar, en el otro extremo monta un comparador de reloj. El palpador transmite los desplazamientos a través de una varilla situada en el interior del brazo al reloj, dándonos este las lecturas correspondientes. Ver figura 2.38.

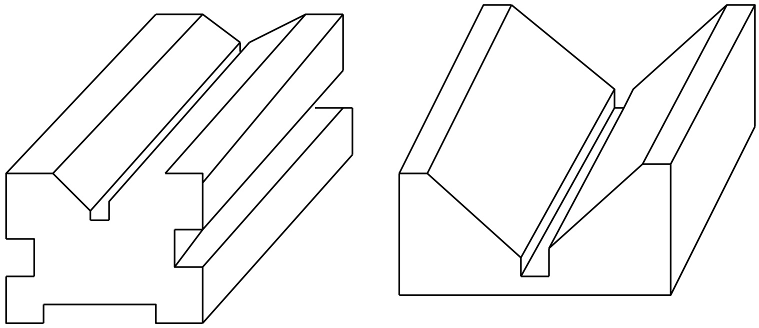


Figura 2.40. Diversos tipos de calzos.

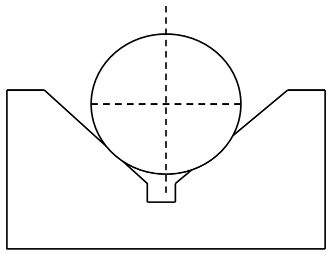


Figura 2.41. Posicionando un cilindro.

Figura 2.42. Mármol de granito.

Mármol. El mármol empleado en los talleres de mecánica son mesas de fundición gris estabilizadas y tratadas, cuya superficie está planeada y rasqueteada con el fin de garantizar una planitud total. Ver figura 2.42.

Está construido de forma muy robusta y con unos nervios que lo soportan y al mismo tiempo evitan las deformaciones de su superficie por posibles dilataciones. Está considerado como un elemento mecánico de precisión, y es muy empleado en el taller de mecanizado para el trazado de piezas que van a ser mecanizadas y la verificación de piezas que han sido terminadas. También es muy empleado en los laboratorios de metrología.

Normalmente los mármoles empleados en los talleres donde hay máquinas produciendo piezas suelen ser de fundición y de dimensiones pequeñas, pues estos se utilizan para la comprobación de los mecanizados con aparatos de medida como calibres, comparadores de reloj, palpadores, escuadras fijas, etc.

Los mármoles empleados en laboratorios son de granito y de dimensiones grandes, estos mármoles de granito son más delicados que los de fundición pero tienen la ventaja de que el material es natural y no tienen deformaciones por dilataciones. En el laboratorio los empleamos para la verificación y control de todo tipo de piezas que han sido terminadas de mecanizar en máquina, verificando y comprobando excentricidades, distancias entre centros, perpendiculares, cotas y medidas, etc. Estas mesas de verificación deben estar perfectamente niveladas.

pleja. Debemos conocer algunos cálculos y fórmulas que nos ayudan a realizar este trabajo.

Las partes de un cono son:

Ángulos. En un cono distinguimos dos ángulos. El ángulo formado por la generatriz del cono y su eje de simetría, que en el dibujo de la figura 3.31 se representa por α, y el ángulo del vértice formado por las dos generatrices del cono, y su valor es el doble que el ángulo α , y se representa por β.

Conociendo los diámetros D y d y la longitud L del mismo, y siendo α el ángulo del cono y β el ángulo del vértice, tendremos que las fórmulas para su cálculo serán:

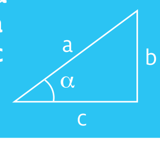
$$AB = \frac{D - d}{2}$$

$$\text{tang } \alpha = \frac{AB}{AO} = \frac{(D - d)/2}{L} = \frac{D - d}{2L}$$

PARTES DE UN CONO
Los ángulos
La conicidad
La longitud

PARA RECORDAR

Sen α = b / a
Cos α = c / a
Tag α = b / c



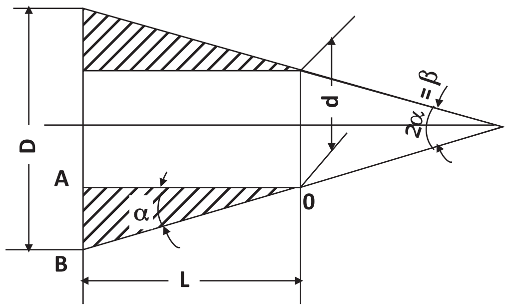


Figura 3.31. Ángulo del cono.

Conicidad. La conicidad (c) de un cono es el aumento o disminución que experimenta su diámetro. Ver figura 3.32. La conicidad la podemos expresar de varias formas:

$$c = \frac{D - d}{L} \times 100$$

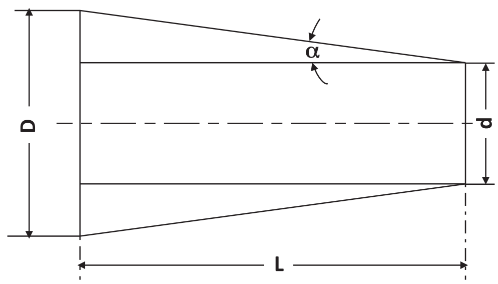


Figura 3.32. Conicidad.

En tanto por ciento (%).

Por unidad de longitud

$$c = \frac{D - d}{L}$$

En forma de fracción

$$c = 1 / (L / D - d)$$

3.10. EJERCICIO RESUELTO

Queremos saber el ángulo del cono de la figura 3.37 y para ello, introducimos dos bolas de 18 mm y 8 mm de diámetro respectivamente, siendo la altura que medimos de bola a bola 42,6 mm.

Tenemos el triángulo ABC cuyos lados son:
AB = 42,6 – (18 / 2) = 33,6
AC = (18 / 2) – (8 / 2) = 5
Tan α = AC / AB ; tan α = 5 / 33,6 = 0,1488
Llevamos el valor a tablas y nos da que 0,1488 = 8º 27´

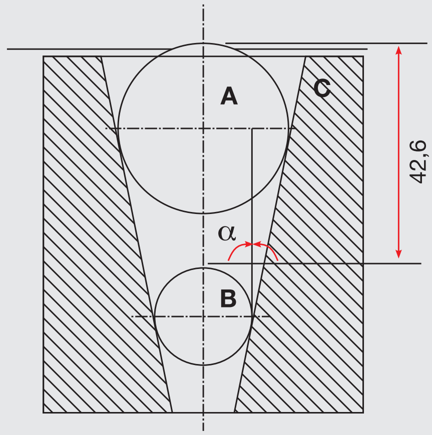


Figura 3.37. Cálculo del ángulo del cono.

3.11. EJERCICIO RESUELTO

Necesitamos verificar un cono de interior, cuyos datos son: diámetro mayor 20,5 mm, diámetro menor 18,3 mm. Queremos saber la longitud *L*. Ver figura 3.36.

Como conocemos los datos no tenemos nada más que aplicar la fórmula de la tan α.

$$\tan \alpha = \frac{D - d}{2 \times L} \text{ ; despejando } L = \frac{D - d}{\tan \alpha \times 2}$$

Aplicando datos, tenemos la longitud pedida que es de $L = \dfrac{20{,}5 - 18{,}3}{\tan 3^{\circ} \times 2} = 20{,}99$ mm

Cálculo de la inclinación de un cono con comparador de reloj. Si queremos verificar el ángulo de un cono, o simplemente verificar si el carro orientable del torno está puesto con la inclinación correcta para el mecanizado de conos, procedemos de la siguiente manera.

Mecanizamos el cono y situamos un comparador de reloj en el carro longitudinal.

Palpamos con el comparador en el punto C del cono poniendo el reloj comparador a 0, y desplazamos el carro longitudinal un recorrido hasta llegar al punto A, desplazamiento longitudinal que conocemos a través del nonio del carro longitudinal.

Tomamos la lectura que nos da el comparador en el punto A, el cual nos indicará la diferencia de media del punto C al punto A. Ver figura 3.38.

Ahora no nos queda nada más que calcular el ángulo α. Para calcular el ángulo α podemos aplicar la fórmula:

$$\tan \alpha = \text{sen } \alpha / \cos \alpha$$

Si la pieza del croquis a la que hemos hecho referencia nos da las medidas y la forma geométrica, y se nos pide que la fabriquemos en acero suave, conociendo las características de este tipo de acero, sabremos que es semiduro y que las herramientas a emplear para cortarlo deben ser más duras que para cortar un acero suave normal. Lo mismo pasará cuando tengamos que taladrar, en este caso, debemos afilar la broca con el ángulo para materiales duros y ajustar las r.p.m. a la dureza del material.

Como puede verse, es fundamental conocer los materiales y sus características, por eso este capítulo lo vamos a dedicar a estudiar estos conceptos.

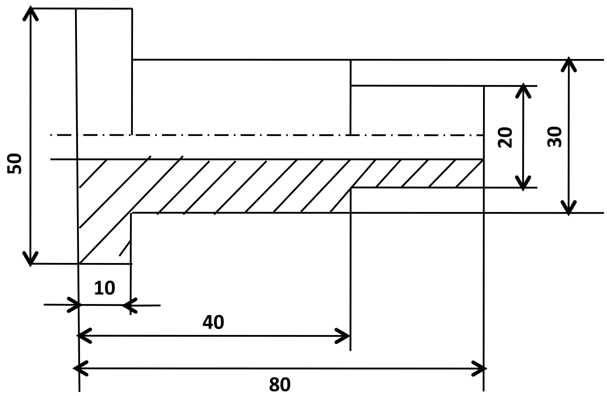


Figura 4.1. Pieza a estudiar.

4.2. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Cada material tiene unas características técnicas determinadas y particulares, unas propiedades son naturales de cada material y otras son mejoradas mediante aleaciones y tratamientos técnicos que la industria les da, con el fin de acercar o mejorar las propiedades al tipo de trabajo a realizar.

Las propiedades más importantes de los materiales a tener en cuenta son:

- **Cohesión.** Son las fuerzas de atracción entre las moléculas que forman la materia de los materiales.
  Si cogemos dos piezas de acero con su superficie plana y pulida y las unimos, al separarlas tenemos que hacer una gran fuerza, esta fuerza será mayor cuanto mayor sea su grado de pulimentación. Cuando dos piezas se pegan se dice que sus superficies son adherentes.
- **Conductibilidad térmica.** Es la propiedad que tienen los cuerpos de conducir el calor. Cuando un cuerpo conduce bien el calor le llamamos buen conductor, como es el caso de la plata o del cobre. Y cuando es mal conductor le llamamos aislante del calor.
- **Dureza.** Se define como la resistencia que opone un material al ser rallado o penetrado por otro más duro que él. La dureza se mide en un aparato llamado durómetro.

PARA SABER MÁS

El aluminio y el cobre están considerados como los metales que mejor conducen el calor, y el hierro, uno de los metales considerado como mal conductor.