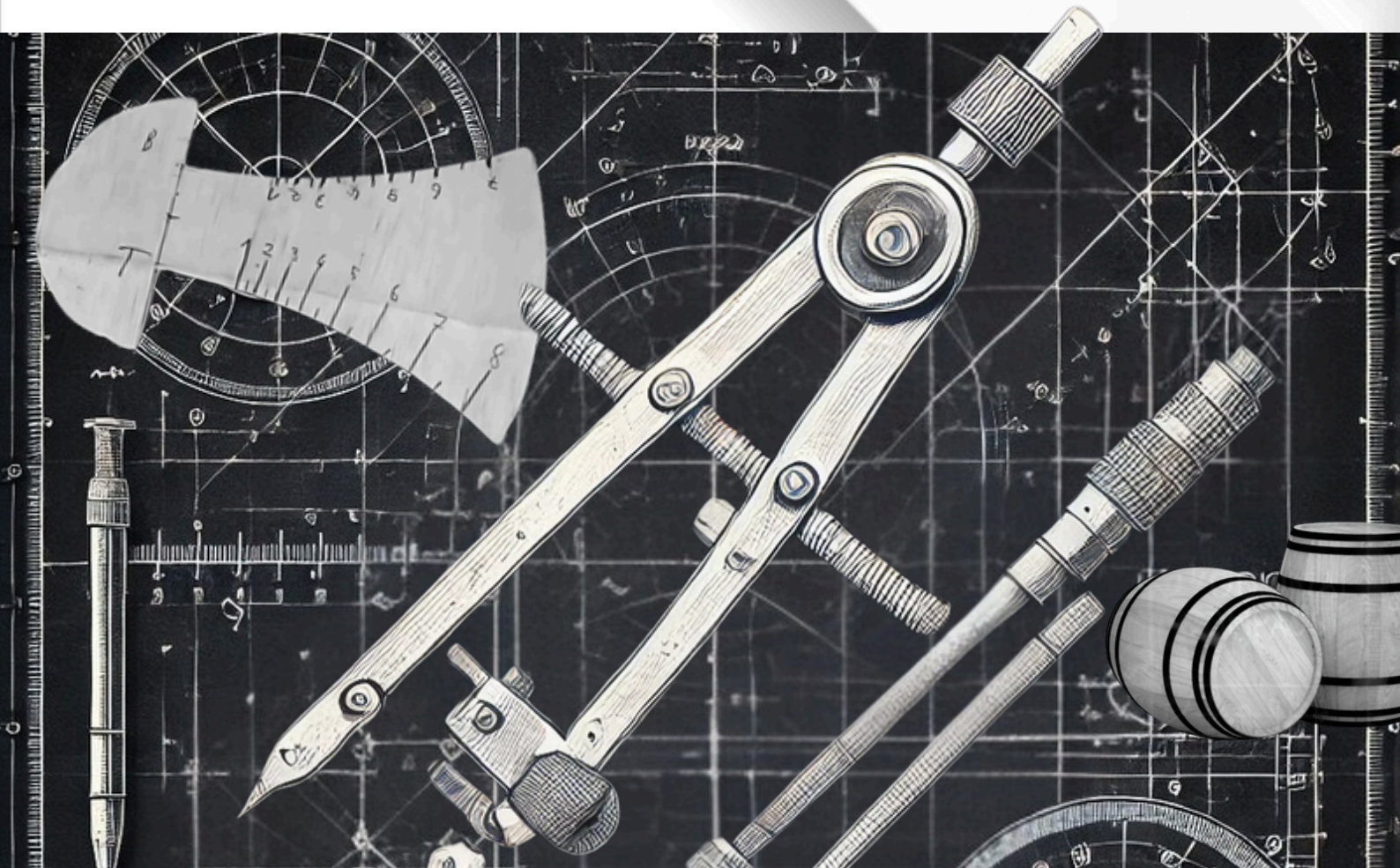


2025

La llave Doble

MARIAUD CONSULTING



Nuestro PROGRAMA

01

Presentación

02

Cálculos necesarios

03

Realización de una llave
doble

04

Verificación del calibre

05

Utilización del calibre

06

Ventajas e inconvenientes



El calibre, o llave de ensamblaje (o llave de junteo), es una plantilla de madera o metal utilizada en tonelería.

Permite determinar las proporciones exactas de las duelas para obtener la forma deseada del barril y asegurar un ensamblaje preciso entre ellas.

Esta plantilla contiene varias informaciones esenciales:

- El redondeo de la duela, en barriga y/o en cabeza.
- El ángulo de ensamblaje, en barriga y/o en cabeza.
- La proporción de reducción entre la barriga y la cabeza.

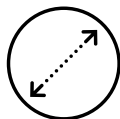
Se distinguen dos tipos de llaves de ensamblaje:

- La llave simple, que permite controlar:
 - El redondeo en cabeza.
 - El ángulo de ensamblaje en cabeza.
 - Las proporciones entre la cabeza y la barriga.
- La llave doble, que ofrece un control más completo al permitir verificar:
 - El redondeo en cabeza y en barriga.
 - El ángulo de ensamblaje en cabeza y en barriga.
 - Las proporciones entre la cabeza y la barriga.



! Cada calibre es único y debe ser diseñado específicamente para cada tipo de barril con el fin de asegurar un ajuste óptimo de las duelas y garantizar la forma y la estanqueidad del barril.

1. Diámetro de un Círculo



Definición :

El diámetro de un círculo es la distancia entre dos puntos opuestos del círculo, pasando por el centro. Es dos veces el radio.

Fórmula : **$D=2R$ Diámetro=2×radios**

Dónde : **D es el diámetro del círculo**
R es el radio del círculo

Ejemplo :

Si un círculo tiene un radio de 10 cm, entonces el diámetro es :

$$D=2 \times 10 = 20 \text{ cm}$$

2. Radio de un Círculo

Definición :

El radio de un círculo es la distancia entre el centro del círculo y cualquier punto de su circunferencia. Es la mitad del diámetro.

Fórmula : **$R=D/2$**

Ejemplo :

Si un círculo tiene un diámetro de 50 cm, entonces el radio es :

$$R=50/2=25 \text{ cm}$$

3. Perímetro de un Círculo (Circunferencia)

Definición :

El perímetro de un círculo, también llamado circunferencia, es la longitud del contorno del círculo.

Fórmula :

$$P=\pi D \text{ o } P=2\pi R$$

Dónde :

- P es el perímetro del círculo
- D es el diámetro
- R es el radio
- $\pi \approx 3,1416$ es la constante matemática Pi

Ejemplo :

Si un círculo tiene un radio de 7 cm, entonces su perímetro es :

$$P=2\pi \times 7 \approx 2 \times 3.1416 \times 7 \approx 43.98 \text{ cm}$$

Resumen de las Fórmulas

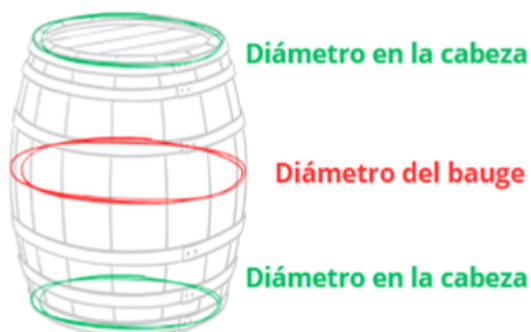
Concepto	Fórmula	Variables
Diámetro	$D=2R$	R : radio
Radio	$R=D/2$	D : diámetro
Perímetro (Circunferencia)	$P=\pi D$ $P=2\pi R$	D : diámetro R : radio π : 3.1416

4. Cálculo del Coeficiente de Reducción

El **coeficiente de reducción** en tonelería es un parámetro esencial que expresa la relación entre el diámetro máximo del barril, llamado **diámetro en el cercado**, y el diámetro en los extremos, llamado **diámetro en la cabeza**.

El coeficiente influye directamente en la forma del barril, afectando así su volumen y su interacción con el contenido.

El coeficiente de reducción se calcula dividiendo el diámetro en la cabeza por el diámetro en el cercado:



$$\text{El coeficiente de reducción} = \frac{\text{Diámetro en la cabeza}}{\text{Diámetro del bauge}}$$

Por ejemplo, consideremos una barrica bordelesa de **225 litros** con un diámetro en la cabeza de **57 cm** y un diámetro en el cercado de **69 cm**.

El coeficiente de reducción sería: $57 / 69 = 0.826$,

Lo que significa que el diámetro en la cabeza representa alrededor del **82.6%** del diámetro en el cercado.

Importancia del Coeficiente de Reducción

Este coeficiente es crucial por varias razones:

- **Concepción del barril:** Determina la curvatura de las duelas y la forma general del barril, influyendo en su capacidad y estabilidad.
- **Proceso de fabricación:** Los toneleros utilizan este coeficiente para ajustar las herramientas y las técnicas durante el ensamblaje de las duelas, asegurando una forma coherente y una estanqueidad óptima.
- **Interacción con el contenido:** La forma del barril, dictada por este coeficiente, afecta la superficie de contacto entre la madera y el líquido, influyendo en el proceso de maduración, especialmente para los vinos y los espirituosos.

Ejemplos de Coeficientes de Reducción

Diferentes tipos de barriles presentan coeficientes de reducción variados en función de su diseño:

- **Pieza borgoñona de 228 litros:** Diámetro en la cabeza de 60 cm y diámetro en el cercado de 72 cm, con un coeficiente de aproximadamente 0.833.
- **Barril de 500 litros:** Diámetro en la cabeza de 78 cm y diámetro en el cercado de 90 cm, con un coeficiente de aproximadamente 0.86.

Estas variaciones muestran que el coeficiente de reducción se adapta en función de las especificidades de cada barril para responder a las necesidades de los productores y a las características deseadas del producto final.



Diámetro en la cabeza

Diámetro del bauge

Diámetro en la cabeza

$$\text{El coeficiente de reducción} = \frac{\text{Diámetro en la cabeza}}{\text{Diámetro del bauge}}$$

Capacidad en litros	Ø CABEZA	Ø BAUGE	EL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN
1	11	15	0,73
5	18	22,2	0,81
10	21	26,1	0,80
15	23	29,6	0,78
20	27,5	34,3	0,80
25	29	36,6	0,79
28	30	37	0,81
30	30	38,2	0,79
35	31,5	38,5	0,82
40	31	40,1	0,77
50	34,5	44,2	0,78
57	39	47	0,83
60	35	45,5	0,77
70	36	46,1	0,78
75	37	47,7	0,78
105	43,5	55	0,79
114	49	58	0,84
140	46	59,2	0,78
150	47	60,8	0,77
200	54	68,1	0,79
210	57,5	68,1	0,84
225	56	69	0,81
228	60	73	0,82
250	61	74,8	0,82
265	60	73	0,82
300	62	73	0,85
350	66,5	81	0,82
400	70	86,5	0,81
500	76,5	94,7	0,81
600	86,5	102,5	0,84

1. Preparación de la Tablilla

Materiales y Dimensiones

- Tomar una tablilla rectangular de aproximadamente 25 cm x 10 cm con un grosor de entre 5 y 7 mm.
- Rebajar ambas caras para obtener una superficie lisa y regular.
- De contrachapado o de otro material regular, sólido y fácil de trabajar.

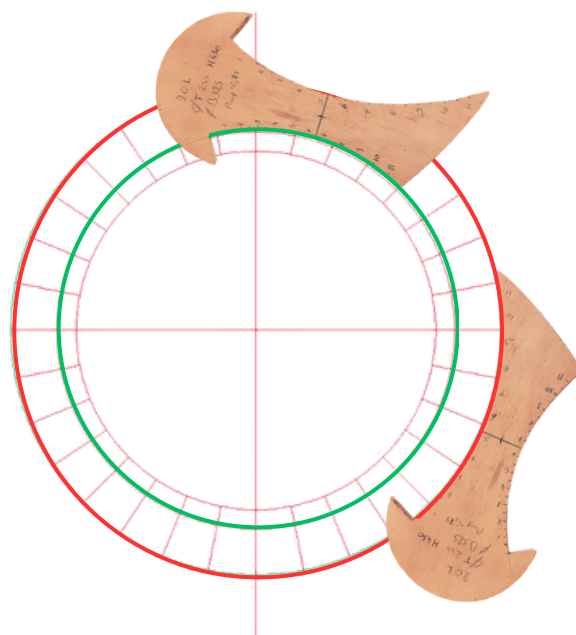
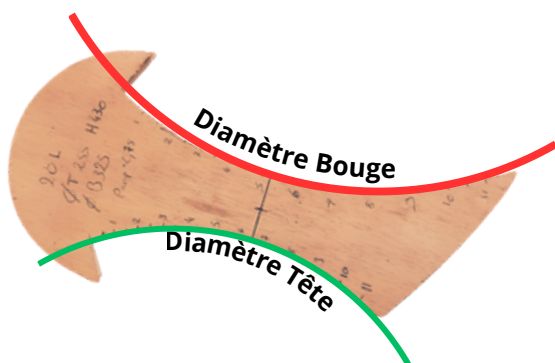
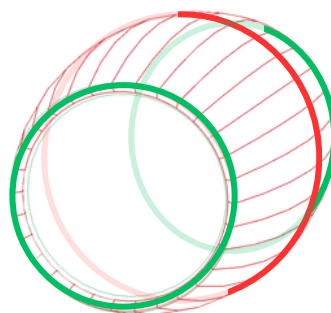
Ejemplo con una barrica de 225 L :

Diámetro en cabeza (verde) : **57 cm**
Diámetro en barriga (rojo) : **69 cm**

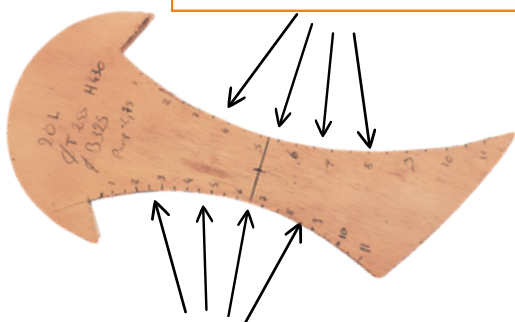
Los cálculos necesarios:

Diámetro en cabeza (verde) **57 cm**
Radio en cabeza = $57 / 2 = 28,5 \text{ cm}$

Diámetro en barriga (rojo) : **69 cm**
Radio en barriga = $69 / 2 = 34,5 \text{ cm}$



Estos trazos corresponden a la proporción en barriga.



Estos trazos corresponden a la proporción en cabeza.

La llave doble ajusta el ensamblaje teniendo en cuenta tanto el ángulo como el diámetro en cabeza, y el ángulo y el diámetro en barriga.

Materiales Necesarios para Realizar una Llave de Ensamblaje

1. Materiales de Base (Cuerpo de la Llave)

- ✓ Madera dura (roble, haya, fresno, arce) – Resistente al desgaste y estable en el tiempo.
- ✓ Contrachapado de calidad – Opción más fácil de trabajar para una primera plantilla.
- ✓ Metal (acero o aluminio) – Para una llave más duradera y rígida.

2. Herramientas de Trazado y de Medida

- 📏 Regla graduada – Para trazar líneas precisas.
- ⊗ Compás – Para dibujar los arcos correspondientes a los diámetros en cabeza y en barriga.
- ✏️ Lápiz grueso o marcador fino – Para trazos visibles sobre la madera.

3. Herramientas de Corte y Ajuste

- 🪚 Sierra de contornear o sierra de calar – Para cortar la forma general.
- 🔧 Lima y papel de lija (grano fino) – Para un acabado propio y liso.

4. Elementos de Fijación y Ajuste

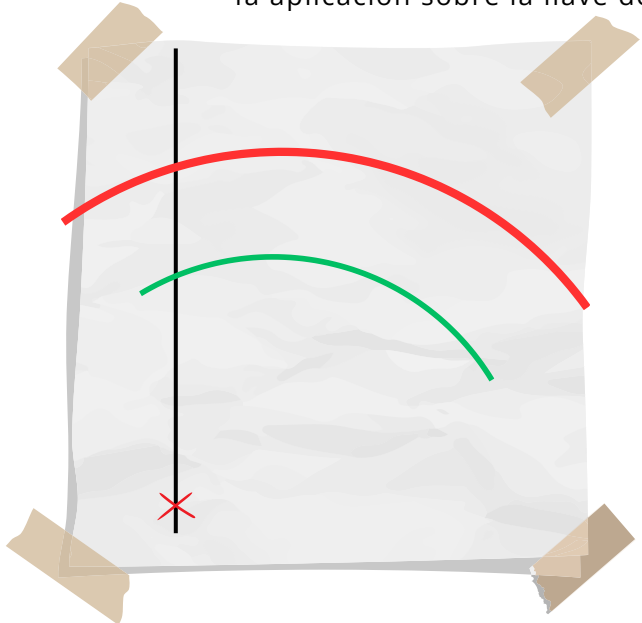
- 🔩 Tornillos o clavos – Para fijar la llave sobre el banco de trabajo.



1

Trazado Preparatorio sobre una Hoja

Esta etapa consiste en crear un referencial sobre una hoja independiente, permitiendo obtener un trazado limpio y preciso de las proporciones antes de la aplicación sobre la llave de ensamblaje.



Trazar el Eje y los Diámetros

Trazar un eje cualquiera en el centro de la hoja.

Definir un punto central y, a partir de este:

- **Trazar un primer círculo** correspondiente al diámetro en **barriga de 69 cm (69 cm) - radio 34,5 cm.**
- **Trazar un segundo círculo** correspondiente al diámetro en **cabeza de 57 cm (57 cm) - radio 28,5 cm.**

Asegurarse de que los dos círculos son concéntricos (mismo centro).

2

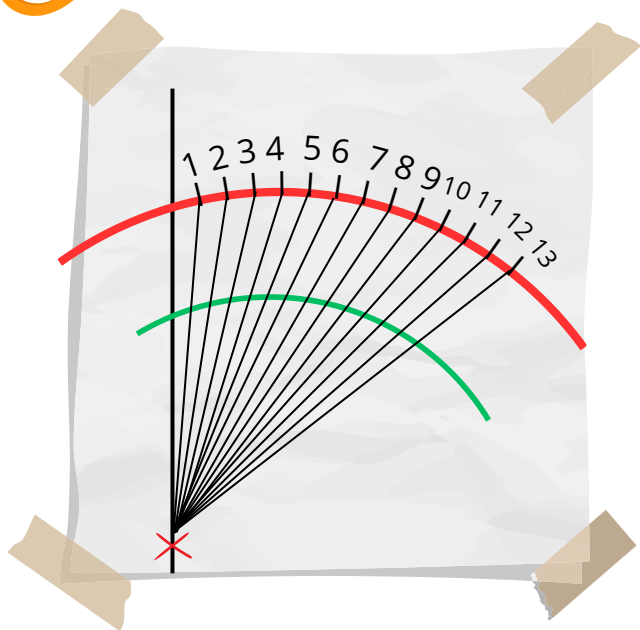


Reportar un Espaciamiento Regular sobre el Arco de Barriga

Con un compás, **reportar un espaciamiento de 1 cm** todo a lo largo del arco de barriga.

Marcar estos puntos regularmente sobre toda la curva para crear una división precisa.

3



Trazar las Derechas Numeradas

Relier el centro a los puntos marcados sobre el arco de barriga con derechas radiales.

Numerar cada derecha de 1 a 13, siguiendo una progresión ordenada.

Extender estas derechas hasta cruzar el arco de cabeza, a fin de conservar un punto de referencia para la continuación del trazado.

Verificación Antes de Pasar a la Etapa Siguiete

- ✓ El eje principal está bien trazado.
- ✓ Los dos círculos están bien centrados sobre el mismo punto de referencia.
- ✓ El espaciamento de 1 cm está correctamente marcado sobre el arco de barriga.
- ✓ Las derechas 0.1 a 13 están trazadas limpiamente y permiten una lectura clara de los puntos de referencia.

Los puntos trazados sobre la hoja sirven para reportar con precisión las proporciones de las duelas sobre la llave de ensamblaje doble, respetando la reducción progresiva entre la barriga y la cabeza.

4



Colocar la plancha sobre un soporte estable (mesa de trabajo o caballete).

Posicionar 4 puntas a las esquinas de la plancha, en las orillas para no dañar la futura zona de corte.

Enfonzar ligeramente las puntas con un martillo, justo lo necesario para inmovilizar la plancha sin dañarla.

Verificar que la plancha no se mueva no ejerciendo una ligera presión sobre los bordes.

✦ **Truco** : Si la plancha es demasiado fina, utilizar un cinta adhesiva doble cara para mantenerla sin dañarla

Verificación antes de pasar a la etapa siguiente

- ✓ La plancha está bien fija y no se mueve.
- ✓ Las puntas no molestan para el trazado de los arcos y de los ángulos de ensamblaje.
- ✓ El soporte de trabajo es plano y estable para evitar los errores de medida.

5



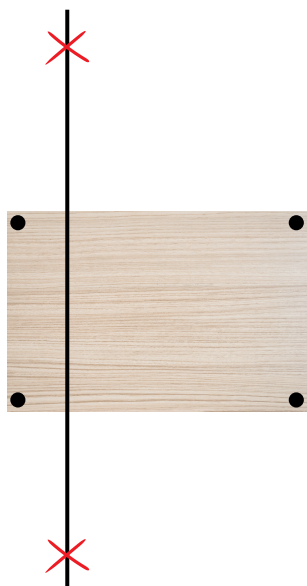
Posicionar la regla sobre la plancha de manera de trazar una derecha bien neta y continua.

Trazar una derecha rectilínea que débase de parte y otra de la plancha, controlando que ella sea más larga que el radio en barriga de un lado (**34,5 cm ici**) y más larga que el radio en cabeza del otro lado (**28,5 cm ici**).

Verificación antes de pasar a la etapa siguiente

- ✓ La derecha es bien visible y continua.
- ✓ Ella sobrepasa la plancha con una longitud adaptada a los radios en cabeza (**28,5 cm**) y en barriga (**34,5 cm**).
- ✓ Ella es perfectamente derecha, sin desviación.

6



Definir un punto sobre la derecha de un lado de la plancha para el radio en cabeza.

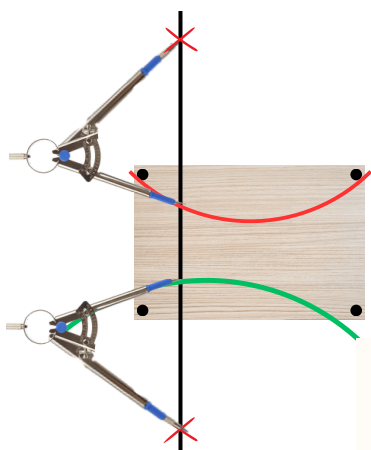
Definir un segundo punto del otro lado de la plancha para el radio en barriga.

Velar a que los dos puntos sean espaciados de 3 a 5 cm del eje, evitando que los radios no se crucen al centro de la plancha.

Verificación antes de pasar a la etapa siguiente

- ✓ Cada punto está bien posicionado de cada lado de la plancha.
- ✓ El espacio entre los dos puntos está comprendido entre 3 y 5 cm, evitando así que los radios se crucen al centro.
- ✓ La plancha está lista para el trazado de los radios de la llave.

7



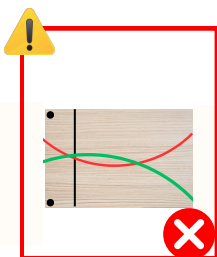
A partir del punto definido para la barriga, trazar un arco correspondiente al radio en barriga (**34,5 cm**).

A partir del punto definido para la cabeza, trazar un arco correspondiente al radio en cabeza (**28,5 cm**).

Hacer atención a no cruzar los dos arcos al centro de la plancha, para evitar toda confusión en el trazado.

Verificación antes de pasar a la etapa siguiente

- ✓ Cada arco está bien trazado desde su punto de referencia respectivo.
- ✓ Los arcos quedan distintos y no se cruzan en el centro de la plancha.
- ✓ Las curvas corresponden bien a los radios en barriga (**34,5 cm**) y en cabeza (**28,5 cm**).



8

Tomar la hoja de trazado y reportar cada punto sobre el arco correspondiente de la llave.

Utilizar un compás para medir la distancia entre el eje y cada punto sobre el arco de **barriga**.

Reportar estas medidas sobre la plancha partiendo del punto de intersección entre el eje y el diámetro **en barriga**, luego marcar cada punto correspondiente.

Repetir la operación para cada graduación a fin de obtener un trazado fiel a las proporciones definidas sobre la hoja.

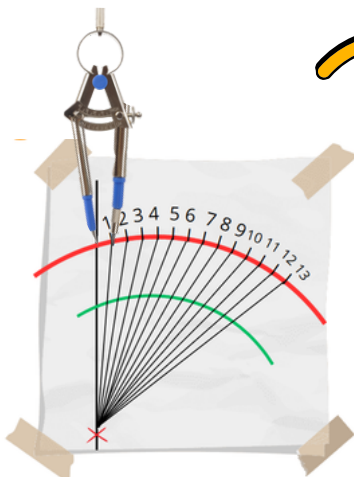
Verificación antes de pasar a la etapa siguiente

✓ Cada punto está correctamente reportado sobre la plancha.

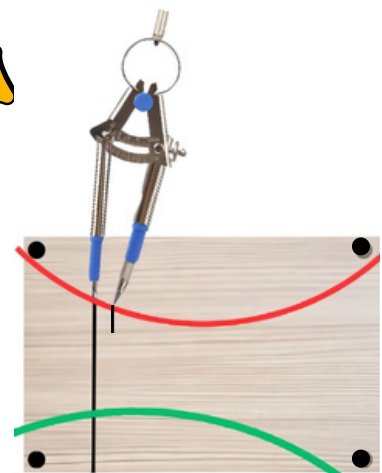
✓ Las distancias respetan las medidas tomadas sobre la hoja.

Para una mayor precisión, tomar siempre como referencia la intersección del arco de barriga y del arco de cabeza con el eje central, en lugar de reportar los puntos sucesivamente, a fin de evitar toda acumulación de errores.

Punto N°1



Hoja con los datos

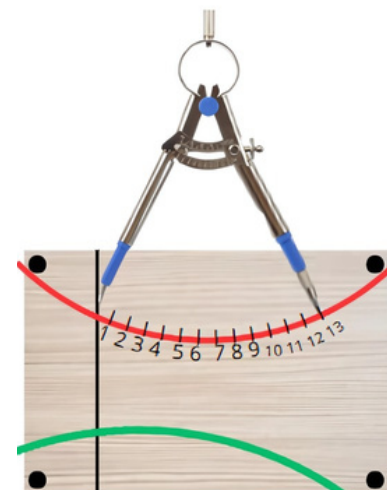


La llave doble

Punto N°13



Hoja con los datos



La llave doble

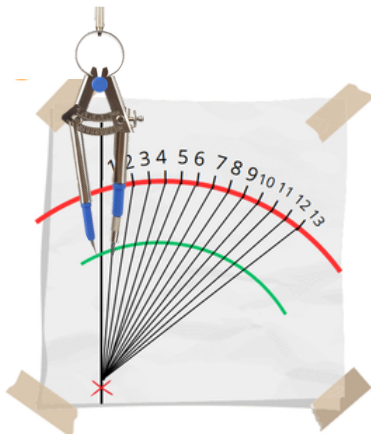
9

Tomar la hoja de trazado y reportar cada punto sobre el arco correspondiente de la llave.
Utilizar un compás para medir la distancia entre el eje y cada punto sobre el arco de **barriga**.
Reportar estas medidas sobre la plancha partiendo del punto de intersección entre el eje y el diámetro **en barriga**, luego marcar cada punto correspondiente.
Repetir la operación para cada graduación a fin de obtener un trazado fiel a las proporciones definidas sobre la hoja.

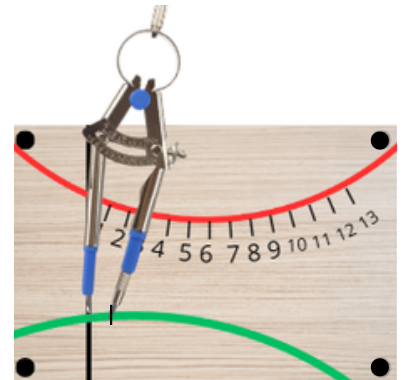
Verificación antes de pasar a la etapa siguiente

- ✓ Cada punto está correctamente reportado sobre la plancha.
- ✓ Las distancias respetan las medidas tomadas sobre la hoja.

Punto N°1

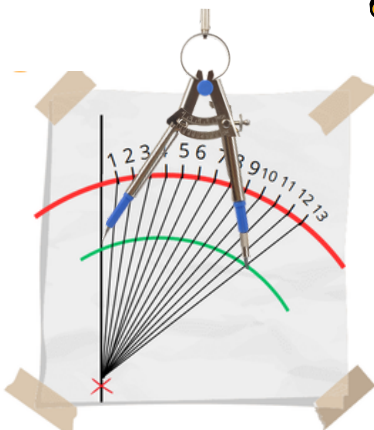


Hoja con los datos

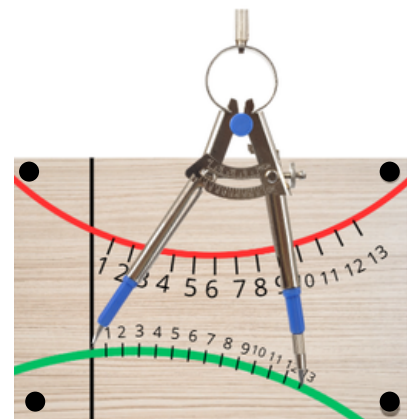


La llave doble

Punto N°13



Hoja con los datos



La llave doble

Información a Inscribir en la Llave de Ensamblaje

- ◆ Volumen del barril → Ejemplo : 225L, 500L, etc.
- ◆ Diámetro en cabeza → Ejemplo : C = 57 cm
- ◆ Diámetro en barriga → Ejemplo : B = 69 cm
- ◆ Radio en cabeza → Ejemplo : RC = 28,5 cm
- ◆ Radio en barriga → Ejemplo : RB = 34,5 cm
- ◆ Desarrollo de la Barriga → Ejemplo : desB ≈ 216,7 cm para un barril de 225L.

Resultado Esperado

- ✓ Una llave clara y bien identificada.
- ✓ Una ganancia de tiempo durante la utilización.
- ✓ Una seguridad de que las dimensiones son respetadas antes del ensamblaje.



Inscribir "**Diámetro en Barriga (ØB)**" con sus graduaciones de un lado y "**Diámetro en Cabeza (ØT)**" con sus graduaciones del otro.

Precisar **los radios respectivos**

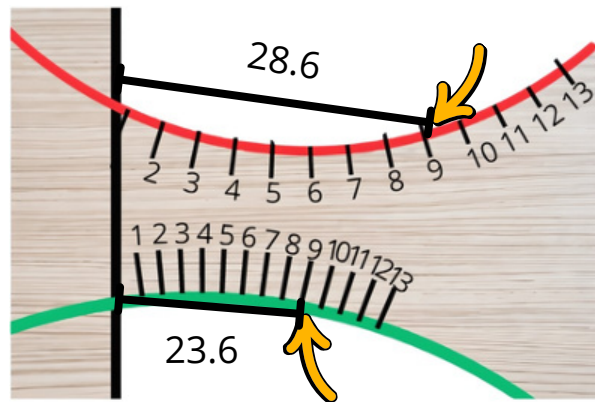
RB=34.5 cm y **RT=28.5 cm** para evitar toda confusión.

Resultado Esperado



Verificaciones Antes de Pasar a la Etapa Siguiente

- ✓ Las dimensiones y los ángulos son precisos.
- ✓ Los cortes son limpios, precisos y conformes a los trazos.
- ✓ Las curvas de la barriga y de la cabeza son bien respetadas.



Elegir Dos Números

- Seleccionar un **número** sobre el arco de cabeza.
- Seleccionar **el mismo número** sobre el arco de barriga.

Medir las Distancias Correspondientes

- Medir la distancia entre el eje central y el número elegido sobre el arco de cabeza.
- Medir la distancia entre el eje central y el número directamente siguiente sobre el arco de barriga.

Calcular el Coeficiente Reductor

$$K = \frac{\text{Distancia medida sobre el arco de cabeza}}{\text{Distancia medida sobre el arco de barriga}}$$

Verificar la Coherencia de los Valores

Resumen Simplificado:

- ✓ Si $K_{medida} \approx K_{inicial}$ → El trazo es correcto, la llave es válida.
- ✗ Si $K_{medida} \neq K_{inicial}$ → Error en el trazo, necesita una corrección.

Ejemplo Concreto de Verificación de la Llave de Ensamblaje para una Barrica de 225L

Contexto:

Nosotros usamos una barrica de 225L con:

- **Diámetro en cabeza:** 57 cm
- **Diámetro en barriga:** 69 cm
- **Coefficiente reductor teórico:** $K = \frac{R_c}{R_b} = \frac{28.5}{34.5} \approx 0.826$

El objetivo es verificar la precisión de la llave de ensamble antes de su utilización.

1 Etapa 1 : Medir la Distancia Real sobre la Llave

1. Colocar la llave sobre una superficie plana y bien estabilizada.
2. Con **una regla graduada o un pie de rey (calibre)**, medir la distancia entre:
 - **El eje central y un número sobre el arco de cabeza** → ej. 23,6 cm
 - **El eje central y un número correspondiente sobre el arco de barriga** → ej. 28,6 cm

2 Etapa 2 : Cálculo del Coeficiente Reductor Medido

Fórmula:

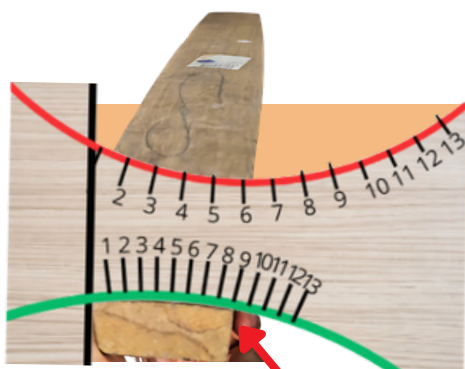
$$K_{medida} = \frac{\text{Distancia medida sobre el arco de cabeza}}{\text{Distancia medida sobre el arco de barriga}}$$

$$K_{medida} = \frac{23,6}{28,6}$$

$$K_{medida} \approx 0,825$$

3 Etapa 3 : Comparación con el Coeficiente Teórico

- ✓ Si $K_{medida} \approx K_{teórico}$ (ej. $0,825 \approx 0,826$)
- ➔ El trazo es correcto, la llave es válida.
- ✗ Si $K_{medida} \neq K_{teórico}$ (desviación superior a 0,01)
- ➔ **Error detectado, necesita una corrección** (cepillado ligero, ajuste del trazo).

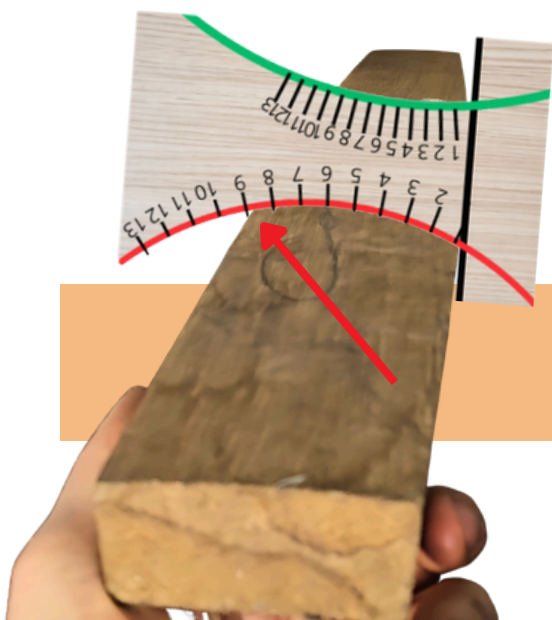


✦ Verificación de la Utilización de la Llave de Ensamblaje

En el ejemplo de arriba, la llave de ensamblaje es colocada sobre una duela para controlar su proporción y verificar el ángulo de ensamblaje en cabeza.

- ✓ Se observa que la duela corresponde al número 9 sobre la llave.
- ✓ El ángulo de ensamblaje asociado a esta graduación es respetado, garantizando un ajuste preciso.

El ángulo de la duela está bien colocado sobre el eje central de la llave, asegurando así un buen posicionamiento y una repartición homogénea de las duelas en el ensamblaje del barril.



✦ Verificación de la Utilización de la Llave de Ensamblaje

En el ejemplo de arriba, la llave de ensamblaje es colocada sobre una duela para controlar su proporción y verificar el ángulo de ensamblaje en barriga.

- ✓ Utilizando el lado barriga de la llave, se constata que la duela corresponde igualmente al número 9.
- ✓ El ángulo de ensamblaje asociado a esta graduación es respetado, garantizando un ajuste preciso.

El ángulo de la duela está bien colocado sobre el eje central de la llave, asegurando así un buen posicionamiento y una repartición homogénea de las duelas en el ensamblaje del barril.

✦ Ventajas y Inconvenientes de la Llave de Ensamblaje Doble

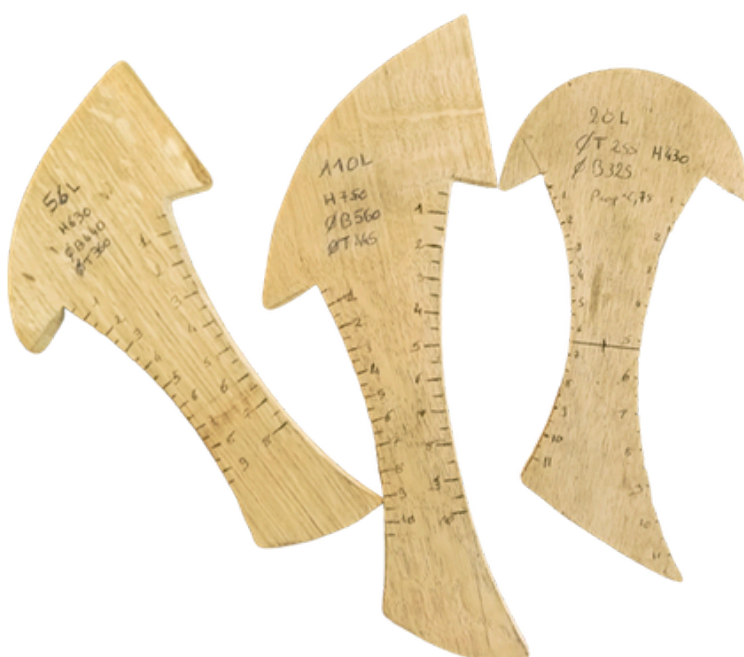
La utilización de la **llave de ensamblaje doble** presenta **unas ventajas y unos inconvenientes** que es importante conocer para optimizar su utilización en el trazado de las duelas.

✓ Ventajas de la Llave Doble

- ✓ **Más precisa** → Permite un ajuste óptimo de las duelas gracias a un trazado más detallado.
- ✓ **Control del redondeo y del ángulo en barriga** → Asegura una mejor repartición y una alineación homogénea del barril.
- ✓ **Simple de utilización** → Una vez trazada, la llave facilita el posicionamiento rápido y preciso de las duelas.

✗ Inconvenientes de la Llave Doble

- ⚠ **Trazado más largo** → La realización demanda más etapas y más precisiones que una llave simple.
- ⚠ **Complejidad de utilización** → Necesita una buena comprensión de la relación entre cabeza y barriga para una aplicación correcta.
- ⚠ **Dependencia a las buenas medidas** → Todo error de trazado o de proporción puede impactar el conjunto del ensamblaje.





*¡Ahora te toca
poner en práctica y
perfeccionar tu
saber hacer!*