T. CARRERAS SOTO

CONSTRUCCIÓN DE ESCALAS

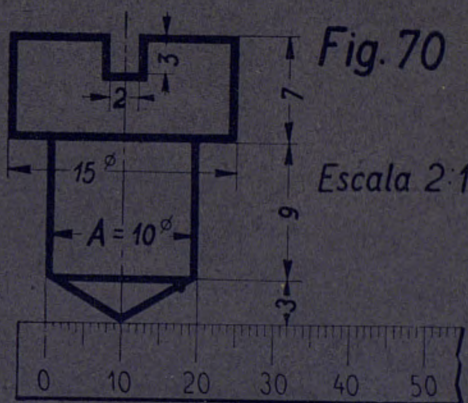
FUNDAMENTO Y USO EN EL

DIBUJO DE MÁQUINAS

Obra aprobada por la Comisión Dictaminadora de Libros de Texto para la Segunda Enseñanza
Recomendada para los alumnos de las Escuelas Elementales de Trabajo, Artes y Oficios e Industriales

Fig. 69

Fig. 70



N

Autoridad

1939

AÑO DE LA VICTORIA

T. CARRERAS SOTO

CONSTRUCCIÓN DE ESCALAS

FUNDAMENTO Y USO EN EL

DIBUJO DE MÁQUINAS

Obra aprobada por la Comisión Dictaminadora de Libros de Texto para la Segunda Enseñanza
Recomendada para los alumnos de las Escuelas Elementales de Trabajo, Artes y Oficios e Industriales

TERCERA EDICIÓN

Fig. 69

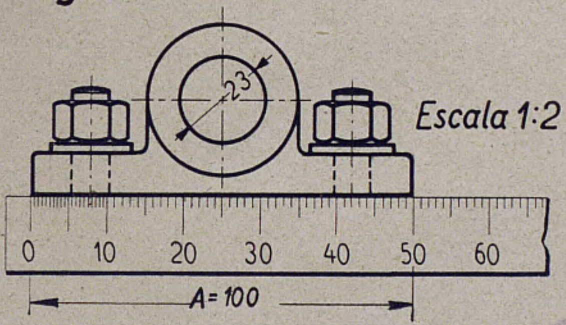
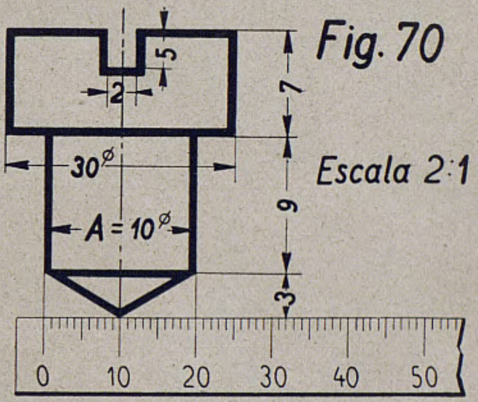


Fig. 70



1939
AÑO DE LA VICTORIA

PRÓLOGO

El sistema más práctico para representar los dibujos de piezas de máquinas, es ejecutarlos sobre el papel a su verdadero tamaño de ejecución. De esta forma, el obrero encargado de ejecutar los trabajos se da perfecta cuenta de las dimensiones reales del objeto. Siempre que sea posible y las dimensiones del papel lo permitan, se debe aconsejar el trazado de los dibujos a su verdadero tamaño. Esto, sin embargo, no siempre puede realizarse.

Cuando la forma y las dimensiones de las piezas que han de dibujarse, no caben dentro de la superficie del papel que se dispone, hay que recurrir a representarlas por medio del dibujo, a un tamaño reducido, guardando todas sus líneas componentes, una relación determinada.

En casos particulares, estos dibujos tienen sus dimensiones mayores que las del objeto que representan.

Estas relaciones del dibujo, con la pieza que representa, reciben el nombre de «ESCALAS».

El estudio de las escalas tiene una importancia muy grande en el dibujo de máquinas y de una manera general en el dibujo geométrico.

Esta obra, está escrita en un lenguaje claro y práctico, con abundancia de ejemplos y dibujos apropiados a cada caso, a fin de que el alumno, sin gran esfuerzo, se dé cuenta del fundamento y uso apropiado. Siguiendo paso a paso las normas trazadas desde el principio, el alumno llegará a dominar el problema de las escalas, de uso imprescindible en el dibujo.

T. Carreras Soto

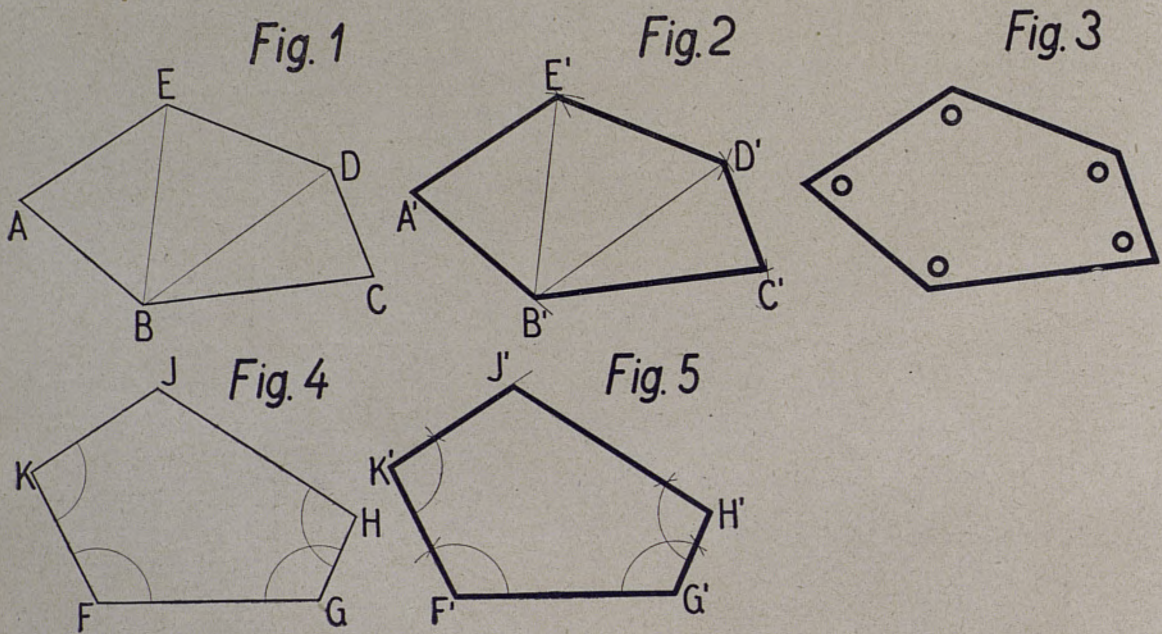
Figuras iguales

Se dice que dos figuras son iguales, cuando superponiéndolas, coinciden en tal forma, que los elementos de que se componen, es decir, puntos y líneas, se confunden.

Entre los diversos procedimientos que pueden seguirse para la ejecución de figuras iguales, citaremos los tres más frecuentes.

Construir una figura igual a otra dada.

1-2-3 *Primer procedimiento:* Por triangulación. Sea la fig. 1 dada, un polígono irregular de 5 lados *A B C D E.*



1.° Desde un punto cualquiera del polígono dado, por ejemplo el *B*, se trazan diagonales a los vértices *D* y *E*. El polígono quedará dividido en este caso, en tres triángulos con vértice común *B*.

2.° Sobre una recta *A' B'*, fig. 2, se toma con el compás o con el doble decímetro, una dimensión *A' B'* = *A B*.

3.° Con centro en *B'* y radio *B E* se describe un arco. Con centro en *A'* y radio *A E* se describe otro arco que al cortar el anterior nos da el punto *E'*. Unase *E'* con *A'* y *B'*. El triángulo *A' B' C'* es igual al *A B C*.

4.° Sobre la recta *E' B'* igual a *E B*, constrúyase el triángulo *E' B' D'* igual a *E B D* y sobre la recta *B' D'* el triángulo *B' D' C'* igual al *B D C*.
La fig. 3 representa una placa de hierro de forma poligonal como aplicación del problema anterior.

4-5 *Segundo procedimiento*: Por la copia de sus ángulos. Sea la fig. 4 dada, un polígono irregular de 5 lados *F G H J K*.

1.° Trácese una recta *F' G'* igual a la *F G*.

2.° En los extremos *F'* y *G'* trazar dos ángulos iguales a los *F* y *G*.

3.° Llévese la dimensión *G H* desde *G'* hasta *H'* y la dimensión *F K* desde *F'* hasta *K'*.

4.° En los puntos *K'* y *H'* construir dos ángulos iguales a los *K* y *H*. El punto *J* en que se cruzan los lados de estos últimos ángulos, cierra el polígono.

6-7 *Tercer procedimiento:* Por rectas perpendiculares y paralelas entre sí, figs. 6 y 7.

1.° Se prolonga la base del polígono dado hasta *p q*. Por el punto *p* se traza una perpendicular *p r* a *p q* que pase por el vértice más saliente del polígono dado.

2.° Se bajan desde todos los vértices perpendiculares a *p q* y se numeran según la fig. 6.

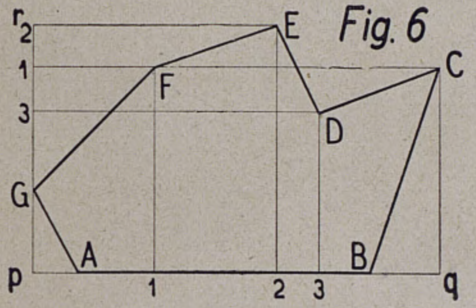


Fig. 6

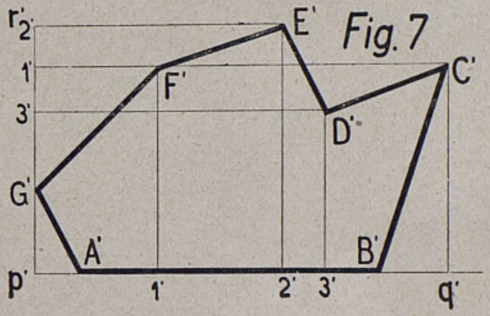


Fig. 7

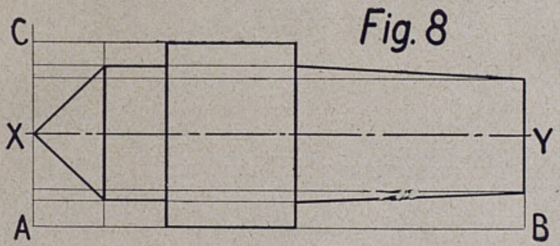


Fig. 8

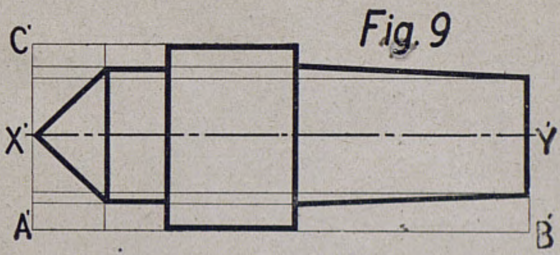


Fig. 9

3.° Se señalan en una tira de papel los puntos *p-A-1-2-3 B q* y se llevan sobre una recta indefinida *p' q'*. Trazar por estos nuevos puntos perpendiculares a *p' q'*.

4.° Repetir la misma operación con la perpendicular *p r* y trazar por los puntos de la perpendicular *p' r'*, rectas paralelas a *p' q'* que serán perpendiculares a *p' r'*. Si se tiene cuidado de marcar estos puntos con números, según puede observarse en la fig. 6, los puntos de cruce de las perpendiculares y paralelas, determinan fácilmente el polígono o la figura que se desea.

8-9 **Aplicaciones:** Las figuras 8 y 9 representan un punto de torno. La fig. 8 señalada con líneas finas, es la que sirve de dato para dibujar la fig. 9 por el procedimiento 3.°, que acaba de explicarse para la construcción de figuras iguales, o sea, por el sistema de perpendiculares y paralelas.

Figuras simétricas

10-11-12 Simetría con relación a un eje.

De una manera general, dos figuras se llaman simétricas con relación a una recta dada, cuando haciendo girar con el pensamiento una de ellas, alrededor de esta recta como charnela, la otra coincide exactamente.

La recta que se ha ideado como charnela, se denomina «*Eje de simetría*».

Por lo expuesto se deduce que para que dos figuras sean simétricas, es necesario que las líneas de ambas figuras sean iguales.

Las figuras 10-11 y 12 representan sucesivamente dos puntos *A A'*; dos rectas *B B'* y dos curvas *C C'* simétricas con relación al eje *X Y*.

De la definición dada al principio se deduce, que si desde un punto cualquiera *m* de una de las rectas o de la curva, trazamos una perpendicular *m n* al eje de simetría, es cortada por su mitad en el punto *p* por el eje *X Y*.

Fig. 10

Fig. 11

Fig. 12

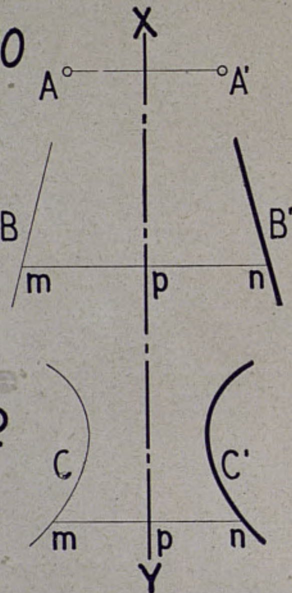
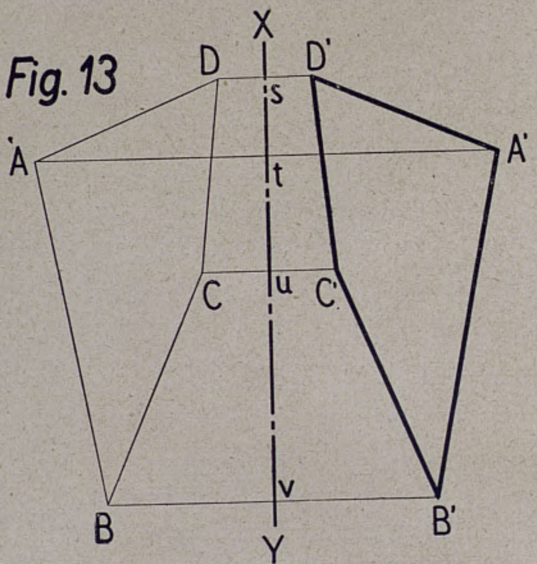


Fig. 13



13 Dada la posición de un polígono *A B C D* con relación al eje *X Y*, construir otro polígono completo. Fig. 13.

1.° Trazar las perpendiculares al eje de simetría *D D'*, *A A'*, *C C'*, *B B'*, y prolónguense al otro lado del eje.

2.° Haciendo centro en *s*, llévese de *s* a *D'* una longitud igual a *s D*.

3.° Con centro en *t*, llévese de *t* a *A'* una longitud igual a *t A*.

Los puntos *C'* y *B'* se determinan de la misma manera.

14 á 19 *Ejemplos:* Las figuras geométricas ofrecen numerosos ejemplos de simetría.

Los lados de un ángulo son simétricos con relación a su bisectriz, fig. 14.

El cuadrado es simétrico con relación a una cualquiera de sus dos diagonales, fig. 15.

El círculo es simétrico con relación a uno cualquiera de sus infinitos diámetros y el arco de círculo, por relación al radio que pasa por su punto medio, fig. 16.

De la misma forma, la parábola referida a su eje y la hipérbola y la elipse referidas a sus dos ejes; figs. 17, 18 y 19.

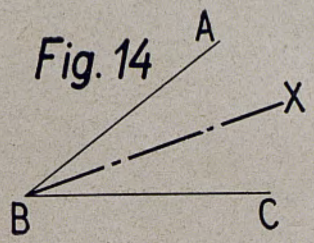


Fig. 14

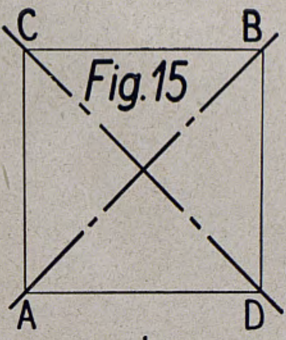


Fig. 15

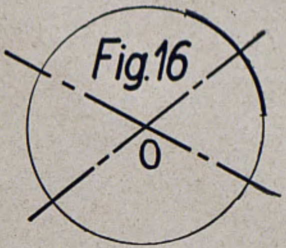


Fig. 16

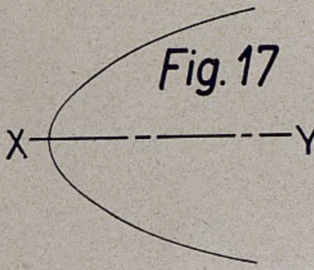


Fig. 17

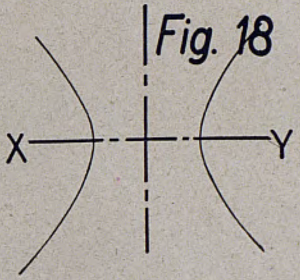


Fig. 18

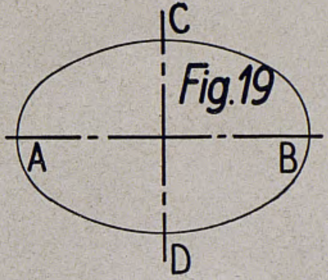


Fig. 19

20 a 23 **Simetría con relación a un punto.** Dos figuras, o dos partes de figuras, son simétricas con relación a un punto, cuando uniendo este punto con cualquier

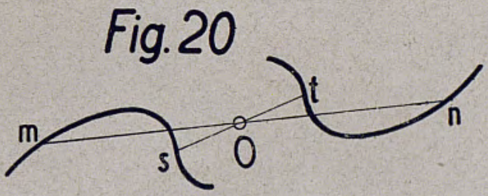


Fig. 20

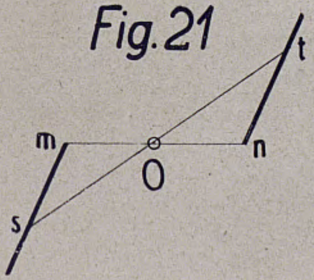


Fig. 21

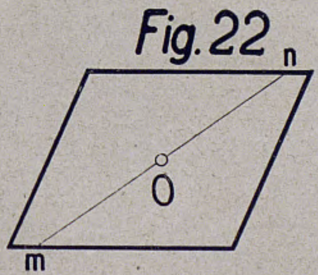


Fig. 22

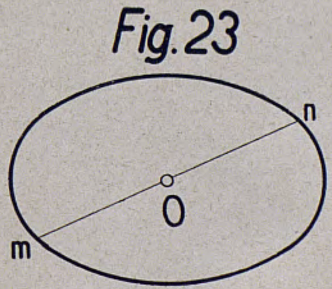


Fig. 23

otro elegido en una de las figuras y prolongando la línea hasta su encuentro con la otra figura, la recta obtenida es dividida en dos partes iguales.

Fig. 24

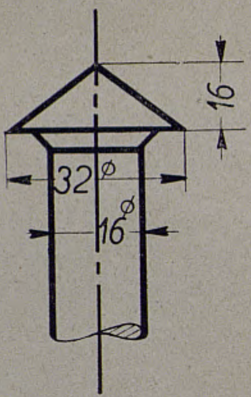
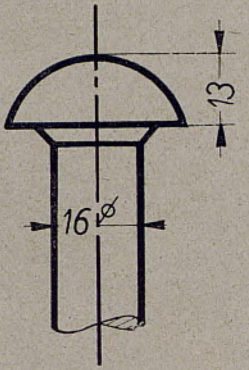


Fig. 26



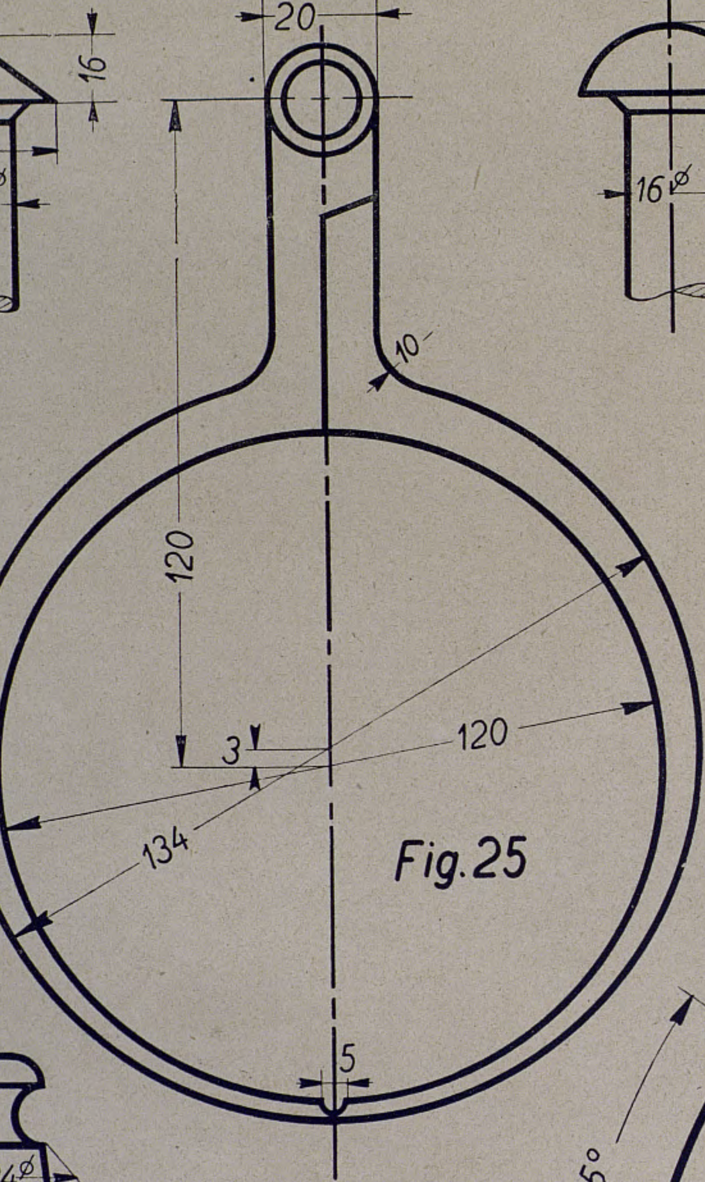


Fig. 25

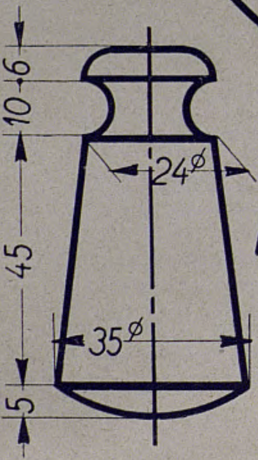


Fig. 27

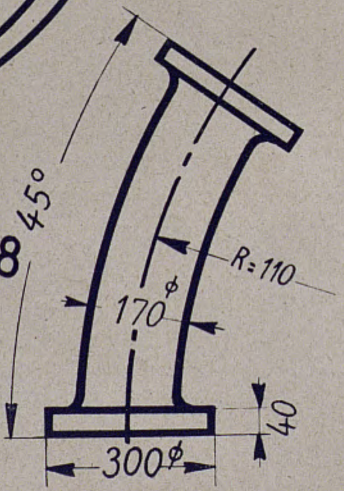


Fig 28

24 á 28 **Aplicaciones:** Los ejes de simetría, representan un papel muy importante en el dibujo de piezas de máquinas y constituyen las líneas principales de un dibujo. Se representan por una línea de trazo y punto, con un grueso algo menor que la línea de contorno de la figura. En la práctica, el punto se sustituye por un pequeño trazo que es más fácil de dibujar. Las piezas simétricas se encuentran en la construcción mecánica, con mucha frecuencia, ya que se pueden obtener muy ventajosamente sobre máquinas, herramientas, torno, fresadora, etc., constituyendo trabajos en serie. Véanse figuras 24 a 28.

Al punto se le da la denominación de «*centro de simetría*».

Ejemplos: Los puntos *m n* y *s t*, de las figuras 20 y 21 son simétricos con relación al punto *O*. De la misma manera, los puntos *m* y *n* del romboide y de la elipse, figs. 22 y 23, son simétricos con relación al centro *O*.

Semejanza

29 **Dividir una recta *a* en partes proporcionales a las partes en que se halla dividida una recta dada** *A B. Datos numéricos: Recta dada* a = *62 mm. Recta* A B = *80 mm. La recta dada* A B *está dividida en 5 partes de 18-22-9-19 y 12 mm.*

1.° Trácese una recta *A' B'* de 80 mm. y sobre ella se señalan los puntos 1-2-3-4 a las distancias de 18-22-9-19 y 12 mm.

2.° Trazar una recta *A' C'* de dirección cualquiera, con preferencia formando un ángulo agudo con *A' B'*.

3.° Sobre la recta *A' C'* tómese una dimensión *A' B''* igual a la recta dada *a* e igual a 62 mm.

4.° Unase *B'* con *B''* y trácense paralelas a *B' B''* que pasen por los puntos 1-2-3-4. Estas paralelas encontrarán a la recta *A' B''* en los puntos 1'-2'-3'-4' y la dividirán en partes que son proporcionales a los segmentos de la recta dada.

30 **Hallar una cuarta proporcional a tres rectas dadas** *a*, *b* y *c*.

1.° Por un punto *A* se trazan dos rectas que formen un ángulo con preferencia agudo.

2.° Se toma sobre una de ellas $A\ B = a$ y $A\ C = b$.

3.° Sobre la segunda recta, se toma $A\ D = c$. Se une *B* con *D* y por *C* se traza una paralela a *B D* que al cortar en *E* a la segunda recta dará el segmento *A E* igual a la cuarta proporcional que se busca.

31 **Determinar la media proporcional a dos rectas dadas** *a* y *b*. *Datos numéricos:* a = *18 mm.* b = *62 mm.*

1.° Sobre una recta indefinida se toman $A\ B = a$ y $B\ c =$ b.

2.° Sobre *A C* como diámetro, se describe una semi-circunferencia.

3.° En el punto *B* se levanta una perpendicular a la recta *A C* que cortará en *D* a la semi-circunferencia. *B D* es la media proporcional que se busca.

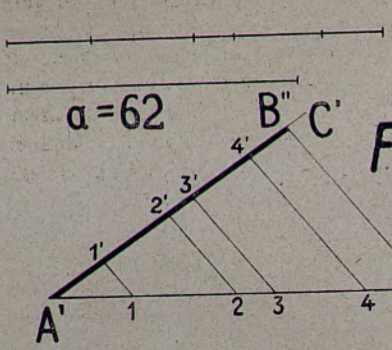


Fig.29

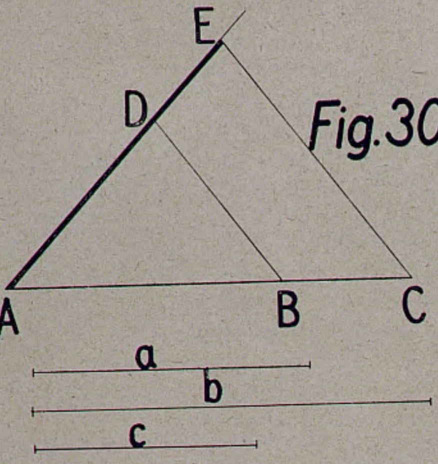


Fig.30

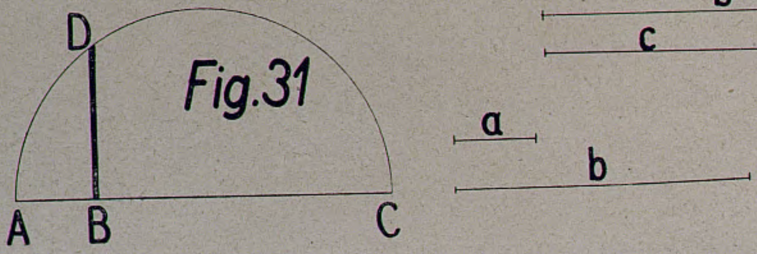
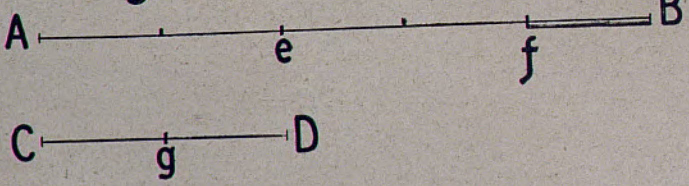


Fig.31

32 **Hallar la máxima común medida entre dos rectas:** Sean *A B* y *C D* las rectas dadas.

1.° Se toma la longitud *C D* y se coloca cuantas veces se pueda sobre la otra recta, de *A* a *e* y de *e* a *f*. Si esta recta está contenida un número exacto de veces en *A B*, sería entonces la máxima común medida que buscamos. De no ser así como en la fig. 32, nos quedará un resto *f B*.

Fig. 32



2.° Se toma el residuo *f B* y se coloca sobre la recta *C D* de *C* en *g* y de *g* en *D* coincidiendo este punto sin dejar residuos; por lo tanto la común medida entre las longitudes *A B* y *C D* será la longitud *g D*, que está contenida 5 veces en *A B* y dos en la recta *C D*.

Construcción de figuras equivalentes en superficie

33 **Construir un triángulo rectángulo, equivalente a otro dado** *A B C*.

1.° Por el punto *C* trazar una paralela *C D* a la base *A B*.

2.° En el punto *B* levantar la perpendicular *B D* a la base *A B* que encontrará a la paralela a dicha base en *D*. Unase *D* con *A*. El triángulo rectángulo *A B D* es equivalente en superficie al *A B C*.

Fig. 33

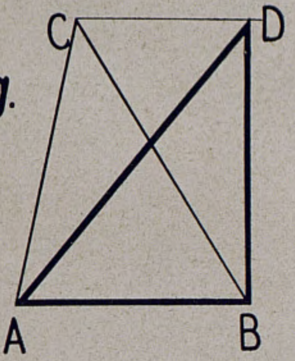
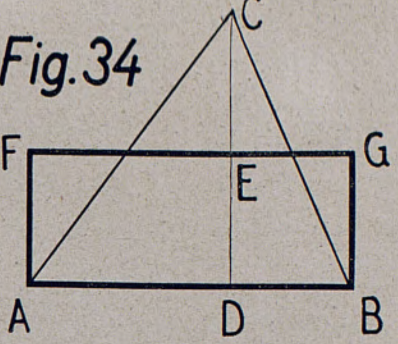


Fig. 34



34 Construir un rectángulo, equivalente a un triángulo dado *A B C*.

1.° Por el punto *C* se baja la perpendicular *C D* a la base *A B*.

2.° Se determina el punto *E* medio de la perpendicular *C D* y se traza la paralela *E G* a la base.

3.° Por los puntos *A* y *B* se trazan las perpendiculares *A F* y *B G* hasta su encuentro con la paralela *F G*. El rectángulo *A B F G*, es equivante al triángulo *A B C*.

35 Construir un triángulo equivalente a un polígono dado *A B C D E*.

1.° Se trazan las diagonales *A D* y *B D*.

2.° Por los puntos *E* y *C* se trazan paralelas a las diagonales anteriores que cortarán a la recta *A B* o su prolongación en los puntos *F* y *G*. Uniendo *D* con *F* y con *G* se tendrá el triángulo *D F G* equivalente al polígono dado.

Fig. 35

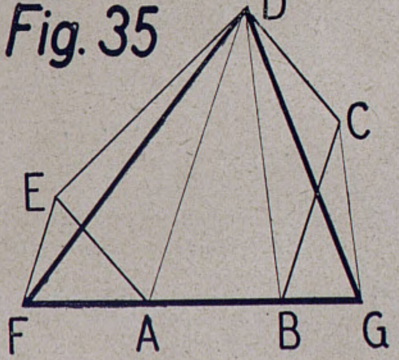
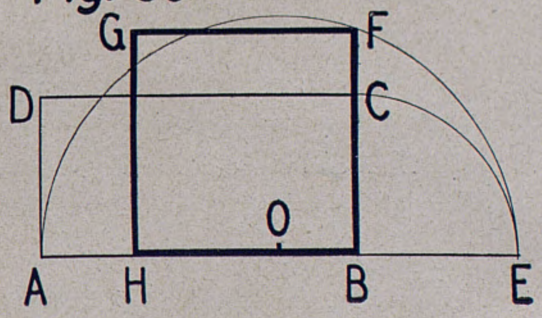


Fig. 36



36 Construir un cuadrado, equivalente a un rectángulo dado *A B C D*.

1.° Se prolonga la base *A B*. Con centro en *B* y radio *B C* igual al lado menor del rectángulo, se traza un arco hasta *E*.

2.° Determinar el punto O medio de A E y trácese desde O una semi-circunferencia con radio O A.

3.° Prolónguese al lado B C hasta F. La recta F B es el lado del cuadrado. Como se observará, el problema se reduce a determinar una media proporcional entre los dos lados del rectángulo A B y B C. (V. 31).

37 **Construir un cuadrado, equivalente al triángulo rectángulo** A B C.

1.° Determínese el punto D, medio de la altura del triángulo, y prolónguese la base A B hacia la izquierda.

2.° Con centro en A y radio A D trazar un arco hasta E.

3.° Haciendo centro en O medio de E B, descríbase una semi-circunferencia. El segmento de recta A F, media proporcional entre A D y A B, es el lado del cuadrado. Nota: Si el triángulo A B C no fuese rectángulo se operaría de la misma forma.

38 **Construir un círculo, equivalente a un cuadrado** *(Cuadratura del círculo)*.

El problema se reduce a encontrar una media proporcional entre el radio y la semi-circunferencia rectificada. (V. 31).

1.° Se divide el diámetro A G en 7 partes iguales y se llevan 4 partes de G a F. El segmento de recta A F es la semi-circunferencia rectificada.

Fig. 37

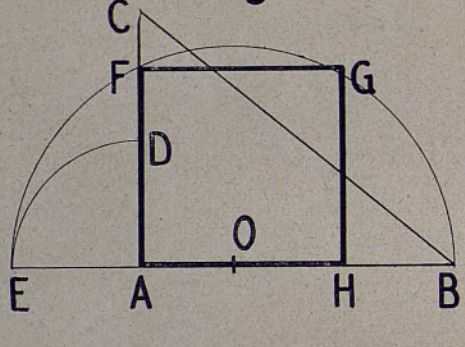
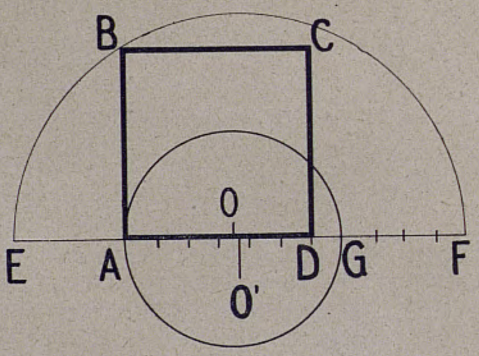


Fig. 38



2.° Tómese de A a E una dimensión igual al radio de la circunferencia.

3.° Sobre E F, como diámetro, trazar una semi-circunferencia. En el punto A levántese la perpendicular A B, hasta su encuentro en B con la semi-circunferencia. A B es el lado del cuadrado. Complétese el cuadrado A B C D. *Observación: Este poblema es sólo aproximado.*

39 **Construir un cuadrado, equivalente a dos cuadrados dados** A B C D y E F G H.

1.° Constrúyase un ángulo recto y tómese M $N = E$ F y N $P = A$ B.

2.° Unir M con P. M P es el lado del cuadrado que se busca.

Fig. 39

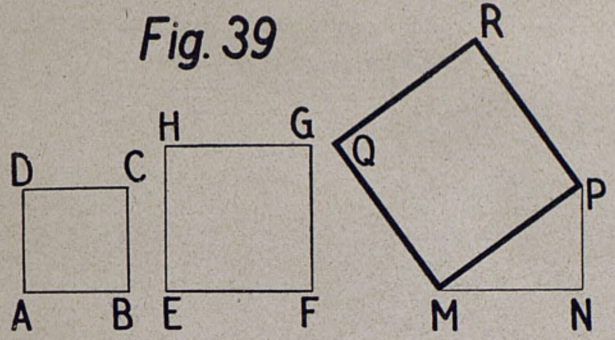
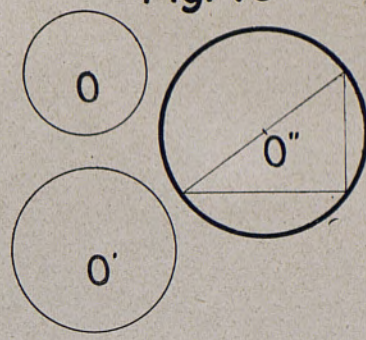


Fig. 40



40 **Construir un círculo, equivalente a dos círculos dados**

1.° Este problema es una consecuencia del anterior. Se construye el triángulo rectángulo que tenga por lados, los radios de las circunferencias *O* y *O'* y sobre la hipotenusa como diámetro se traza el círculo de centro *O''* que es el círculo que se pide.

41 **Construir un cuadrado, equivalente a la mitad de superficie de otro dado** *A B C D.*

1.° Trazar la diagonal *A C.* Con centro en *A* y radio *A B* trazar un arco que corte en *E* a la diagonal *A C.*

2.° Desde *E* bajar la perpendicular *E G.* El segmento de recta *E G* es el lado del cuadrado que se busca.

42 **Construir un cuadrado, equivalente al doble de superficie de otro dado** *A B C D.*

1.° Trazar la diagonal *A C* y con *A C* como lado, construir el cuadrado *A E F C.*

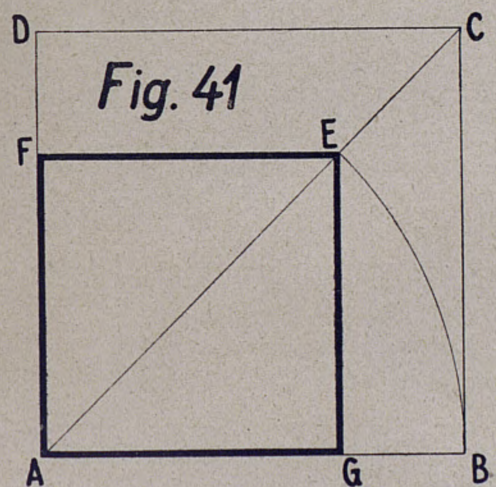


Fig. 41

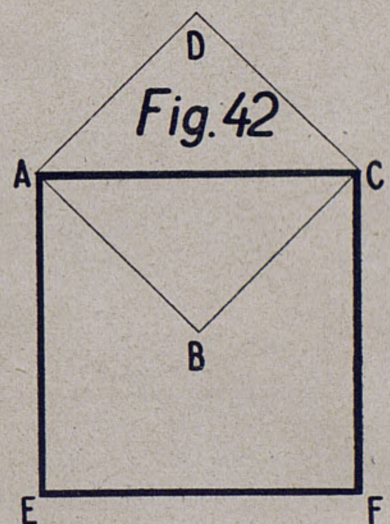


Fig. 42

43 **Construir un círculo, equivalente al doble de superficie de otro dado** *O.*

1.° Trazar el diámetro *A B* y la perpendicular *O O'* al diámetro *A B. O' B* es el radio del círculo que se desea.

44 **Construir un círculo, equivalente en superficie a una elipse** $A\ B\ C\ D$.

1.° Trazar los dos ejes de la elipse. Llevar $O\ C$ a $O\ E$.

2.° Sobre $E\ B$ como diámetro describir una semi-circunferencia. Prolongar $O\ C$ hasta F. $O\ F$ es el radio de la circunferencia que se busca.

Fig.43

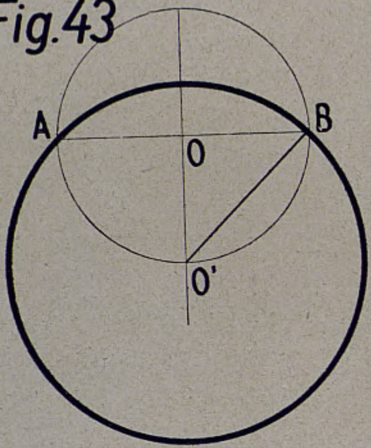
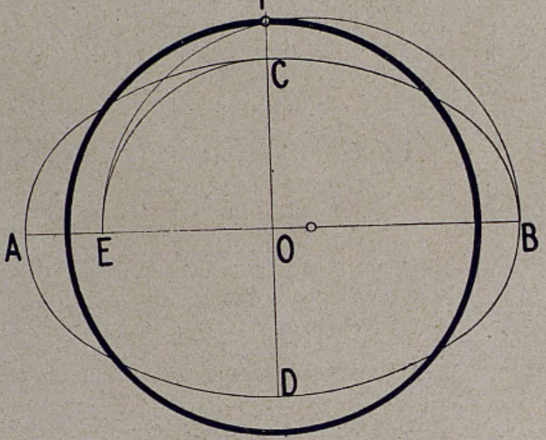
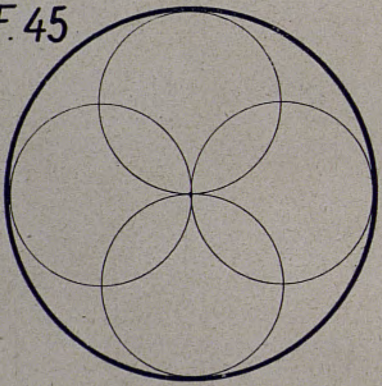


Fig.44



45 **Aplicaciones:** Es muy frecuente al calcular una tubería, suponer que tomando un tubo de la mitad del diámetro de otro, que servirá para que por él pase la mitad del líquido. Como se observará por el gráfico de la fig. 45 es un error grande esta suposición, pues la capacidad del tubo mayor es 4 veces la de otra tubería cuyo diámetro sea la mitad del suyo.

F.45



División de superficies planas, en partes equivalentes

46 **Dividir un triángulo cualquiera** $A\ B\ C$ **en dos partes equivalentes.**

Es suficiente unir un vértice cualquiera, por ejemplo el C, con el punto medio del lado opuesto. En el caso de la fig. 46 con D.

47 **Dividir un triángulo cualquiera** $E\ F\ G$ **en varias partes equivalentes.**

Supongamos sean 5 las partes equivalentes que se desean.

Se divide un lado cualquiera $E\ F$ en 5 partes iguales y se unen con el vértice opuesto G.

En ambos casos, los triángulos obtenidos son equivalentes, porque tienen la misma base y la misma altura.

48 Dividir un trapecio en dos partes equivalentes.

1.° Se halla el punto medio *F* de la base *A B* y el punto medio *E* de la base *D C*.
2.° Únase *E* con *F*. Si se quiere dividir el trapecio antes indicado en varias partes equivalentes, divídanse las dos bases en el mismo número de partes iguales que se desee, uniendo los puntos obtenidos.

49 Dividir un círculo *O* en dos partes equivalentes.

Es suficiente trazar un diámetro cualquiera *A B*.

Si se quiere dividir en varias partes equivalentes, se divide 360° por el número de partes que se deseen y se unen con el centro *O*.

50 Dividir un sector en dos partes equivalentes.

Trazar la bisectriz del ángulo *A O B*.

Si se quiere dividir en varias partes equivalentes, se dividirá el ángulo *A O B* expresado en grados por el número de partes que se deseen.

51 Dividir el segmento circular en dos partes equivalentes.

Trácese la perpendicular *E F* a la mitad de la cuerda *C D*.

52 Dividir una elipse en dos partes equivalentes.

Se elige un punto cualquiera de la elipse, por ejemplo el *A* y se une con el centro *O* hasta *B*.

53-54 Dividir un polígono regular en dos partes equivalentes.

Es suficiente trazar un diámetro que pase por un vértice.

Nota: En el caso de un polígono regular, de un número par de lados, no es preciso que el diámetro pase por un vértice.

55-56 Dividir una superficie poligonal cualquiera en dos partes equivalentes.

El método más práctico es el que sigue:

1.° Se recorta la superficie, enpleando un papel fuerte.
2.° Elegir un punto cualquiera *P* y clavar un alfiler.
3.° Pasar un hilo y suspender la figura del alfiler. La dirección del hilo, que actúa como una plomada, es la de una recta que le divide en dos partes equivalentes.

Si se nos da una forma cualesquiera, fig. 56, se procede de la misma manera.

Figuras semejantes

57-58 Llámanse figuras semejantes las que tienen igual forma, e igualmente dispuestos los elementos de que se componen, que son de distinta magnitud.

En la fig. 30 se puede observar que los triángulos *A D B* y *A E C* tienen dos lados paralelos y los otros concurrentes. En consecuencia tendremos:

1.° Los ángulos correspondientes homólogos son iguales dos a dos.
2.° Los lados homólogos son proporcionales.

Se dice entonces que son semejantes.

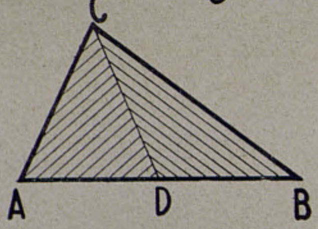


Fig. 46

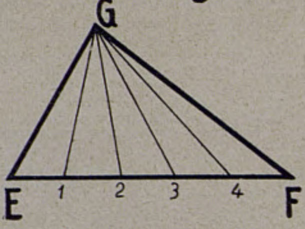


Fig. 47

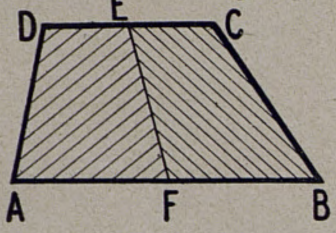


Fig. 48

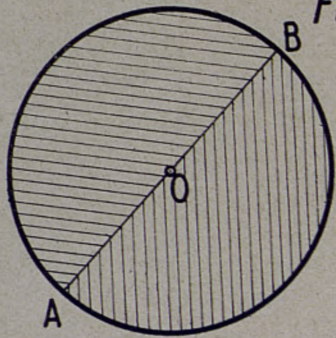


Fig. 49

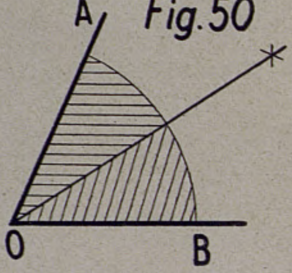


Fig. 50

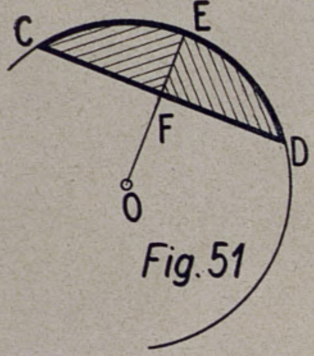


Fig. 51

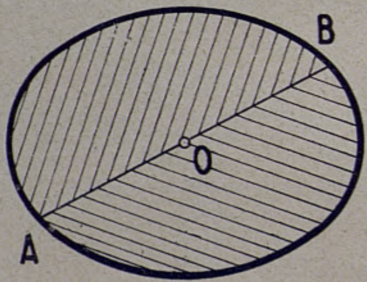


Fig. 52

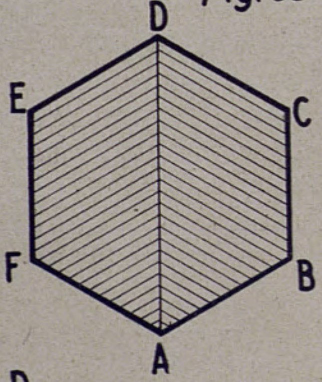


Fig. 53

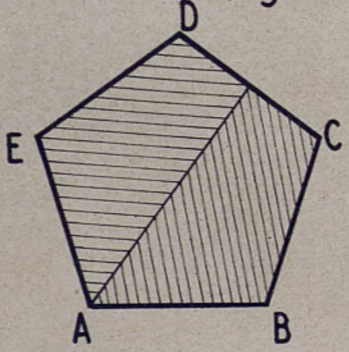


Fig. 54

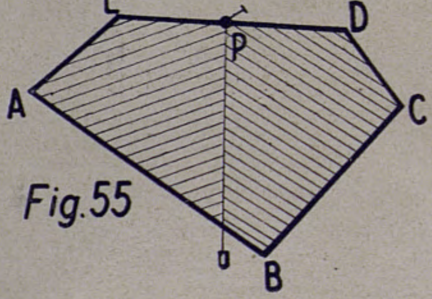


Fig. 55

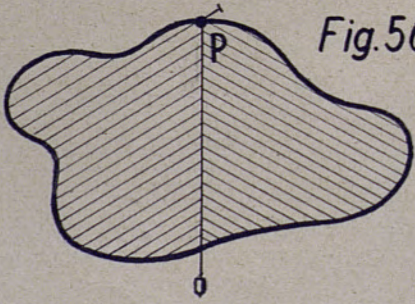


Fig. 56

La relación de los lados homólogos, por ejemplo $\frac{A\ D}{A\ E} = \frac{1}{3}$ toma el nombre de «*relación de semejanza*».

Esta definición subsiste, cualquiera que sea la posición relativa de los triángulos semejantes.

La fig. 57 representa dos triángulos $A\ B\ C$ y $A'\ B'\ C'$. La relación de semejanza es $\frac{1}{4}$; dos lados homólogos $A\ B$ y $A'\ B'$ satisfacen la igualdad: $\frac{A\ B}{A'\ C'} = \frac{1}{4}$

de la cual se deduce que $A\ B$ es cuatro veces más pequeño que $A'\ B'$.

En toda figura semejante se observa:

Dos líneas poligonales, de un mismo número de lados son semejantes cuando tienen:

Fig. 57

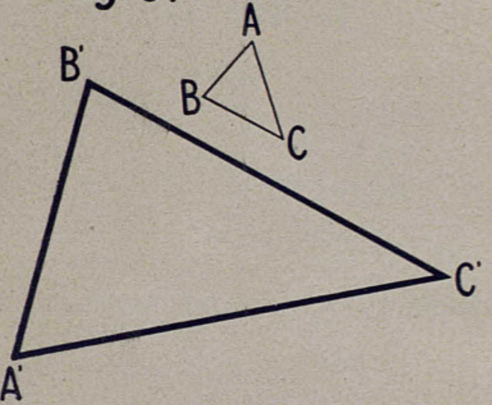
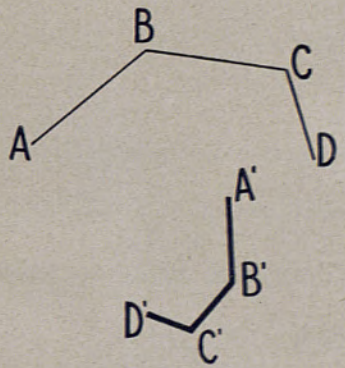


Fig. 58



1.º Los ángulos homólogos iguales dos a dos.

2.º Sus lados homólogos proporcionales.

Las figuras $A\ B\ C\ D$ y $A'\ B'\ C'\ D'$ son semejantes, porque tienen sus ángulos B - B' y C - C' iguales y los lados $A\ B$, $B\ C$ y $C\ D$, proporcionales a los $A'\ B'$, $B'\ C'$ y $C'\ D'$, fig. 58.

59 Construir un polígono semejante a otro dado *A B C D E* en la relación de 1/2; o bien que los lados del que construyamos sean la mitad del dado.

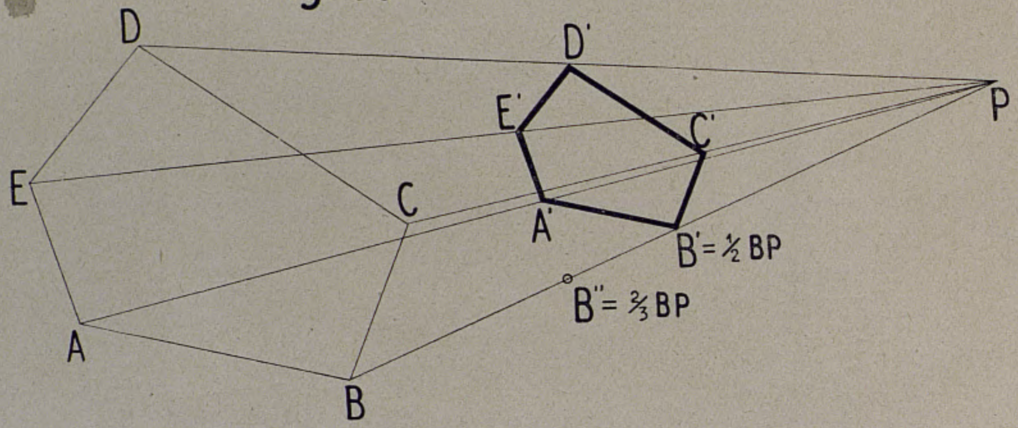
1.º Se elige un punto cualquiera P, fuera del polígono y se une con los vértiees $ABCDE$.

2.º Sobre una cualquiera de estas rectas, por ejemplo, la $B\ P$, se toma un punto B', que esté situado a la mitad de $B\ P$.

3.º Se traza *B' A'* paralela a *B A*, y *B' C'* paralela a *B C*, hasta su encuentro con las rectas.

4.º Por los puntos *A'* y *C'* se trazan paralelas a las *A E* y *C D*, siguiendo de esta forma hasta obtener la figura *A' B' C' D' E'* que será semejante a la dada en la relación $\frac{1}{2}$

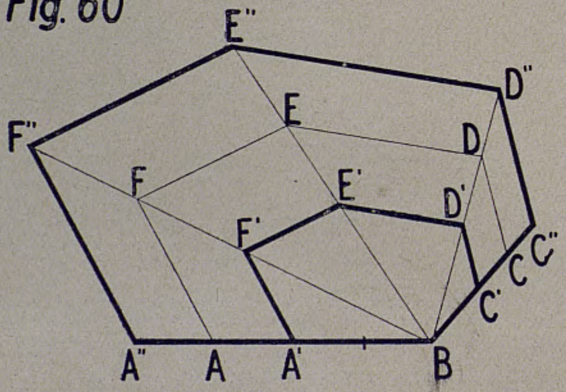
Fig. 59



Si la razón de semejanza fuera $\frac{2}{3}$ se dividirá la recta *B P* en tres partes iguales y se marcará el punto *B''* con dos de estas partes de *P* a *B''*.

60-61 Trazar un polígono semejante al *A B C D E F* en la relación 2/3 o 4/3.

Fig. 60



1.º Se unen los vértices *F E D* con *B*.

2.º Se divide un lado cualquiera, por ejemplo el *A B* en tres partes iguales y se señala el punto *A'* que representa los $\frac{2}{3}$ de *A B*.

3.º Por el punto *A'* se traza la paralela *A' F'* a la *A F*. Por el punto *F'* la paralela *F' E'* a la *F E* y así sucesivamente hasta completar el polígono, fig. 60.

Para la construcción del polígono en la relación de $\frac{4}{3}$ se prolonga el lado *A B* y se toma una tercera parte de *A* a *A''* siguiendo el mismo procedimiento explicado.

Si se desea construir el polígono semejante fuera de la figura dada, se empieza por construir en un punto *B'* todos los ángulos que concurren en el vértice B. Después se toma $A'B' = \frac{2}{3}$ de *A B*, $F'B' = \frac{2}{3}$ de *B F* y así sucesivamente, fig. 61.

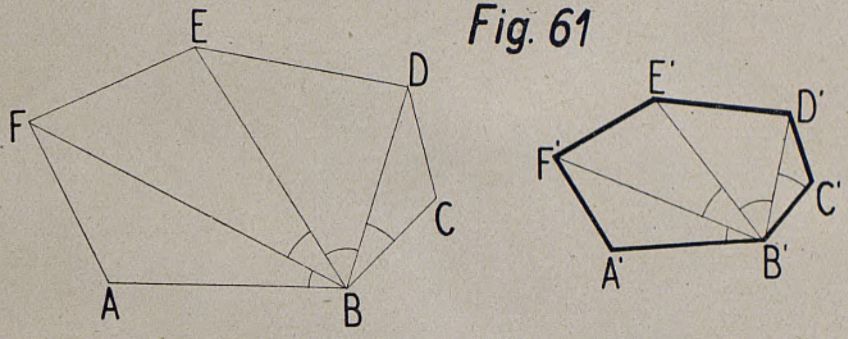


Fig. 61

Para abreviar este procedimiento, pueden obtenerse estas reducciones o ampliaciones, por medio del «*triángulo de reducción*» que se expone a continuación.

62

Triángulo de reducción

Se denomina por este nombre un triángulo rectángulo, cuyos catetos tienen una relación determinada.

Si se desea reducir, por ejemplo, en la relación de $\frac{3}{5}$ se construirá un triángulo rectángulo en el cual uno de los catetos tenga una longitud de 3 y el otro de 5, o bien un múltiplo de estos números.

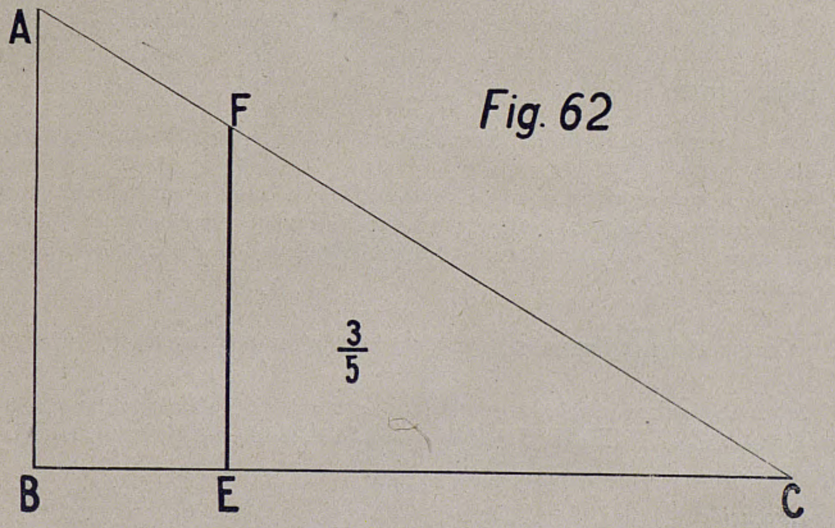


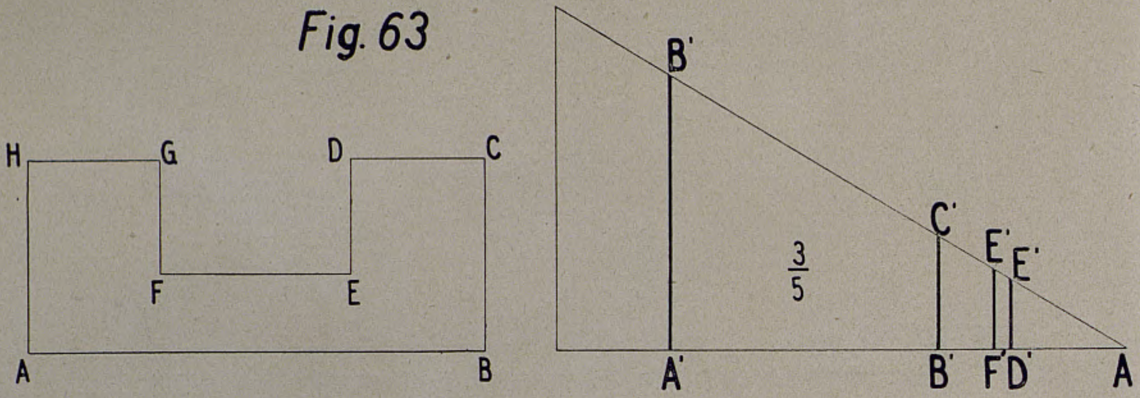
Fig. 62

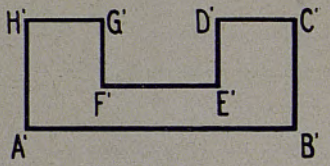
por ejemplo, 30 y 50 ó bien 150 y 250.

Para conseguir la reducción bastará tomar con el compás o con el doble decímetro una medida del original, o sea de la figura que se nos da como dato y se lleva de *C* a *E*. Trazar la paralela *E F* al cateto *A B*. La longitud *E F* es la equivalente a *E C* en la proporción $\frac{3}{5}$

De la misma manera se pueden obtener para otras relaciones cualesquiera $\frac{1}{4}, \frac{3}{5}, \frac{7}{8}, \frac{1}{12}$ etcétera.

Fig. 63





63 La figura 63 se ha obtenido por medio del triángulo de reducción construído en la relación de $\frac{3}{5}$

Como se observará, todas las dimensiones de la figura original señaladas con líneas finas, se han llevado sobre el cateto mayor del triángulo de reducción, levantando perpendiculares hasta su encuentro con la hipotenusa. Estas perpendiculares representan las medidas de los lados correspondientes del dibujo señalado con línea gruesa en la relación $\frac{3}{5}$ que se pide.

Aplicaciones:

Los principios que quedan expuestos constituyen la base principal de la reproducción de dibujos.

Con frecuencia ocurre que es preciso reducir o ampliar un dibujo en una relación dada, o lo que es lo mismo, formar una figura semejante a otra, estando fijada su relación de semejanza. Esta relación puede estar representada por dos longitudes homólogas o bien númericamente.

64-65 Construir una figura semejante a otra, dadas las longitudes homólogas

Se da como dato la tajadera de la fig. 64, dibujada con líneas finas y como longitudes homólogas *X Z* y *X' Z'* que al mismo tiempo nos sirven de ejes de simetría para ambas figuras.

1.ª *Operación.*

1.° Se traza la recta *A B* paralela al eje *X Z* fuera del contorno de la figura que se nos da como dato.
2.° Se prolongan las líneas auxiliares y las de construcción que sean perpendiculares al eje de simetría, que al cortar a la recta *A B* determinan los puntos 1-2-3-4.
3.° Se traza otra recta *A' C* pararela al eje *X' Z'* y de igual longitud.
4.° Por el punto *A'* trazar una recta *A' B'* que forme un ángulo agudo con *A' C*.
5.° Valiéndose de una tira de papel se señalan sobre ella los puntos *A*-1-2-3-4 *B* y se llevan de *A'* a *B'*. Se une *B'* con *C* y por los puntos de división de *A' B'* se trazan paralelas a *B' C*.

Fig. 64

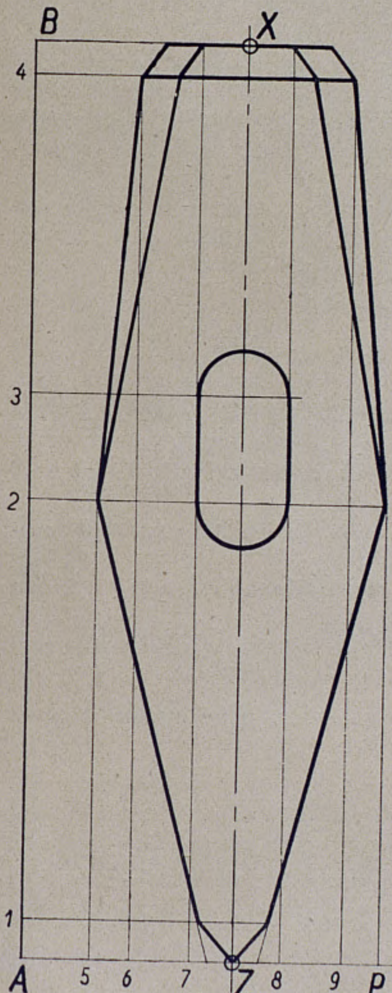
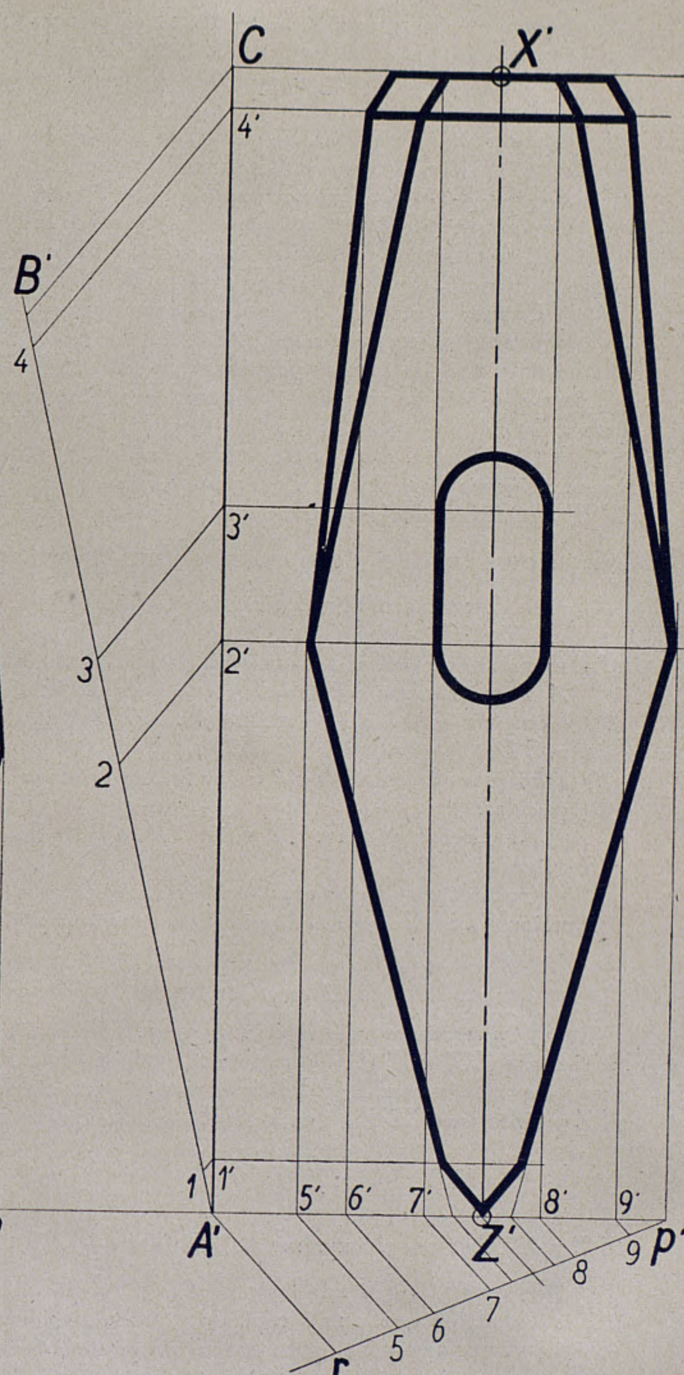


Fig. 65



6.° Desde los puntos 1'-2'-3' etc. se trazará un sistema de paralelas en dirección perpendicular al eje $X' Z'$.

2.ª *Operación.*

1.° Sobre la recta $A\ p$ de la figura dato, se prolongan todas las líneas auxiliares y de construcción que sean paralelas al eje $X Z$ y se numeran.

2.° Se determina la cuarta proporcional entre las rectas $X\ Z$, $X'\ Z'$ y $A\ p$ (V. fig. 30). Se lleva de A' a p'.

3.° Por el punto p' se traza la ecta $p'\ r$ formando un ángulo agudo con $p'\ A'$. Sobre esta recta se llevan como indicado antes, utilizando una tira de papel, los puntos A-5-6-7-Z-8-9 p. Se une el punto r con A' y se trazan las paralelas a esta recta que determinan sobre $A'\ p'$ los puntos por los que se trazarán paralelas al eje $X'\ Z'$.

De esta forma se obtendrá un conjunto de líneas auxiliares que sirven de base para la ejecución de la figura, la cual no ofrece dificultad para su trazado.

Cuando la relación de semejanza está determinada por una relación numérica, puede adoptarse el sistema *«de cuadrícula»*. Sin embargo, este procedimiento, que en el dibujo de adorno o artístico es muy práctico y de uso extendido, no es apropiado ni recomendable para el dibujo de máquinas. Solamente se utiliza en reproducciones de dibujos de cerrajería artística.

Observación: Para la mejor comprensión de este trazado, conviene no dibujar desde un principio el eje X' Y'. *Es preferible operar con la recta* A' C *igual a* X' Y'. *El eje* X' Y' *quedará determinado después, al mismo tiempo que las demás verticales.*

66-67 Reproducción de un dibujo por cuadrícula.

Se desea reproducir el dibujo de la reja, fig. 66, en la relación $\frac{1}{2}$

1.° Encuadrar el dibujo a reducir en un rectángulo $A\ B\ C\ D$. Dividir los lados $A\ B$ y $A\ D$ en un cierto número de partes iguales, constituyendo una cuadrícula.

2.° Construir en $a\ b\ c\ d$ un rectángulo, en el cual los lados tengan la mitad de los $A\ B$ y $C\ D$.

3.° Dividir los lados $a\ b$ y $c\ d$ en un mismo número de partes iguales y hacer las cuadrículas.

Numérense las partes de la figura dato y las del rectángulo $a\ b\ c\ d$, como se indica en las figuras.

Guiándonos por las cuadrículas respectivas, váyase dibujando la figura, que será proporcional a la dada y sus dimensiones serán la mitad.

Dados dos dibujos semejantes, hallar la relación que pueda existir entre dos longitudes homólogas.

Nos referimos a las figuras 64 y 65. Tomemos como longitudes homólogas los ejes de simetría $X\ Z$ y $X'\ Z'$. Determínese la máxima común medida entre estas rectas (V. 32) tendremos que la común medida encontrada para dichos ejes cabe cuatro veces en el eje $X\ Z$ y cinco en el $X'\ Z'$. Por lo tanto, la relación entre las longitudes del eje $X'\ Z'$ y la del eje $X\ Z$, se podrá expresar bajo la forma $\frac{5}{4}$. Inversamente la relación entre los ejes $X\ Z$ y $X'\ Z'$ se podrá expresar bajo la forma $\frac{4}{5}$

Resumen. Siguiendo los procedimientos que acaban de exponerse, en las páginas 3 y 4 es indudable que puede copiarse un dibujo original que se dé como dato, al mismo tamaño, ya que cualquier figura geométrica puede suponerse como una forma poligonal, o de contorno poligonal.

Fig. 66

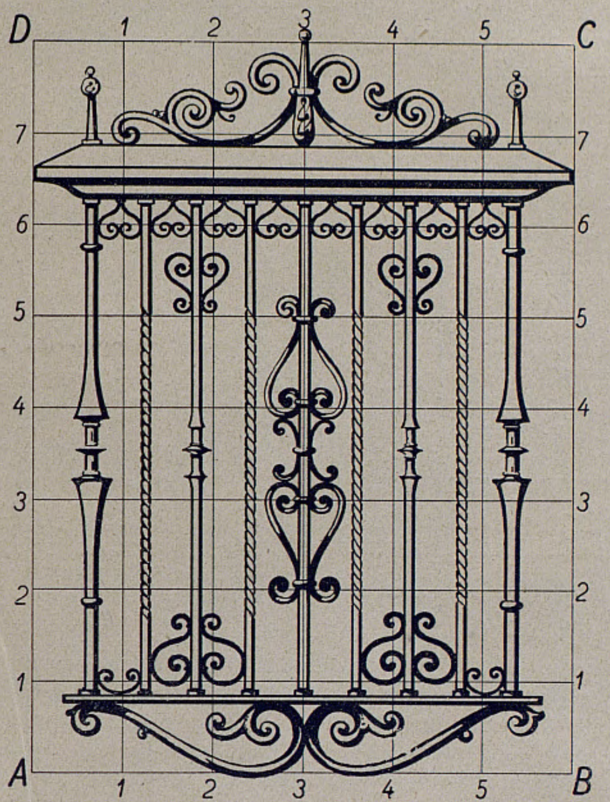
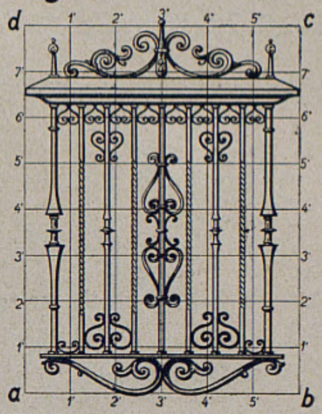


Fig. 67



Cuando se desee copiar un dibujo, a tamaño mayor que el original o bien a tamaño reducido, pueden utilizarse los problemas de semejanzas y sus aplicaciones, pudiéndose adoptar el triángulo de reducción para determinar la proporción o relación de líneas homólogas con mayor facilidad, o bien el sistema explicado a seguir para las figuras 64 y 65.

En dibujos de poca precisión puede recurrirse al sistema denominado «*de cuadrículas*».

Se observará en los problemas de semejanzas y en la copia de los dibujos a una relación dada, lo siguiente:

1.º Los diversos ángulos que constituyen el dibujo, no cambian en la reproducción.

2.º Todas las rectas se reducen o se amplían en la misma relación.

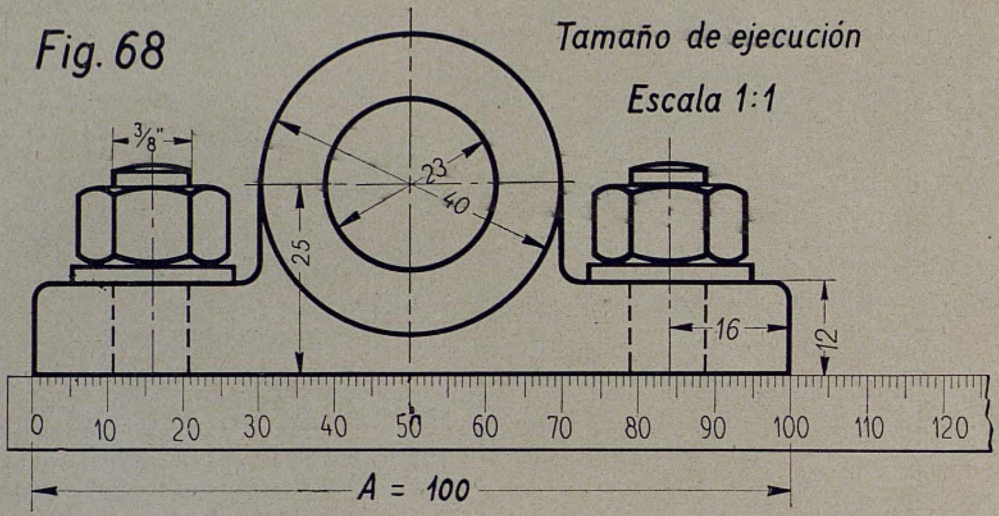
3.º Las curvas geométricas, circunferencias, elipses, parábolas, etc., no cambian de forma, pero sus elementos están reducidos o ampliados proporcionalmente.

4.º Las otras curvas son obtenidas por la determinación de varios de sus puntos, que se definen por sus distancias a otros puntos conocidos.

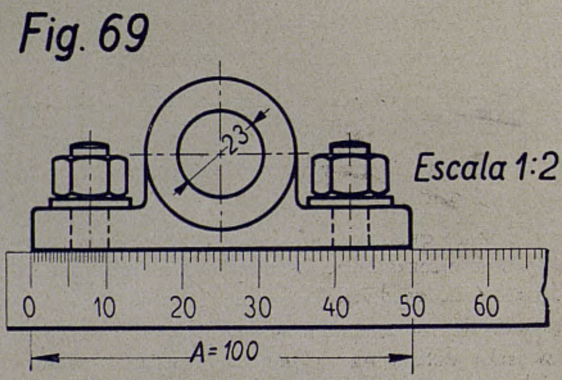
Las longitudes reducidas pueden tomarse como queda dicho, o bien utilizando el compás de reducción, cuando el dibujo original está ejecutado exactamente. Sin embargo, el empleo de este instrumento va extinguiéndose de día en día.

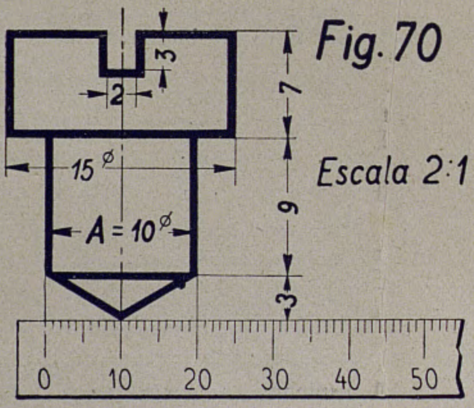
Teniendo en cuenta que en la mayor parte de los casos en la práctica, se nos da a copiar un dibujo en el cual las dimensiones están determinadas por un croquis, generalmente acotado, no pueden seguirse los métodos expuestos hasta aquí. Es preciso recurrir entonces a la escala, que se deriva de todos los principios expuestos en las páginas 16 a 20. Como fácilmente se verá, adoptando la escala, no es necesario aplicar para dibujar los procedimientos anteriores. No obstante, es muy conveniente que el alumno conozca y practique los problemas expuestos.

68-69-70. Relación de dimensiones. Cuando las dimensiones de un dibujo, son iguales a las dimensiones correspondientes del objeto que representan, se dice que está ejecutado en su verdadero *«tamaño de ejecución»*; fig. 68.



Con mucha frecuencia los objetos que se quieren dibujar, tienen sus dimensiones muy grandes, que imposibilitan trazarlos o dibujarlos en el papel a su verdadero tamaño, o muy pequeñas que hacen difícil poder apreciarlas en su verdadera forma. En el primer caso, es preciso reducir de tamaño todas las dimensiones del dibujo, y en el segundo caso ampliarlas en una relación convenientemente elegida. Esta relación se denomina *«Escala del dibujo»*; figs. 69 y 70.





Si una longitud A de 100 mm. del objeto está representada en el dibujo por una longitud de 50 mm. el dibujo está ejecutado a la *«escala de reducción»* $\frac{50}{100} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$ fig. 69.

Si una longitud de 1 cm. está representada en el dibujo por una longitud de 2 cm. la *escala de ampliación* es de $\frac{2}{1}$ fig. 70.

Escalas. De lo expuesto se deduce que la escala es la relación constante que existe entre una línea cualquiera del dibujo y la dimensión correspondiente del objeto representado.

En la práctica, los dibujos de taller son ejecutados a su verdadero *«tamaño de ejecución»* o sea a escala de $\frac{1}{1}$. Cuando, por sus dimensiones, se recurre a *reducir* o a *ampliar*, las escalas recomendables son las que indicamos a continuación:

$$\frac{1}{2,5} \quad \frac{1}{5} \quad \frac{1}{10} \quad \frac{1}{20} \quad \frac{1}{50} \quad \frac{1}{100} \quad \frac{1}{200} \quad \frac{1}{500} \quad \frac{1}{1\,000}$$ *para reducciones.*

Es preciso evitar por completo adoptar escalas con relaciones fantásticas, tales como

$$\frac{1}{3} \quad \frac{4}{5} \quad \frac{5}{7} \quad \frac{7}{10} \quad \frac{4}{11} \quad \text{etc.}$$

ya que en la práctica no se utilizan nunca. La escala $\frac{1}{2}$ que con tanta frecuencia se emplea para muchos dibujos, tampoco es muy recomendable, pues siendo tan próxima a la escala *«tamaño de ejecución»* da una falsa idea del dibujo. En su lugar debe elegirse la escala $\frac{1}{2,5}$ que representa los dibujos a un tamaño intermedio entre la escala $\frac{1}{5}$ y la escala $\frac{1}{1}$

Expresión de la escala. La escala puede representarse por una fracción ordinaria. En este caso el numerador expresa las partes que se toman de la unidad de medida. Supongamos que la unidad de medida adoptada es el metro y la relación o escala a que ha de ejecutarse el dibujo es de $\frac{4}{5}$. Dividiendo el metro en 5 partes iguales, obtendríamos para cada una de ellas 200 mm.

Tomando 4 de estas partes, obtendríamos 800 mm. para la longitud de la escala $\frac{4}{5} = 0,80$ metros.

La escala puede expresarse también, mediante una fracción decimal. Así por ejemplo: una escala de 0,80 se lee 0,80 por metro, cuando el metro se ha tomado por uuidad de medida, y quiere decir que por un metro de una dimensión del objeto se ha tomado 0,80 mts. para la longitud de la escala.

En consecuencia, una misma escala puede determinarse de dos maneras.

Escala de $\frac{4}{5}$ ó bien; Escala de 0,80 por metro.

En la práctica, se adopta; Escala de 4 : 5 que se lee: Escala de 4 a 5.

En el dibujo de máquinas se acostumbra a fijar todas las dimensiones en milímetros. Por lo tanto, para conseguir una escala destinada a dibujar piezas de máquinas, tomaremos siempre como base para su construcción el *decímetro = 100 mm.*

Conversión de una escala expresada en fracción ordinaria, en decimal y al contrario.

Para convertir una escala expresada en fracción ordinaria, en decimal, se divide el numerador por el denominador.

Ejemplo: Escala de $\frac{4}{5} = 0,80$.

Para convertir una escala expresada en fracción decimal a fracción ordinaria se toma por numerador el decimal sin la coma y sin el cero, y por denominador la unidad seguida de tantos ceros como cifras decimales tenga.

Ejemplo: Escala de 0,80 $= \frac{80}{100} \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$

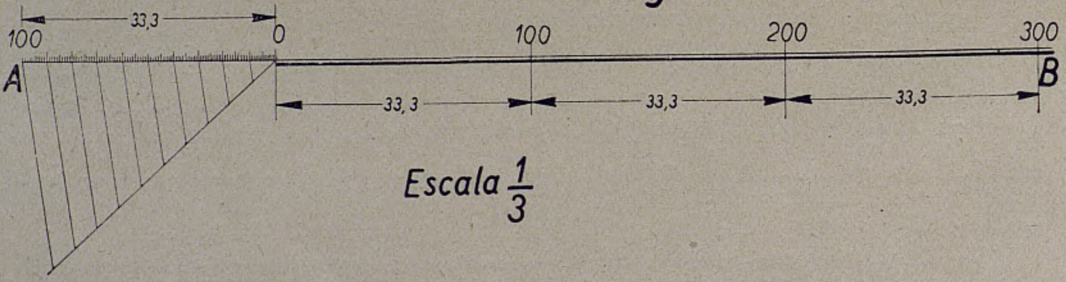
71-72 Construcción de escalas. *Se desea construir la escala de* $\frac{1}{3}$

$\frac{1}{3}$ dm. = 33,3 mm. Tenemos además:

1 m.	=	333	mm.
1 dm.	=	33,3	»
1 cm.	=	3,3	»
1 mm.	=	0,3	»

Sobre una recta indefinida *A B*, fig. 71, llevemos a partir del punto *O* y a la derecha, longitudes iguales a 33,3 mm.; cada una de estas longitudes representa 1 dm. o bien 10 cm. ó 100 mm. La parte de recta *O B* constituye la escala propiamente dicha y se numera con 100 - 200 - 300, etc.

Fig. 71



Escala $\frac{1}{3}$

A la izquierda del punto *O* se lleva una longitud de 33,3 mm. que constituye la *«contra-escala»*. Si se divide esta recta en 10 partes iguales, cada división corresponderá a 1 cm. del objeto. Si todavía se dividen estas divisiones en 10 partes iguales, cada una de ellas representa 1 mm. del objeto.

Estas últimas divisiones, sería muy difícil trazarlas con exactitud e igualdad y se confundirían las divisiones y la escala resultaría poco práctica. Es preferible entonces recurrir a la escala denominada *«decimal»* según veremos más adelante, que permite apreciar los milímetros con tanta precisión como se aprecian los centímetros en la escala simple que acabamos de representar.

Otro ejemplo: Se desea construir la escala $\frac{5}{7}$ fig. 72.

Supongamos que se toma por unidad de medida el metro. Dividiendo el metro en 7 partes iguales, obtendremos para cada una de ellas 143 mm. Tomando 5 de estas partes resulta para longitud de la escala 715 mm.

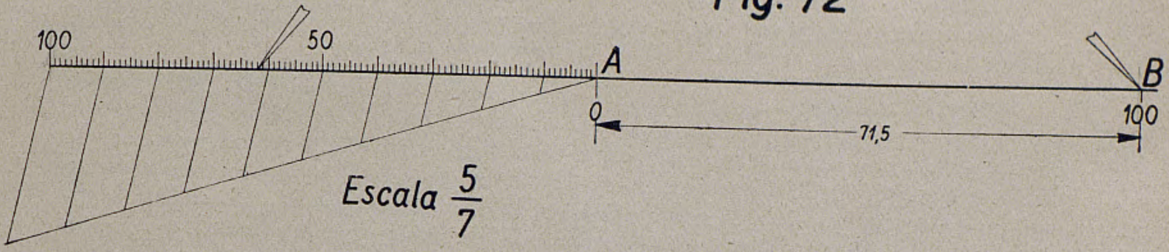
En consecuencia:

1 m.	=	715	mm.
1 dm.	=	71,5	»
1 cm.	=	7,15	»
1 mm.	=	0,715	»

Por lo tanto una longitud de 1 dm. del objeto, será representada en el dibujo por una longitud de 71,5 mm.

La escala se dibuja siguiendo el mismo procedimiento explicado (V. 71). Sobre una recta indefinida *A B* se lleva a partir de *O* hacia la derecha longitudes iguales a 71,5 mm. Cada una de estas longitudes representa 1 dm. o bien 10 cm. o 100 milímetros y se numeran según la fig. 72.

Fig. 72

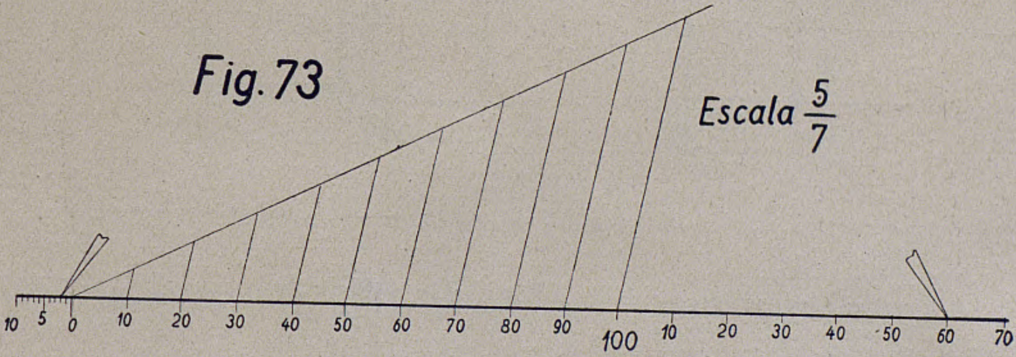


A partir de *O* y hacia la izquierda, se lleva una longitud igual a 71,5 mm. que constituye la *«contra-escala»*. Si se divide la contra-escala en 10 partes iguales, cada una de ellas representa 1 cm. Si todavía se dividen estas 10 partes en otras 10 partes iguales, cada una de ellas representa 1 mm. del dibujo,

73 **Simplificación de la contra escala.** Como queda dicho, la contra-escala debe expresar una longitud de 100 mm. a la escala que se dibuje. Esta dimensión ha de dividirse en 10 partes iguales que representará cada una de ellas 1 cm. y por último. cada una de las 10 partes ha de dividirse en otras 10, que representarán milímetros de la escala. En total, la contra-escala ha de dividirse en 100 partes iguales. A poco que se observe se deduce que es difícil y costoso efectuar esta operación. Se simplifica notablemente, adoptando la disposición de *escala y contra-escala* de la fig. 73.

Las distancias a partir de *O* hasta 100 - 200, etc., será preciso entonces dividirlas en cm. de la escala, operación fácil de realizar con exactitud.

Fig. 73



A partir de *O* y hacia la izquierda, se tomará una dimensión 0 - 10 igual a 1 cm. de la escala que se dividirá en 10 partes iguales con gran cuidado. Cada una de estas partes representa 1 mm. de la escala.

Empleo de la escala. Utilizando la escala $\frac{5}{7}$ de la fig. 72.

Supongamos se quiere tomar y trasladar al dibujo la medida 162 mm. Se coloca una de las puntas del compás sobre la división 100 de la escala y la otra punta del compás, en la división 62 de la contra-escala. Esta abertura de compás, se lleva sobre la línea correspondiente del dibujo.

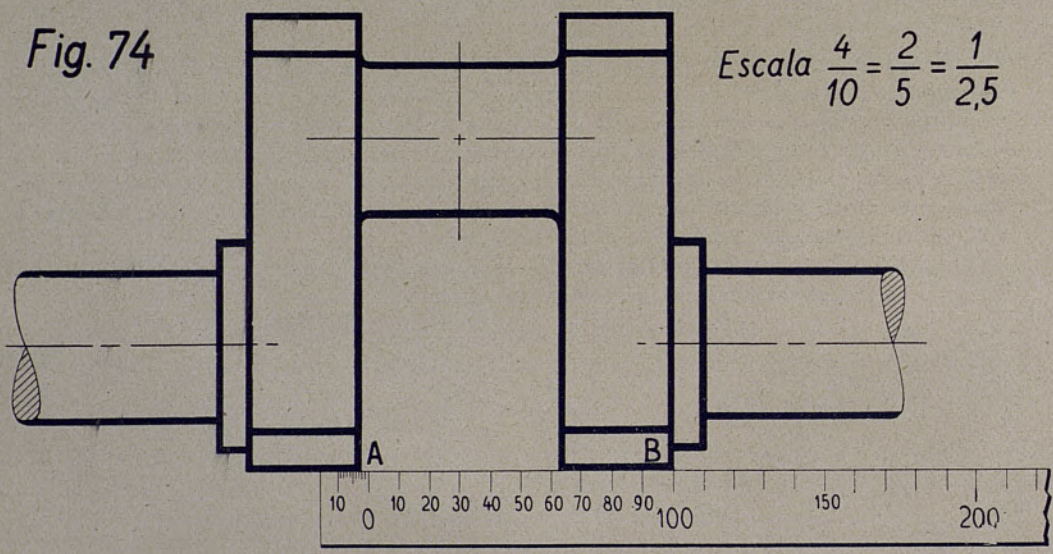
Utilizando la escala $\frac{5}{7}$ de la fig. 73. Se desea trasladar sobre el dibujo la misma medida anterior, o sea 162 mm.

Se coloca una de las puntas del compás en la dimensión 160 de la escala y la otra punta en la dimensión 2 de la contra-escala, trasladando igualmente la abertura obtenida sobre el dibujo.

Como puede deducirse, el procedimiento es el mismo en las dos escalas. Por lo tanto el alumno debe elegir cualquiera de los dos sistemas, de acuerdo con el Profesor. En la práctica se elige por su sencillez la escala que representa la fig. 73.

74 **Escalas volantes.** Las escalas gráficas, detalladas en las páginas 25, 26 y 27 tienen el inconveniente de que se deterioran los dibujos a causa de las muchas veces que hay que tomar medidas con el compás de puntas fijas. Para evitar este grave inconveniente, lo más práctico es construir sobre una tira de papel algo grueso, de un ancho de unos 30 mm. y un largo de 300 mm. la escala que se emplee, sobre cuyo borde, se señalan las divisiones y subdivisiones. A esta tira de papel se la denomina «*Escala volante*», fig. 74. Su uso consiste en llevar sobre cada línea del dibujo, la medida correspondiente con la ayuda de la contra-escala.

Fig. 74



Ejemplo: Supongamos que se desea llevar sobre el dibujo de la fig. 74 la dimensión de 103 mm. con la escala de $\frac{4}{10}$

Se hace coincidir la dimensión 3 de la contra-escala, sobre uno de los extremos, marcando el otro extremo en la dimensión 100 de la escala por un pequeño punto.

En el comercio, existen una serie de escalas corrientes que se utilizan en el dibujo, con divisiomes perfectas y claras. El dibujante profesional recurre a ellas en sus trabajos. Sin embargo, para los alumnos es preferible que ellos mismos se las construyan, a fin de que se vayan familiarizando con su uso y se den cuenta de la importancia tan grande que representan las escalas en el dibujo de máquinas y en el dibujo geométrico en general.

Como se observará, para los dos ejemplos de escala que acaban de exponerse se han elegido dos relaciones $\frac{1}{3}$ y $\frac{5}{7}$ que son poco corrientes y que en la página 25 se han considerado como fantásticas, ya que en la práctica no deben elegirse. No obstante, conviene ejecutar al principio algunos dibujos utilizando estas escalas incorrientes y que, desde luego, ofrecen mayor dificultad de comprensión para el alumno, pues en los exámenes de fin de curso, se les puede presentar como ejercicio para comprobar su capacidad.

75 **Escala decimal o de décimas.** Esta escala permite obtener dimensiones del orden inmediato inferior a una escala simple. Es muy práctica y muy exacta. La precisión que con ella se obtiene, compensa sobradamente el tiempo que se emplea en su preparación. Con esta escala se pueden obtener con facilidad y exactitud la reducción de milímetros y hasta medios milímetros en la escala elegida.

Trazado de la escala. Supongamos que se quiere trazar la escala de

$$\frac{4}{10} = \frac{2}{5} = \frac{1}{2{,}5} = 40 \text{ mm.}$$

1.° Se obtiene sobre una recta $X\ Y$ la escala simple según queda explicado (V. 71) con su contra-escala. En este caso 1 dm. del modelo deberá estar representado por 40 mm.

A partir del punto O, hacia la izquierda, se toma otra dimensión de 40 mm. desde O hasta X. Esta dimensión $O\ X$, se divide en 10 partes iguales y se numeran con 10, 20, 30, etc. Cada una de estas dimensiones representa 1 cm. = 10 mm. de la escala elegida $\frac{4}{10}$

2.° Trazar la perpendicular $O\ C$ y marcar a partir de O, 10 divisiones iguales cualesquiera *(de 2 a 4 mm.)* En la fig. 75 se han tomado estas divisiones de 3 mm.

3.° Trazar por estos puntos de división, rectas paralelas a $X\ Y$.

4.° En los puntos X, 100, 200, 300, etc. de la escala, elevar perpendiculares.

5.° Transportar a $B\ C$ por medio de una tira de papel, las 10 divisiones de la contra-escala $O\ X$.

6.° Unir estos puntos obtenidos con oblícuas, según se indica en la fig. 75.

7.° Para facilitar la lectura de las cotas, se señalan con un trazo más fuerte la oblícua 50 y la horizontal 5.

Uso de la escala. Las longitudes sobre la escala han de tomarse utilizando el compás de puntas fijas.

Ejemplo: Se desea tomar en la escala $\frac{4}{10}$ la cota o medida 179 mm.

Se coloca una de las puntas del compás en a punto de cruce de la vertical 100 y la horizontal 9 y la otra punta en b punto de cruce de la misma horizontal 9 con la oblícua 70.

Como se observará, las líneas verticales 100 - 200 - 300, etc. representa en este caso los decímetros. Las oblícuas, los centímetros, y las paralelas, los milímetros de la escala elegida $\frac{4}{10}$

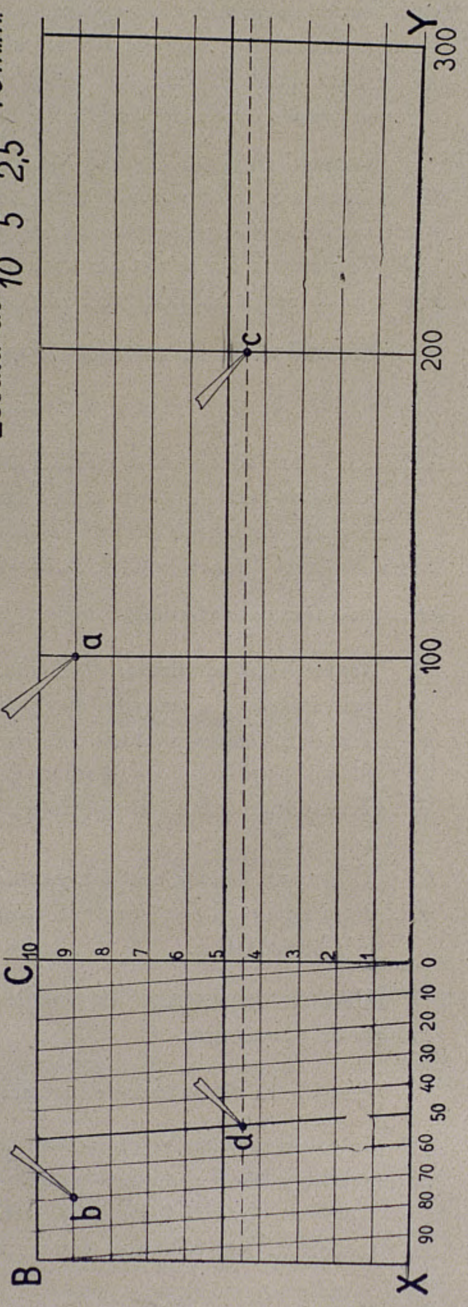
La misma escala puede dar exactamente los medios milímetros.

Se desea obtener, por ejemplo, la cota 254,5 mm. Este número está comprendido entre 254 y 255.

Se coloca una de las puntas del compás en el encuentro de la vertical 200 y de una horizontal ficticia *(señalada con trazos en la fig. 75)* que divida el intérvalo 4-5 de la vertical *O C* en dos partes iguales y la otra punta en el cruce de la oblícua 50 con la mencionada horizontal ficticia. La abertura de compás *c d* es la medida 254,5 que se pide a la escala elegida $\frac{4}{10}$. Esta abertura se traslada al dibujo con el compás.

Siguiendo este mismo procedimiento, fácilmente se puede comprender que también es posible tomar una cota de 254,7 milímetros eligiendo por tanteo, la horizontal denominada «*ficticia*».

El trazado de esta escala, deberá hacerse con gran cuidado, utilizando un lápiz duro y bien afilado, al igual que se ha recomendado para la ejecución de las escalas simples.



Escala de $\frac{4}{10} = \frac{2}{5} = \frac{1}{2,5} = 40$ *mm.*

Fig. 75

76-77 Escala triangular denominada «Universal». Las escalas simples y las decimales que se acaban de describir, no pueden servir más que para una sola relación o escala. Para reducciones distintas, es preciso construir nuevas escalas. Este inconveniente desaparece, con el empleo de la escala triangular, que permite reducir rápidamente las dimensiones a una relación cualquiera, denominada por esta ventaja con el nombre de «*Universal*».

Construcción de la escala «Universal».

1.º Se trazan una serie de paralelas distantes unas de otras, por ejemplo, 2 mm. Trazar a la izquierda la perpendicular *O B*, común a todas ellas.

2.º A partir de *O* se numeran las divisiones de 5 en 5. Para facilitar la lectura, se tiene cuidado de marcar con trazo algo más grueso, las paralelos 10, 20, 30, etc. escribiendo de mayor tamaño los números según se indica en la fig. 76.

El número de líneas paralelas debe ser suficiente para obtener el gráfico utilizable en la mayor parte de los casos. En la fig. 76 se han trazado 100 líneas.

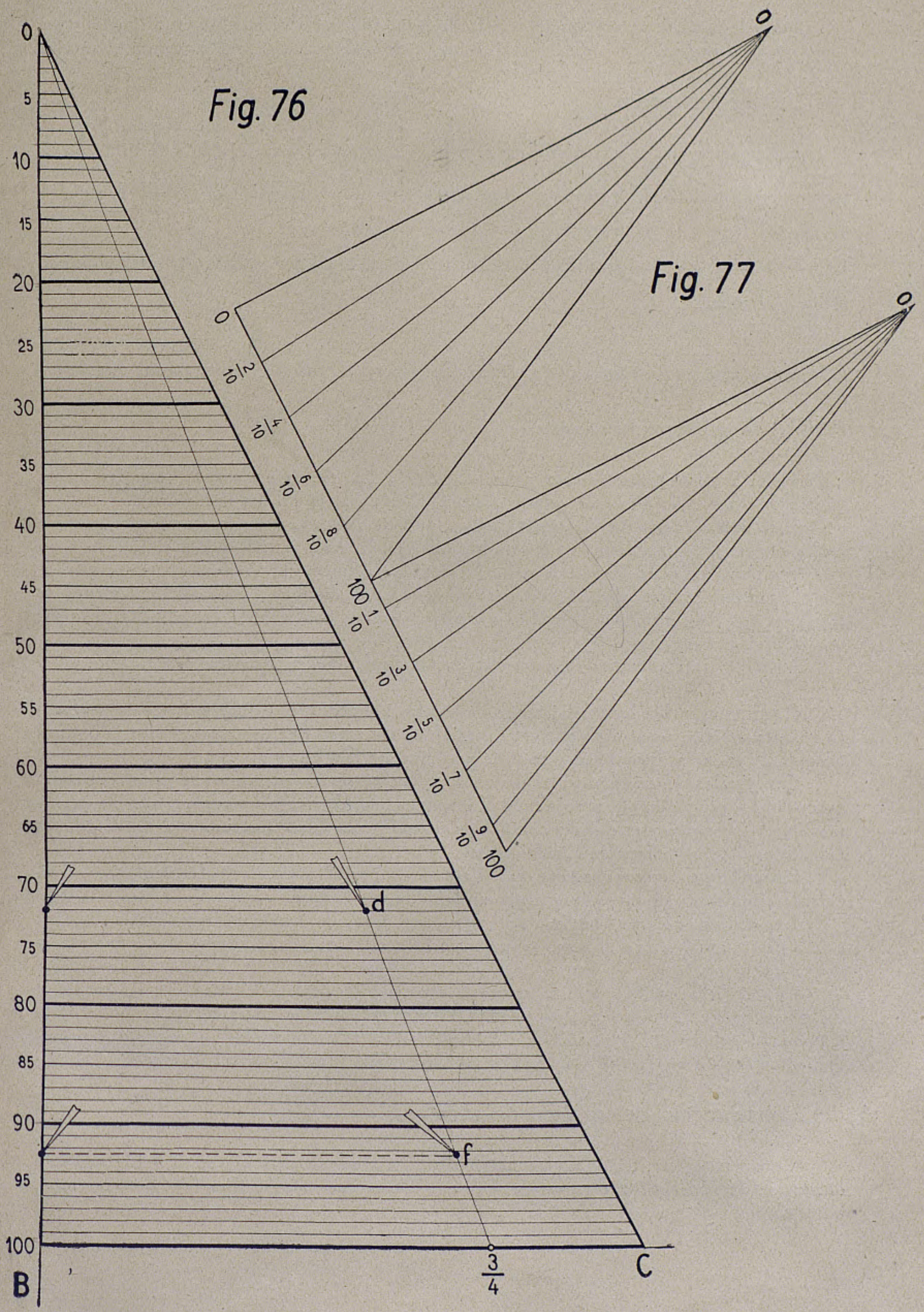


Fig. 76
Fig. 77
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
B
C
d
f
3/4
2/10
4/10
6/10
8/10
100
1/10
3/10
5/10
7/10
9/10

3.° Sobre la paralela correspondiente a la división 100, se lleva una longitud igual a 100 mm. y a fin de limitar las paralelas en la parte de la derecha, se une el punto *O* con *C*.

Uso de la escala.

Supongamos que se quiere utilizar el gráfico así trazado para ejecutar un dibujo a la escala $\frac{3}{4}$. Un decímetro, o bien 100 mm. debe estar representado por los $\frac{3}{4}$ de 100 o sea 75 mm.

1.° Se llevará sobre la paralela 100 - *C* una longitud igual a 75 mm. y en este punto se anota la relación $\frac{3}{4}$

2.° Unase este punto con el *O* de origen. Esta recta *O* hasta $\frac{3}{4}$ corta a cada una de las paralelas del gráfico en la relación $\frac{3}{4}$

Ejemplo: Se desea tomar la cota 72 mm. Se coloca una de las puntas del compás en la división 72 mm. y la otra en el punto *d* cruce de la paralela 72 con la inclinada.

Si se quiere tomar una longitud de 92,5 mm. se procederá como explicado para la escala decimal, colocando una de las puntas del compás en la mitad de la división 92 y 93 y la otra punta en el cruce *f* de la paralela *«ficticia»*, señalada con trazos y la inclinada.

Un mismo gráfico puede servir para varias escalas distintas, pero cuantas menos se adopten, más claro resultará el gráfico y existirán menos confusiones, originadas al tomar una oblícua por otra.

La fig. 77 indica varias relaciones de escalas, que pueden aplicarse a la fig. 76.

Resumen. De los tres sistemas de escalas indicados, el de uso práctico es la *«Escala volante simple»*, construída por el mismo alumno en una tira de papel grueso, de unos 30 mm. de ancho y aproximadamente de 300 mm. de longitud.

Las escalas *«Decimal»* y la denominada *«Universal»* permiten apreciar con más exactitud las dimensiones, pero tienen el inconveniente de que las medidas han de transportarse al dibujo por medio del compás de puntas, con cuyo instrumento se deterioran mucho los dibujos y hasta la misma escala.

Sin embargo, es conveniente que el alumno conozca las escalas *«Decimal»* y *«Universal»* ejecutando algunos dibujos por medio de estas escalas.

La *«Escala volante simple»*, fig. 73, bien dibujada, con su contra-escala dividida en 10 partes iguales, con el mayor esmero posible, es la que debe adoptarse de una manera general.

Con el fin de facilitar a los alumnos la construcción de estas escalas, se indica en la fig. 78 un gráfico, sobre el cual se pueden obtener una variedad de escalas partiendo de la denominada *«tamaño de ejecución»* 1 : 1, directamente y sin necesidad de acudir a procedimientos especiales para dividir y subdividir en partes iguales la referida escala.

78 Construcción del gráfico de escalas:

1.° Constrúyase un triángulo rectángulo *A B C*, en el cual el cateto *B C* tenga una dimensión de 100 mm. El otro cateto *A B* puede tener una longitud mayor de 100 mm., por ejemplo, 150 mm.

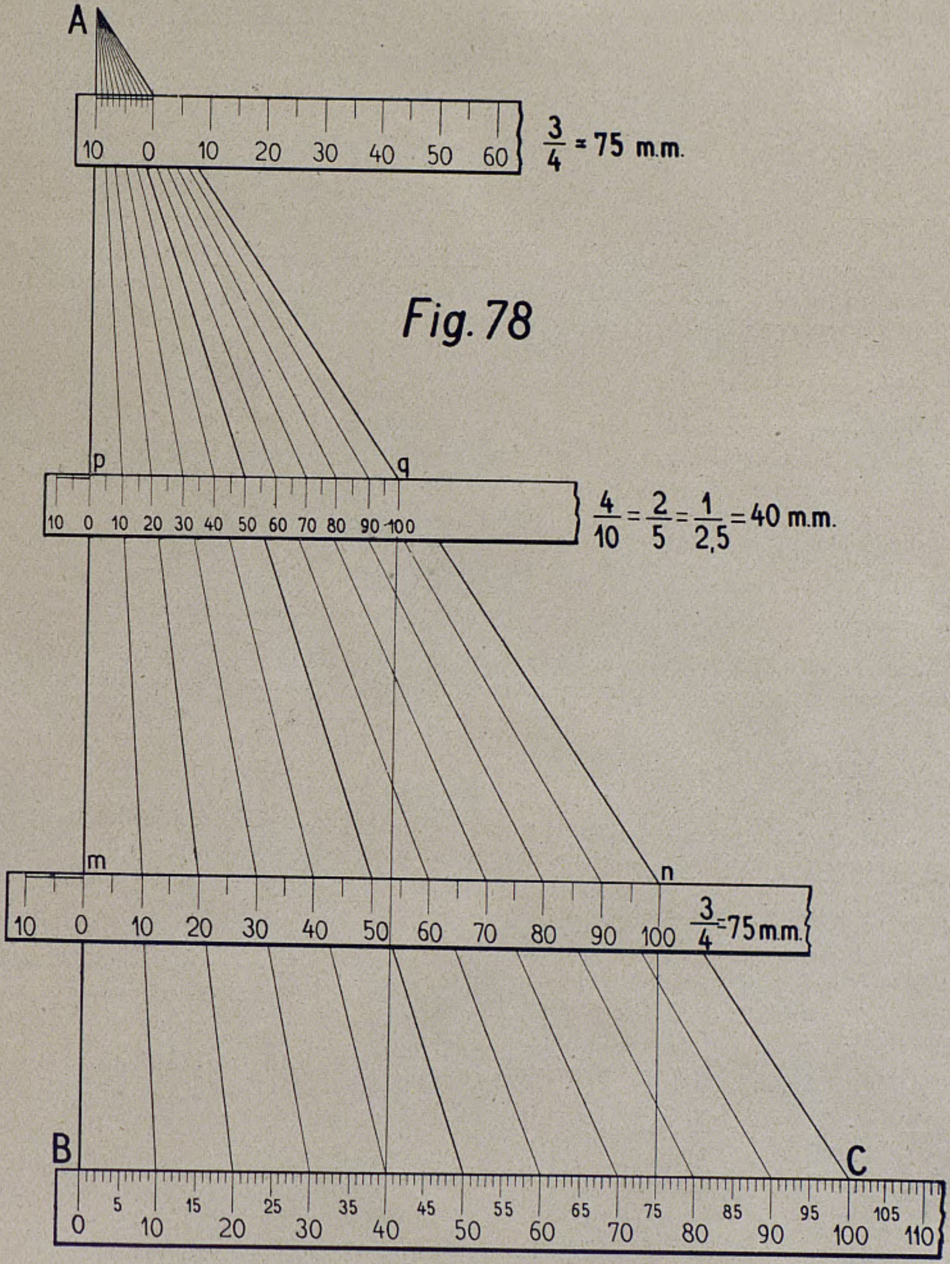

A
10 0 10 20 30 40 50 60
3/4 = 75 m.m.
p
q
10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
4/10 = 2/5 = 1/2,5 = 40 m.m.
m
n
10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
3/4 = 75 m.m.
B
C
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110

Fig. 78

2.° Sobre el cateto *B C* se toman con el doble decímetro divisiones de 5 en 5 mm. y se numeran como indica la figura. Trazar igualmente las divisiones de milímetros.

3.° Unir los puntos 10 - 20 - 30, etc. con el vértice *A*.

Ejemplo. Se desea construir la escala $\frac{3}{4} = 75$ *mm.*

1.° En la división 75 se levanta una perpendicular a *B C*, hasta que corte en *n* a la hipotenusa *A C*. La paralela *m n* representa un dm. o bien 100 mm. a la escala elegida $\frac{3}{4}$ y los puntos de cruce con las oblícuas que concurren en *A*, centímetros de la escala $\frac{3}{4}$

2.° Colóquese una tira de papel, que tenga el canto superior bien recto sobre la paralela *m n* y señálense con el lápiz los puntos de encuentro de esta paralela con las oblícuas que se unen en el punto *A*. Numérese de 0 hasta 100. De esta forma se obtendrá la escala volante de $\frac{3}{4}$

3.° Para la contra-escala, márquese hacia la izquierda de 0 una dimensión igual a 10 mm. de la escala obtenida, y hágase coincidir esta dimensión, corriendo la banda de papel paralelamente a *B C* como se indica en la fig. 78 (parte superior) marcando las 10 divisiones que representan milímetros a la escala $\frac{3}{4}$

Otro ejemplo: Para construir la escala $\frac{4}{10}$ se traza en la división 40 del cateto *B C* la perpendicular al mencionado cateto hasta su encuentro en *g* con la oblícua *A C*, procediendo después como en el ejemplo anterior para la terminación de la escala y la contra-escala.

Aplicaciones.

79 Cálculo de una cota olvidada. El dibujar la escala, junto con cada dibujo puede practicarse al principio, pero, lo corriente es anotarla en cada dibujo bajo la forma o expresión: Escala $\frac{4}{10}$ o bien: Escala 4 : 10.

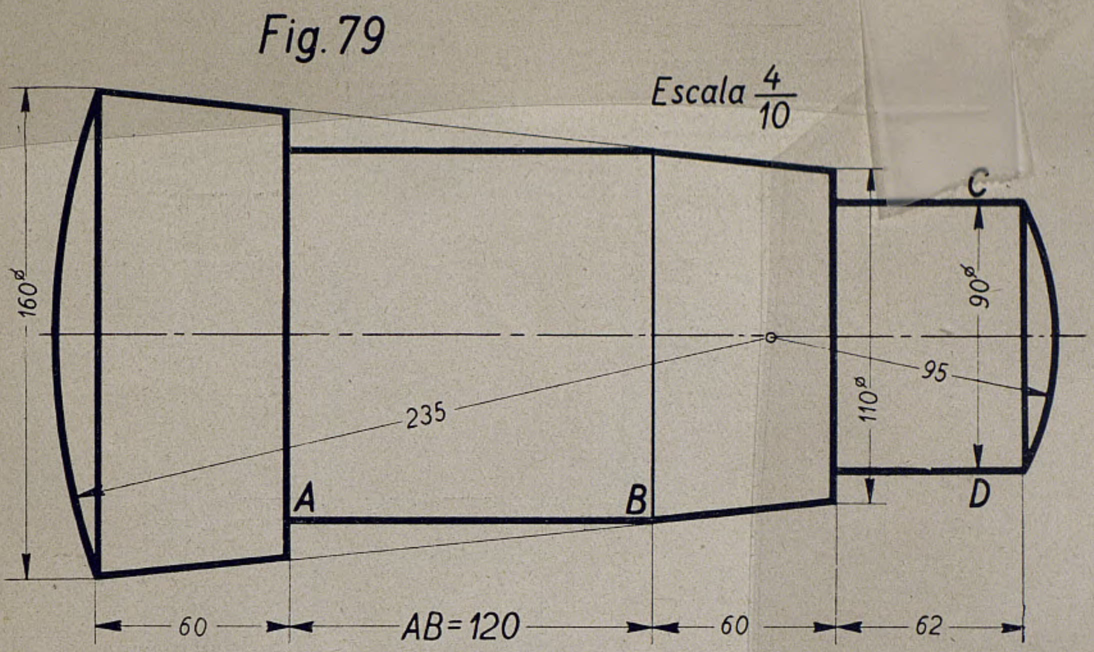
Puede ocurrir que en un dibujo ejecutado a escala se haya omitido indicar una o varias cotas o medidas. En tal caso se pueden calcular con facilidad las medidas que faltan como sigue:

Supongamos que se quiere determinar la cota *A B* de la fig. 79 ejecutada a escala de $\frac{4}{10}$

Se mide con el doble decímetro la línea *A B* y se multiplica por la fracción inversa de la escala.

Ejemplo: Si la línea *A B* mide 48 mm. la cota *A B* es $48 \times \frac{10}{4} = 120$ mm.

Cálculo de la escala en un dibujo acotado. Si en un dibujo se ha omitido la escala, puede determinarse como sigue:



1.° Se elige una línea cualquiera $C\ D$ de la fig. 79. Esta línea lleva anotada la cota de 90 mm.

2.° Se mide la misma línea con el doble decímetro y obtendremos la dimensión de 36 mm.

3.° La escala estará representada por la fracción $\frac{36}{90} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} = \frac{1}{2{,}5}$

80 **Cálculo de la escala a elegir.** Es conveniente saber calcular a qué escala ha de ejecutarse un dibujo, para que sus proporciones máximas quepan dentro de la hoja de papel de que se dispone.

En el caso concreto de una pieza que se quiere dibujar en la cual la dimensión máxima en alto tiene 375 mm. y esta dimensión se desea ocupe en el papel un espacio de 150 mm., la escala que debería elegirse sería de $\frac{150}{375} = \frac{30}{75} = \frac{1}{2{,}5}$

Faltará calcular si la dimensión correspondiente al ancho, cabe en el espacio destinado.

Supongamos que el ancho de la misma pieza tiene 200.

OBRAS DEL MISMO AUTOR

Dibujo Industrial.-Croquis de órganos de máquinas.--El dibujo de croquis constituye la base principal del dibujo de máquinas. En esta obra se detallan gráficamente los principios y convenciones prácticas en uso. Empleo de los instrumentos de medición. Errores que pueden cometerse. Signos. Clases de rosca. Forma de acotar los dibujos.

Precio: Ptas. 7
1.ª edición agotada

Dibujo de máquinas.—Como complemento de la obra «Dibujo Industrial», se detalla en esta obra la forma de ejecutar los dibujos en limpio, empleando signos y convencionalismos usados internacionalmente, los cuales constituyen la «taquigrafía del dibujo».

Precio: Ptas. 7

Dibujo de croquis. Colecciones de láminas de 360 x 270—Está constituída cada colección por 25 láminas de croquis, ejecutados a pulso y con sujeción a las normas modernas, a fin de que el alumno se familiarice con los croquis y la lectura de cotas.

Precio de la 1.ª colección . . . Ptas. 20
— — 2.ª — . . . . — 20

Dibujo Geométrico Industrial.—Colecciones de láminas en sobres, de 240 x 170. Cada sobre contiene 15 láminas, con modelos variados y originales, ejecutados según las normas internacionales detalladas en la obra «Dibujo de máquinas».

N.° 1	Ejes y cigüeñales	Precio: Ptas.	2	N.° 4	Ganchos, cadenas, cabrestantes.	Precio: Ptas.	2
— 2	Herramientas de fragua (2.ª ed.)	— —	2	— 5	Palancas, manivelas . . .	— —	2
— 3	Válbulas, silbatos (2.ª edición)	— —	2	— 6	Bielas, excéntricas	— —	2

(Otros cuadernos en publicación)

Problemas de Geometría y sus aplicaciones en el dibujo de máquinas.—Obra escrita expresamente para los alumnos de Institutos, Escuelas Elementales de Trabajo y Artes y Oficios. Se distingue principalmente de otras similares, en que cada problema de Geometría va acompañado de su aplicación práctica en el Dibujo Industrial. Esto representa una ventaja notable, por cuanto el alumno se da cuenta enseguida de la importancia y finalidad del problema que resuelve.

(3.ª edición). Precio: 1.ª parte. . . . Ptas. 2,50
(3.ª edición). — 2.ª — . . . . . — 2,50

Estas obras han sido aprobadas por la Comisión Dictaminadora de Libros de Texto para la Segunda Enseñanza

---

Construcción de Escalas. Fundamento y uso en el Dibujo de Máquinas. — En esta obra se hace un estudio completo de las escalas. Contiene abundantes grabados. Escrita en forma práctica para que el alumno se dé cuenta de su importancia en el dibujo. Una colección de problemas, derivados de las escalas, completan la obra.

(3.ª edición). Precio: Ptas. 2

Esta obra ha sido aprobada por la Comisión Dictaminadora de Libros de Texto para la Segunda Enseñanza

IMP. DE LA GAVIDIA. - SEVILLA