DIBUJO GEOMETRICO INDUSTRIAL

FORMACION PROFESIONAL INDUSTRIAL

PRIMER CURSO DEL GRADO

DE

APRENDIZAJE INDUSTRIAL

JUAN BAUTISTA ROMAN NIETO

JUAN BAUTISTA ROMAN NIETO

CATEDRATICO NUMERARIO POR OPOSICION DE LAS ESCUELAS, TECNICA DE PERITOS INDUSTRIALES Y MAESTRIA DE ZARAGOZA

DIBUJO GEOMETRICO INDUSTRIAL

FORMACION PROFESIONAL INDUSTRIAL

PRIMER CURSO

DEL GRADO DE APRENDIZAJE INDUSTRIAL

CUARTA EDICION

*

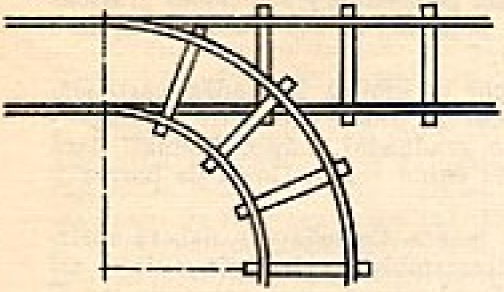
Editores - Distribuidores

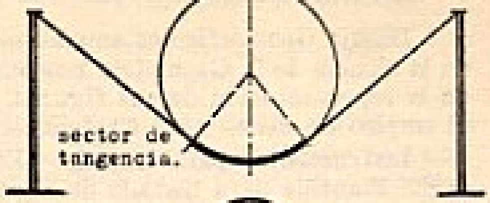
RED COMERCIAL DEL NOROESTE

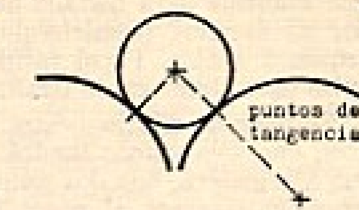
Plaza San Isidoro, 3 - Apartado 339

LEON

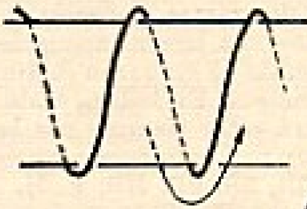
Paralelismo-perpendicularidad
ángulo-sentido radial.



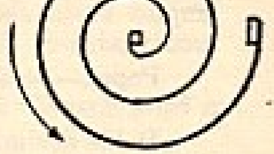


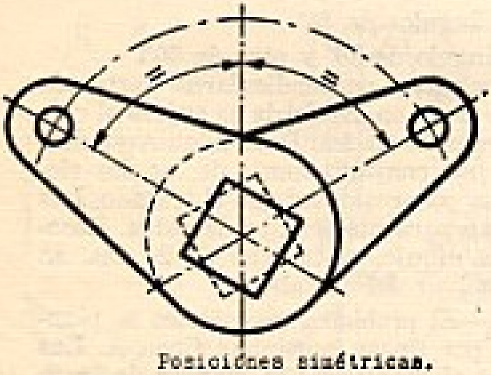


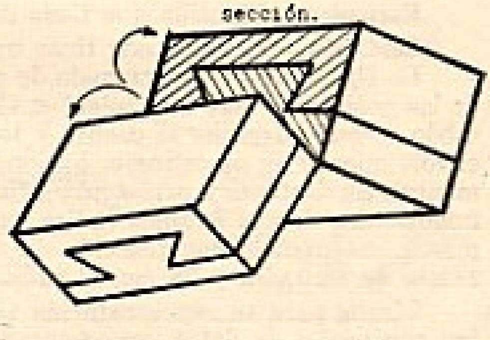
forma ondulada.


Arrollamientos
en:

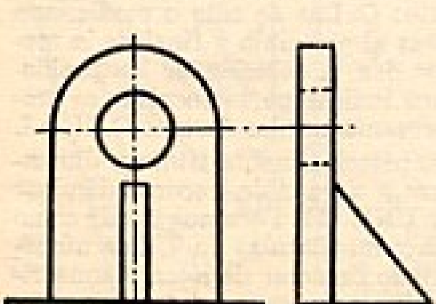
Helice.

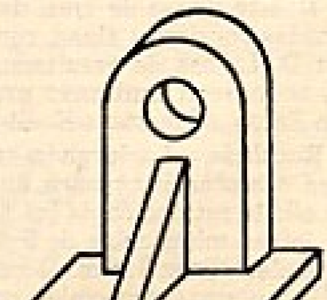

Espiral.


Posiciones simétricas.



Vista exterior y seccionado


Dibujo en proyecciones diédricas
ortogonales.(dibujo de taller)


Dibujo en perspectiva.

INTRODUCCION AL DIBUJO GEOMETRICO

Dibujo Geométrico es aquella parte del arte del Dibujo que basándose en la ciencia de la Geometría nos muestra problemas y soluciones gráficas en la representación de sus figuras. La precisión de sus trazados requiere el empleo de útiles para su delineación.

Instrumentos para trazado.—Estuche de dibujo. Escuadra, cartabón, regla. Plantilla para trazado de ciertas curvas. Doble decímetro. Transportador de ángulos (semicírculo o círculo graduado). Lápiz, Plumas, para retoques y rótula. Papel satinado. Tinta china negra. Goma de borrar y trapito para limpieza de tiralíneas.

Estuche de dibujo.—Será de buena marca. **Compás** (1), deberá abrirse con una sola mano; tendrá piezas intercambiables de lápiz y tinta, así como alargadera. Sus dos puntas estarán al mismo nivel, actuando con él perpendicularmente al papel manejándolo con una sola mano. **Tiralíneas** (2). Sus dos ramas es necesario tengan la misma longitud, dándosele para su empleo una ligera inclinación a la derecha. Tanto este tiralíneas como el de compás se cargarán de tinta con el echador del tintero y no más de siete milímetros. Es indispensable en ellos una absoluta limpieza. **Lápiz** (3). Deberá estar siempre con la mina bien afilada, en forma troncocónica. El orden por su dureza, empezando por el más blando es el siguiente:

7B, 6B, 5B, 3B, 2B, HB, F, H, 2H, 3H, 4H, 5H, 6H, 7H, 8H, 9H. Su empleo varía con el dibujo y clase de papel. Para el dibujo geométrico recomendamos el 3H.

Papel.—Será satinado de modo que nos permita una buena ejecución a tinta después de su trazado a lápiz.

Doble decímetro (4).—Reglita, graduada, mediante la cual mediremos con exactitud milímetros y fracciones.

Debe desterrarse toda medición con compases de puntas.

Escuadra.—Plantilla que tiene dos ángulos de 45°.

Cartabón.—Plantilla que tiene un ángulo de 30° y otro de 60°.

La fig. 6 muestra el trazado de paralelas y perpendiculares, partiendo de las posiciones más convenientes. Con la mano izquierda se sujeta el cartabón y con la derecha se desliza y juega la escuadra. Debe adquirirse desenvolvimiento en su manejo, haciendo uso conjuntamente de los dos elementos. Su destreza y perfección influyen poderosamente en el trazado. Las magnitudes de sus ángulos indica su uso para mediciones de éstos. Recomendamos para la construcción de este dibujo, el tamaño de 20 cm. un cateto de escuadra y 28 cm. el cateto mayor del cartabón.

Líneas para su representación (5).—El problema geométrico se plantea por medio de datos, representados por líneas continuas finas A. Las líneas auxiliares por las cuales llegamos al resultado; se marcan de trazo fino B. Las líneas de ejes, de trazo y punto: C. Las de cota o media, son marcadas continuas finas, con unas flechitas al principio y final de la medida: D. Líneas de resultado, aquellas que dan la solución de los problemas, se marcan continuas gruesas: F. Para indicar partes ocultas se emplean líneas de puntos: E. El punto se representa por las formas G. H. o I.

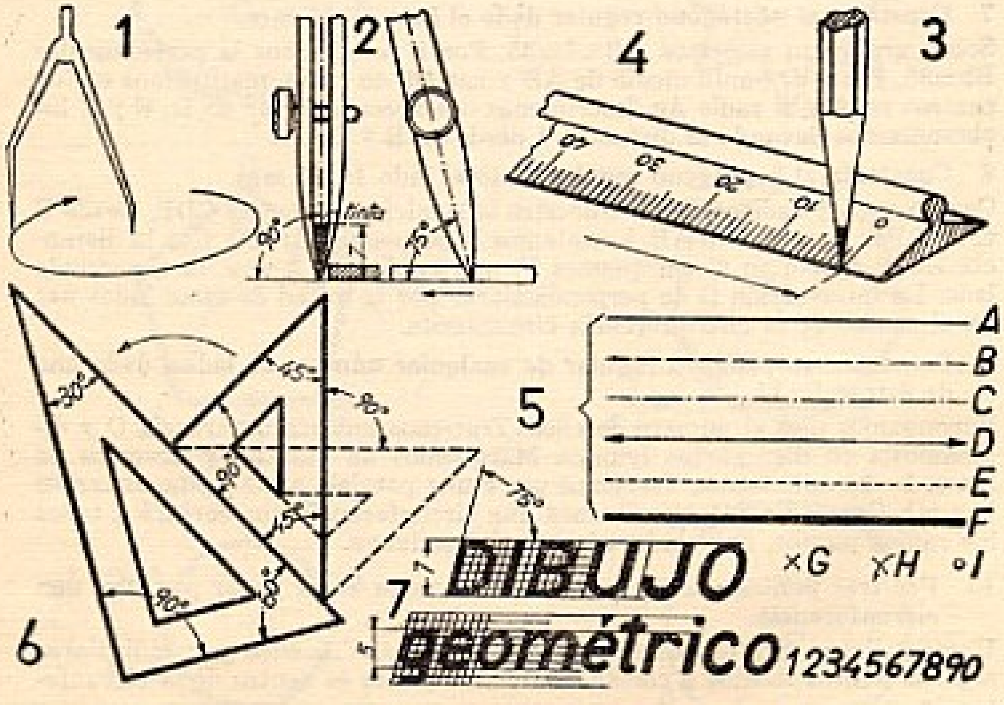
Rotulado.—La leyenda en este dibujo, principalmente título y dimensiones o acotación, tendrá un carácter claro y agradable, recomendándose para ello la rotulación de las normas DIN y UNE (7). Podemos tomar como base letras minúsculas de 5 mm. de altura y mayúsculas de 7. Los números pueden tener 3 mm. Debe desecharse todo carácter de letra manuscrita. Hay plumas especiales para la rotuación; pero en su defecto y para letras y números pequeños pueden usarse de punto corriente.

MARCHA A SEGUIR PARA LA EJECUCION DE UN DIBUJO

Puede emplearse para estos dibujos el papel de tamaño folio (cuarta parte de una hoja corriente)

Comprobado el tamaño del papel, para encaje de figura o figuras, se traza el recuadro, dividiéndolo en casillas. Cada casilla convertida ahora en recuadro deberá disponer de los ejes centrales, si el problema a resolver es simétrico; si no lo es, conviene tantear la posición de sus puntos más distantes, marcando línea generales suavemente. Una vez el problema encajado, se procederá a su completo trazado a lápiz, teniendo ya en cuenta las líneas de representación (5). El pasado a tinta no debe de dar comienzo hasta su completa terminación a lápiz, para no tener duda ni titubeo con los instrumentos de tinta en acción. Se comenzará por pasar ejes, circunferencias y arcos; después horizontales y verticales, de arriba a abajo aquellas, y de izquierda a derecha éstas, para dejar las recién pasadas sin peligro a emborronarse. Se seguirá con líneas auxiliares, de cota, rayados, numeración y rotulado. Como final se pasará una goma de borrar blanca por las partes en que se vean trazos a lápiz. Algunas construcciones gráficas, tales como trazados de paralelas, perpendiculares, división de ángulas, etc., pueden ser sustituídas mediante el empleo de las escuadras, elementos imprescindibles en el Dibujo Geométrico e Industrial.

Las curvas cuya obtención sea por puntos, se pueden trazar a pulso o con plantilla de curvas (utensilio de dibujo corriente).



1 Construir un triángulo equilátero ABC dada la altura h=55.

Sobre BC levantemos la perpendicular EA=h=55. Por D, punto medio, y E se trazan arcos de radio ED. Ambos se cortan en F y G que, unidos con A y prolongados hasta B y C, nos dan los lados.

2 Construir un cuadrado dada la diagonal a=70=AB.

Por su punto medio C tracemos una perpendicular. Llevemos CD y CE iguales a AC o CB. Unanse estos puntos.

POLIGONOS REGULARES INSCRITOS

3 Inscribir un pentágono regular sobre una circunferencia dada.

Tracemos los diámetros AB y CD. Con centro en E mitad de B trazamos el arco CF. Desde C y radio CF, otro hasta G. CG es la cuerda y lado del pentágono.

4 Inscribir un exágono.

Sea O la circunferencia y AB diámetro. Desde sus extremos llevemos distancias iguales al radio. Unidas nos darán el exágono ADFBFC.

5 Inscribir un heptágono.

Trazado un radio OA, desde A y este radio trazamos un arco que cortará a la circunferencia O en B y C. Unido B con C, cualquier distancia IB o IC, es su lado.

6 Inscribir en una circunferencia O, dividida en ocho partes, un polígono estrellado, uniendo de tres en tres las partes de división.

Bastará unir con rectas cada tres puntos de división hasta su completo cierre por la línea poligonal.

CONSTRUCCION DE POLIGONOS DADO EL LADO

7 Construir el pentágono regular dado el lado 1=35 mm.

Sobre una recta tomemos AB=1=35. Por B levantemos la perpendicular Bb=35. Desde O punto medio de AB y con Ob de radio, marquemos c. Con centros en A y B radio Ac describamos dos arcos a cortar en D, E y C los obtendremos llevando la distancia 1 desde A, B y D.

8 Construir el heptágono regular dado el lado 1=27 mm.

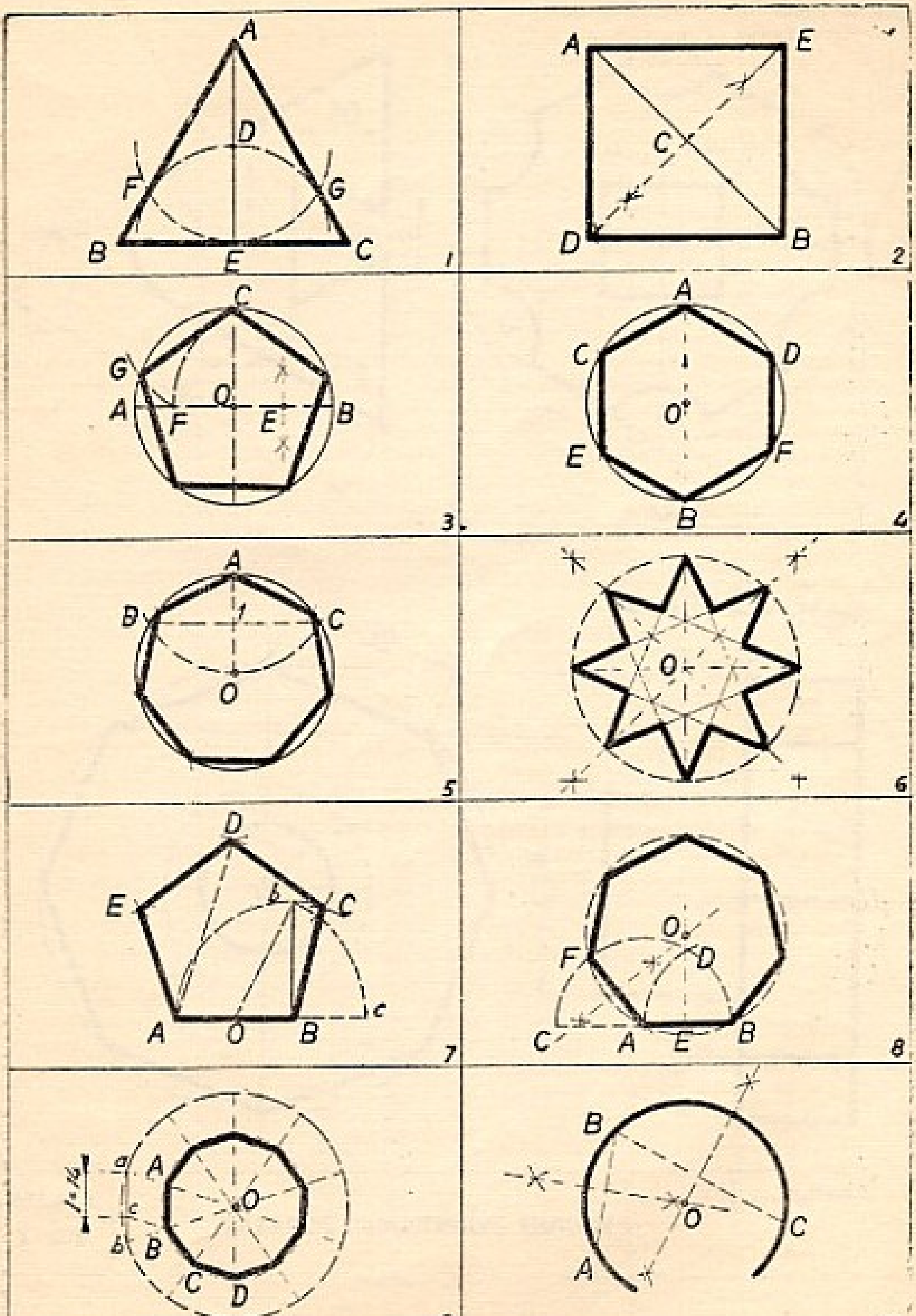
Centro en A y radio AB=27 tracemos la semicircunferencia CDB. Desde B el AD. Por E, mitad de AB, levantemos la perpendicular EO. Con la distancia ED y centro en C marquemos F, que unido con A nos da el segundo lado. La intersección O de perpendiculares por la mitad de estos lados nos da el centro de la circunferencia circunscrita.

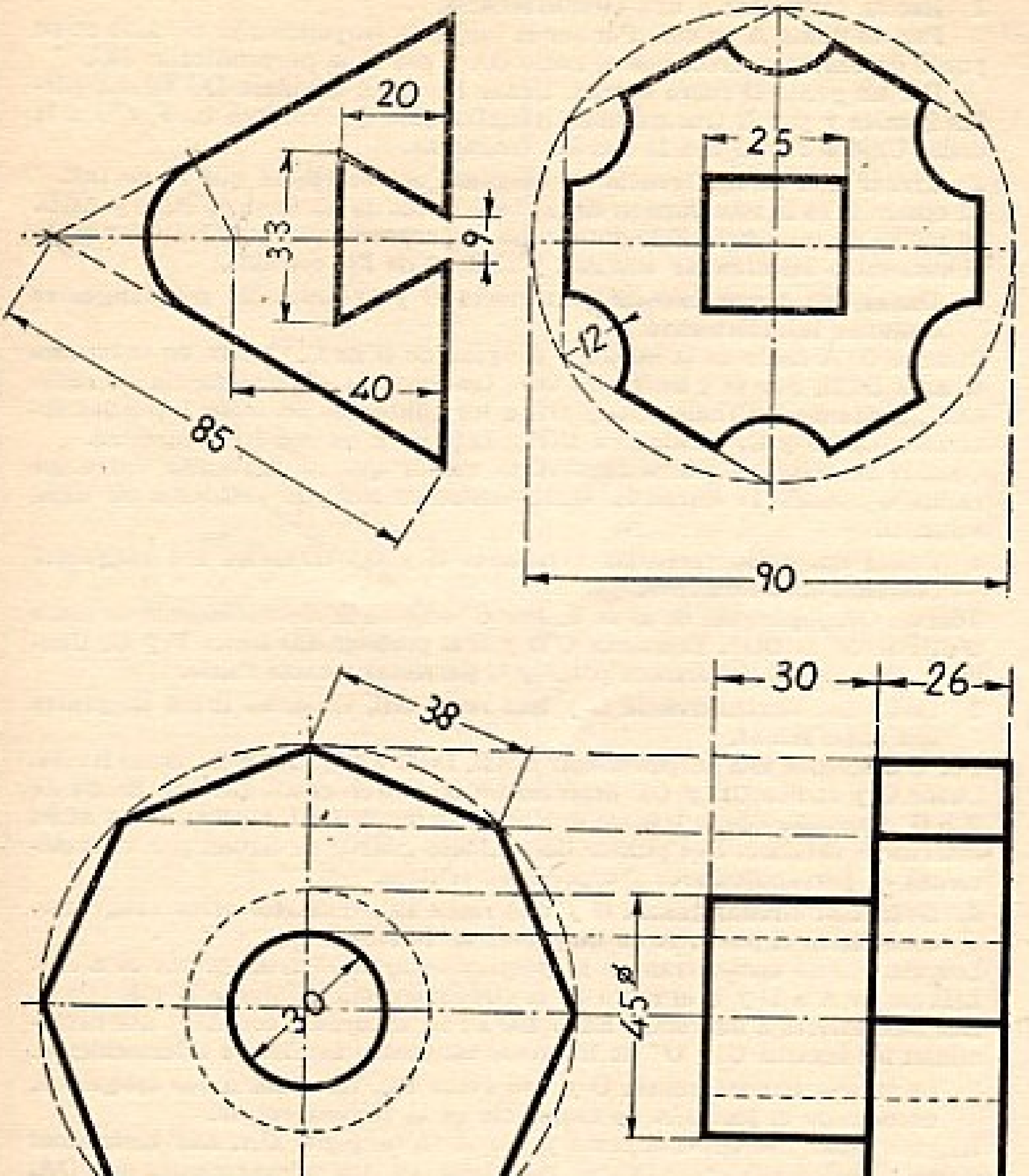
9 Construir un polígono regular de cualquier número de lados, dado uno de éstos; 1=14.

Supongamos diez el número de ellos. Tracemos una circunferencia O y dividámosla en diez partes iguales. Marquemos un lado ab y llevemos de a a c. 1=14 milimetros. Tracemos por c una paralela a aO hasta cortar en B a bO. Con radio BO describamos una circunferencia que cortará a todos los radios puntos, que serán vértices del polígono.

10 Por tres puntos que no estén en línea recta hacer pasar por ellos una circunferencia.

Unanse dichos puntos por medio de dos rectas. Trácense perpendiculares por sus puntos medios a cortar en O. Este punto es centro de la circunferencia.


A D F G B E C 1
A E C D B 2
C G A O F E B 3
A C D O E F B 4
A B 1 C O 5
O 6
D E b C c A O B 7
O D F C A E B 8
l=1/4 a A c O b B C D 9
B O C A 10



ESCALA 1 : 1	TRAZADOS INDUSTRIALES SIMILARES	FIRMA

TANGENCIAS

1 Rectas tangentes a una circunferencia.

Por un punto A en ella. Por ser la tangente perpendicular al radio en su punto de contacto, tracemos el radio OA y por A la perpendicular BC.

Por un punto D fuera de ella. Unase D con O. Divídase DO en dos partes iguales y por E trácese una circunferencia que cortará en F y G a la dada. Unidos F y G con D dan las tangentes.

2 Trazar una circunferencia O, tangente a tres rectas que se cortan. El centro O es la intersección de las bisectrices de los ángulos BAC y ACD. El punto de tangencia E lo determina la perpendicular por O a CD; en F, el encuentro del arco EF con AC, y el G, el de FG con AB.

3 Dadas dos circunferencias exteriores O y O' trazarles dos tangentes comunes interiormente.

Tómese O' A radio de la menor y póngase de B en C. Centro en O trácese el arco DCE. Por O", mitad de OO', tracemos la circuncefencia de radio OO". Trácense los radios OD y OE a los puntos de contacto y por las intersecciones F y G, paralelas a DO' y EC'. HI y JK son las tangentes.

Cuando la distancia entre centros es menor que la diferencia entre los radios o cuando la distancia entre centro es nula, el problema no tiene solución.

4 Dadas dos circunferencias exteriores O y O" trazarles dos tangentes comunes interiormente. (exteriormente)

Tómese OA y póngase de B en C. Por O' trácese la circunferencia de radio O'C. Por O" la OO". Tracemos O'D y O'E prolongadas hasta F y G. Unamos O con D y E y tracemos por F y G paralelas a estas líneas.

5 Dada una circunferencia O y una recta AB, trazarles arcos tangentes con radio R=34.

Por O tracemos una perpendicular a AB. De C a D y C a E llevemos R=34. Desde O y radios OD y OE descríbanse circunferencias. Llévese R=34 de F a G y por este punto trácese una paralela hasta J e I, centros de los arcos interior y exterior. Los puntos de contacto LMNP se hallan por intersecciones de perpendiculares y uniones de centros.

6 Dada una circunferencia O y una recta BC, trazarles arcos tangentes, conociendo el punto A de tangencia en la recta.

Los centros se encuentran en la perpendicular AO" trazada por A a AB. Llévese de A a D y E el radio de la circunferencia O. Unase D y E con O. Las mediatrices a las rectas ED y EO en su encuentro con AO" nos determinan los centros O' y O" de los arcos tangentes exterior e interiormente.

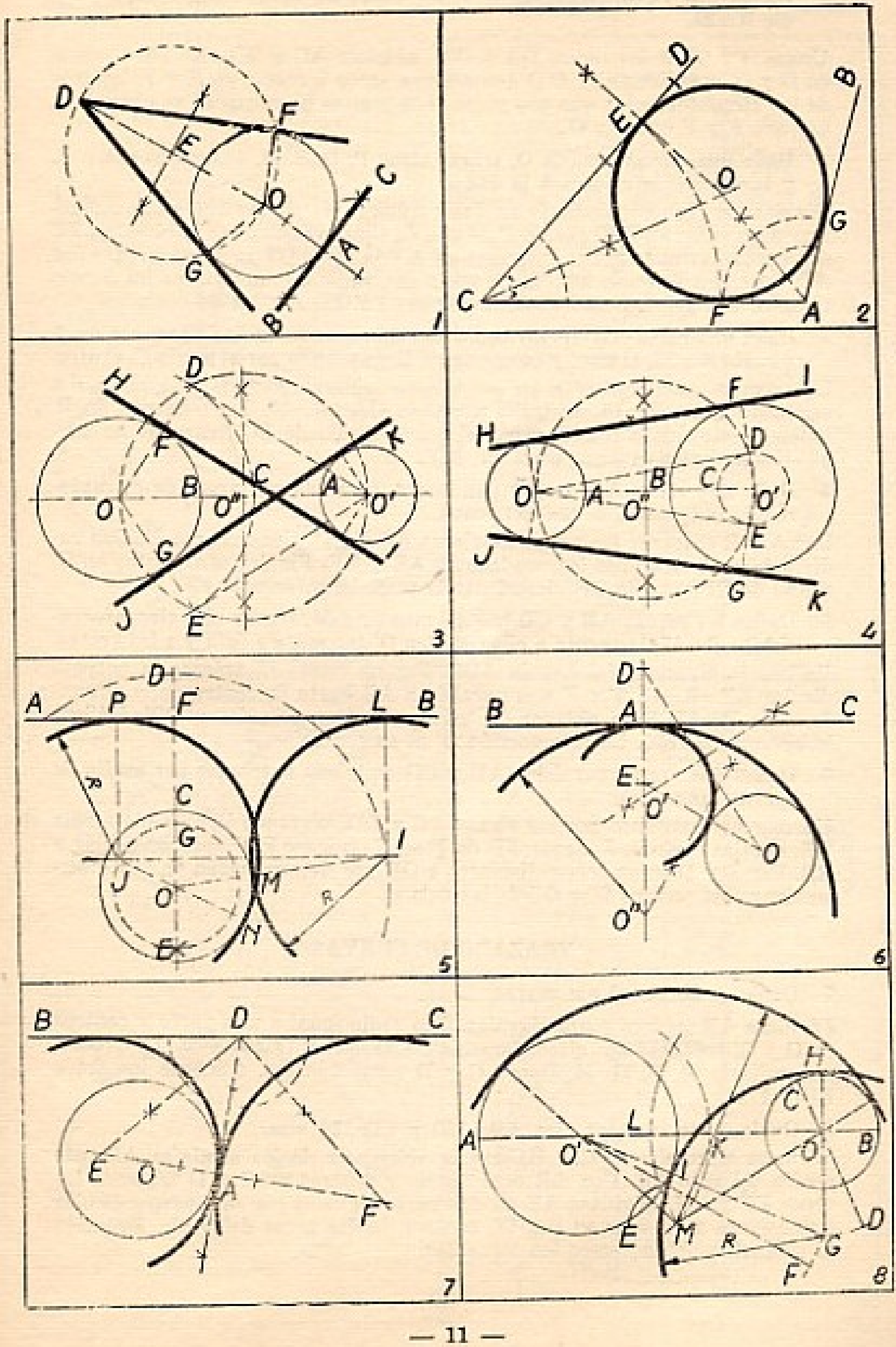
7 Dada una circunferencia O y una recta BC, trazarles arcos tangentes, conociendo el punto A de tangencia en la circunferencia.

Hágase pasar por OA una recta y por A su tangente DA. Las bisectrices de los ángulos BDA y ADC así formados, en sus intersecciones con OA, nos determinan los centros E y F de los arcos.

8 Dadas dos circunferencias O y O', trazarles dos arcos. Uno de R=40, tangente interiormente a la una y exteriormente a la otra, y otro exterior a ellas.

Tracemos por O un diámetro y, prolongado, llevemos sobre él CD=R=40. Por O' tracemos otro y en la prolongación, llevemos EF=40. Con centros en O y O' y radios OD y O'F respectivamente, tracemos arcos a cortar en G, punto centro del arco con radio R y que pasa por los de tangencia H e I. Para el trazado del arco exterior se tomará una distancia mayor que mitad de AB y se llevará de AK y BL. Con centros en O y O' y radios OL y O'K se trazarán arcos a cortar en M centro de la curva. Uniendo M con los centros O y O' y prolongando se obtendrán los puntos de tangencia.

EJERCICIO 4


D F E O C A G B 1
D E O B G C A F 2
H D K F C B A O O'' O' G J E 3
I F H D B C O A O'' O' E J G K 4
D A P F L B R C G I J M O' E N R 5
D B A C E O' O O'' 6
B D C E O A F 7
H C A L O' B O K I E M R G D F 8

1 Dadas dos circunferencias O y O', trazarles otras tangentes, de radio R=25.

Unase O y O'. A los radios OA y O'B, añádase AC y BD=R=25. Centros en O y O' y radios OC y O'D descríbanse arcos a cortar en E y F, centros de las circunferencias que nos piden. Los puntos de contacto se obtendrán uniendo E y F con O y O'.

2 Dada una circunferencia O, trazar otras P, Q, S, M, tangentes entre sí, y tangentes interiores a la dada.

Divídase la circunferencia O en doble número de partes que el de circunferencias tangentes. El centro P de una de ellas lo determina la bisectriz TP del ángulo formado por la tangente en A y la recta OT en su encuentro con AO. La circunferencia auxiliar trazada con radio OP, determina los demás centros. Los puntos medios del cuadrado PMQS, son los de contacto.

3 Dada una recta AB, trazar dos arcos de circunferencia: Tangente en A y radio R=15, el uno; y tangente en B y pasando por el punto C, el otro.

Los centros se encuentran en las perpendiculares por AB a la recta. La curva de radio R=15, se traza tomando OA=R=15. La tangente en B, uniendo este punto con C, y por el punto medio de BC, trazando su perpendicular hasta el encuentro con BO'.

4 Dada una recta AB, trazar una curva, formada por arcos de circunferencia tangentes en sus extremos.

Por A y B trácense las perpendiculares AC y BD. Unase C con D. Con radio arbitrario trácense los cuadrantes AE y BF. Finalmente, centro en O, mitad de EF y radio OE, descríbase la semicircunferencia EF.

5 Dadas las rectas AB y CD que forman ángulo, trazar una circunferencia O=R=17, tangente a ellas, y otra O' tangente a ésta y a las rectas.

Hállese la bisectriz del ángulo ABC. Por un punto E, trácese la perpendicular EF=R=17. Por F una paralela a AB hasta O, centro de la circunferencia R=17. Para obtener O' trácese IJ perpendicular a OO'. Hállese la bisectriz de IJC. La intersección O' es su centro.

6 Dadas dos rectas paralelas AB y CD, unir sus extremos por medio de curvas tangentes.

Unanse sus extremos por las rectas AC y BD, trazando la paralela media OE, que las cortará. Póngase FD de F en E, trácese EO", perpendicular a BD. Por B y D otras perpendiculares a OE nos determinarán en sus intersecciones los centros O' y O" de las curvas.

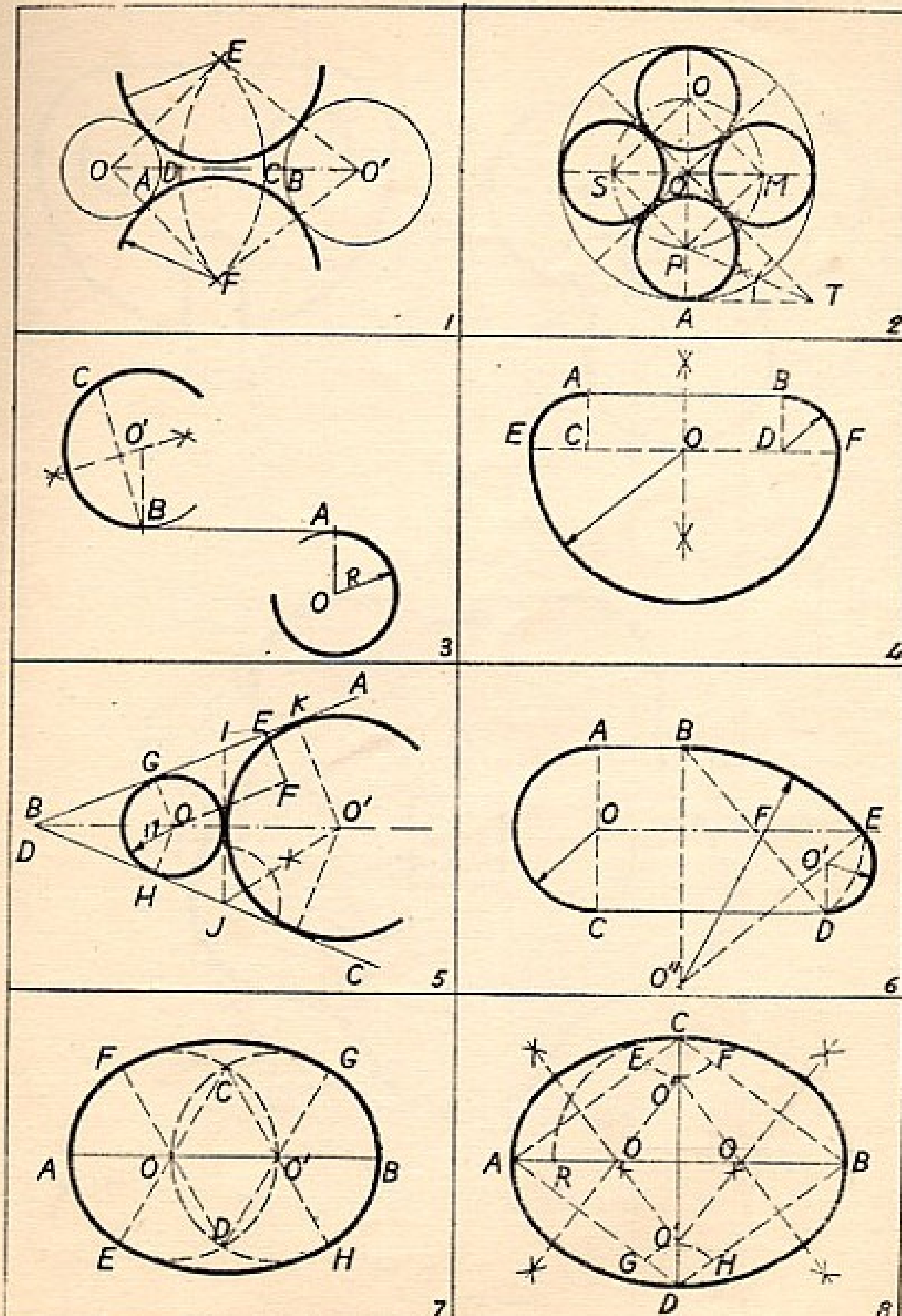
TRAZADO DE CURVAS

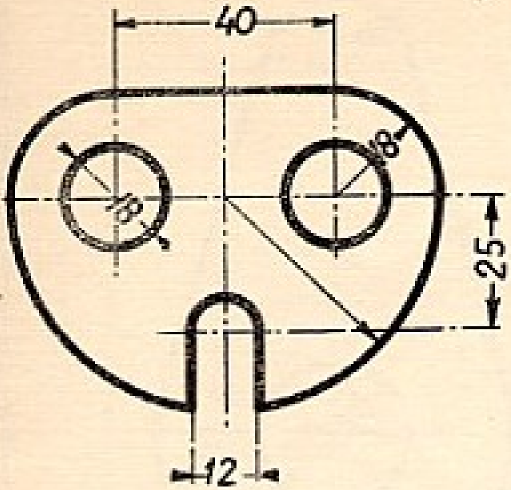
7 Ovalo, conocido el eje mayor.

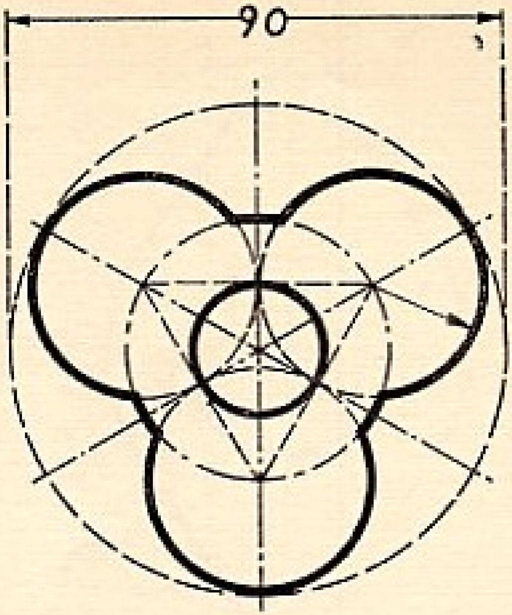
Divídase AB en tres partes iguales. Con radio igual a una parte y centros en O y O' trácense dos circunferencias. Unase O y O' con C y D y prolónguese hasta E, F, G, H. Desde C y D como centros, trácense los arcos EH y FG.

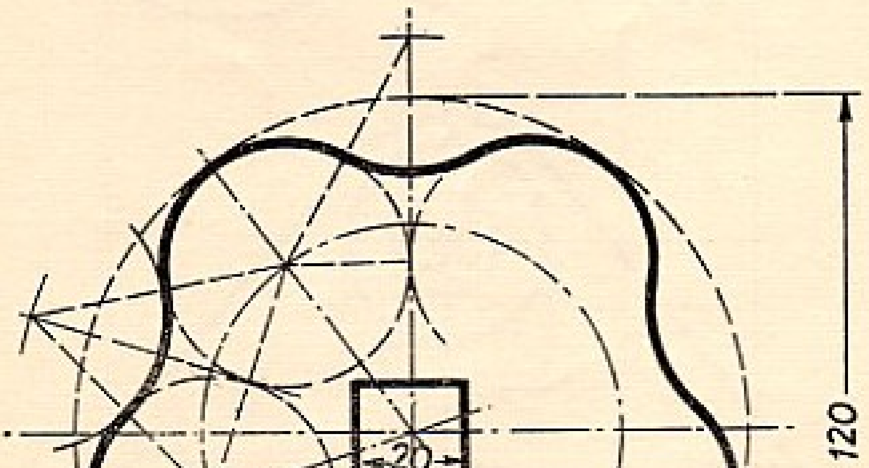
8 Ovalo, conocidos los ejes AB=100 y CD=70 mm.

Fórmese el rombo ABCD. Hállese la diferencia de los semiejes AR, por medio del arco CR. Con AR como radio y centros en C y D trácense los arcos EF y GH. Divídase AE en dos partes iguales por una perpendicular que cortará a los ejes en O y O', centros de dos arcos del óvalo. Repetida la operación obtendremos los otros dos.

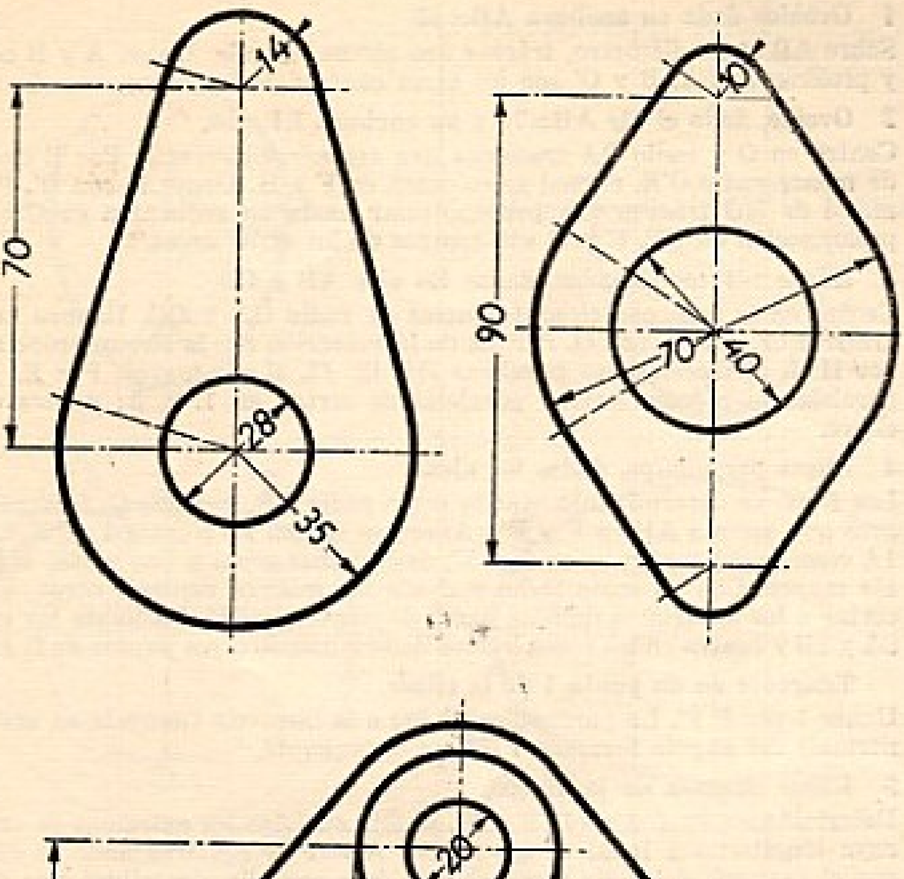

E
O
A
D
C
B
O'
F
1
O
S
M
P
T
A
2
C
O'
B
A
R
O
3
A
B
E
C
O
D
F
4
A
K
I
E
G
F
B
O
O'
D
H
J
C
5
A
B
O
F
E
O'
C
D
O''
6
F
G
C
A
O
O'
B
D
E
H
7
C
E
F
O'
A
O
O
B
R
O'
G
H
D
8







ESCALA 1 : 1	TRAZADOS INDUSTRIALES SIMILARES	FIRMA



ESCALA **1 : 1**	JUNTAS - SOPORTE	**FIRMA**

1 Ovoides dada su anchura AB=55.

Sobre AB como diámetro, trácese una circunferencia. Unase A y B con O' y prolónguese. A, B y O' son los otros centros de los arcos.

2 Ovoide, dado el eje AB=70 y su anchura EF=50.

Centro en O y radio OA tracemos una semicircunferencia. Por B un arco de menor radio O'B, el cual se colocará de F a H. Unase H con O'. Por la mitad de HO trácese una perpendicular hasta su encuentro en C con la prolongación de EF. C y D son centros de los otros arcos.

3 Elipse por coordenadas, dados los ejes AB y CD.

Centro en O trácense circunferencias de radio OA y OC. Unanse puntos arbitrarios E, F, G con O. Por los de intersección con la circunferencia menor H, I, J, trácense las paralelas H1, I2, J3, al eje mayor. Por E, F, G, paralelas al menor. Ambas paralelas se cortan en 1, 2, 3; puntos de la elipse.

4 Elipse por puntos, dados los ejes.

Los focos se determinan tomando como radio OB, y desde C, trazando un arco que corta a AB en F y F'". Ahora se toman los puntos 1, 2, 3, 4. Con 1A como radio y centros en F y F', descríbanse arcos a uno y otro lado del eje mayor. Con 1B como radio y desde los mismos centros, otros, que al cortar a los anteriores dan los pares de puntos EGHI. Mediante los radios 2A y 2B y centro en los focos iremos determinando otros puntos de la curva.

Tangente en un punto 1 de la elipse.

Unase 1 por F F'. La perpendicular PQ a la bisectriz (llamada en ese caso normal) del ángulo formado FIF', es la tangente.

5 Elipse llamada de jardinero.

Determinados los focos (4) F y F', se fija en éstos los extremos de un hilo cuya longitud sea igual al eje mayor AB=FEF'. Atirantando la cuerda con el extremo del lápiz y marchando éste con ella, describirá una curva que corresponderá a la elipse.

Tangente por un punto 2, fuera de la elipse.

Desde 2 con radio 2F' descríbase un arco. Desde F con radio, AB, otro. Unase F con G y H. Los puntos IJ de intersección son los puntos de contacto. Unase con 2.

Nota.—Estas tangentes son también mediatrices a las rectas F'G y F'H.

6 Elipse dados los diámetros conjugados.

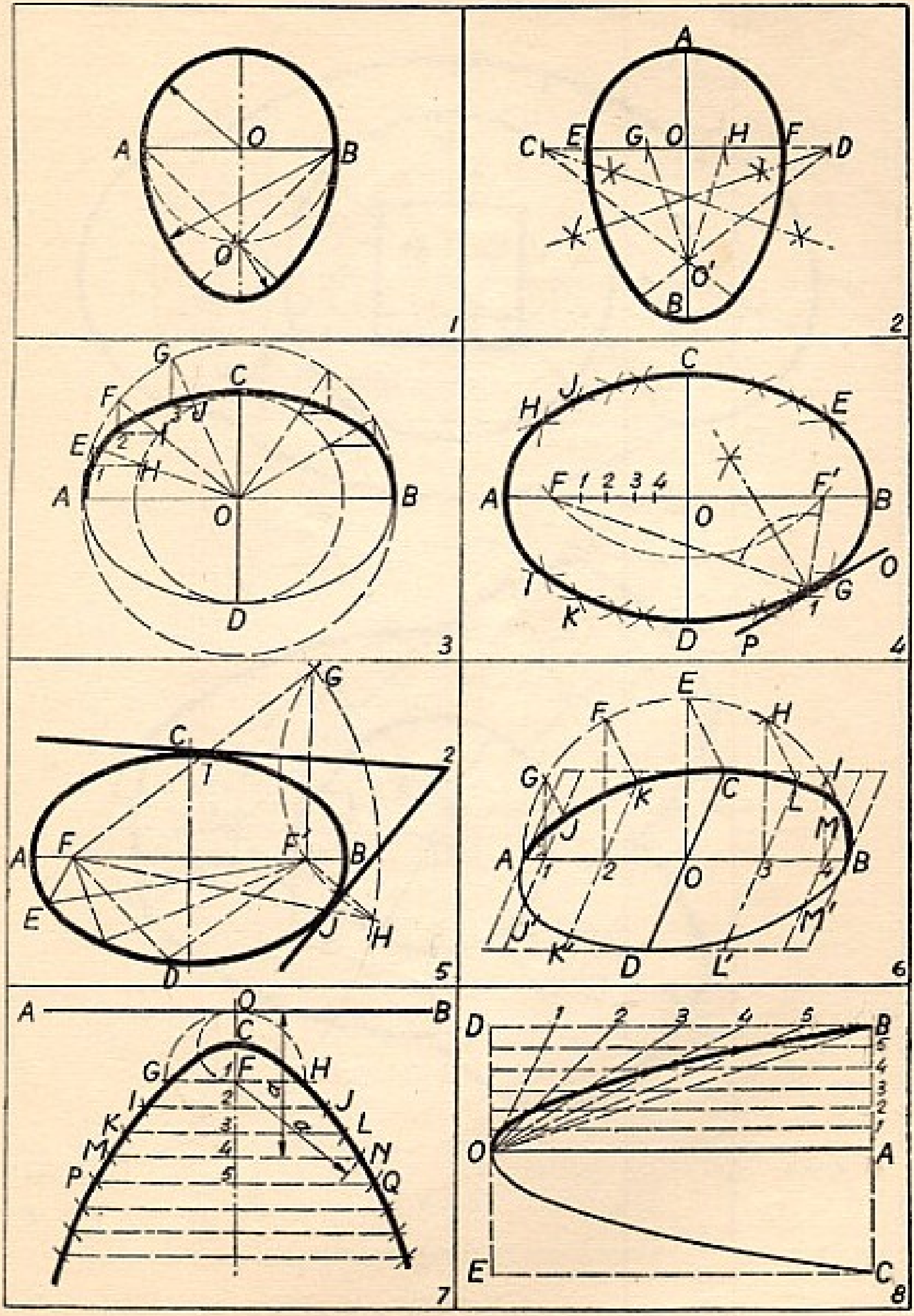
Por O y AB como diámetros trazar una semicircunferencia. Levántese una perpendicular hasta E. Unase E con C. Tómense 1, 2, 3, 4; trácense por ellos paralelas a DC y a OE y por F, G, H e I paralelas a EC, obteniendo así J, K, C, L, M. La otra mitad se completa llevando IJ' = J; 2K' = 2K, etcétera.

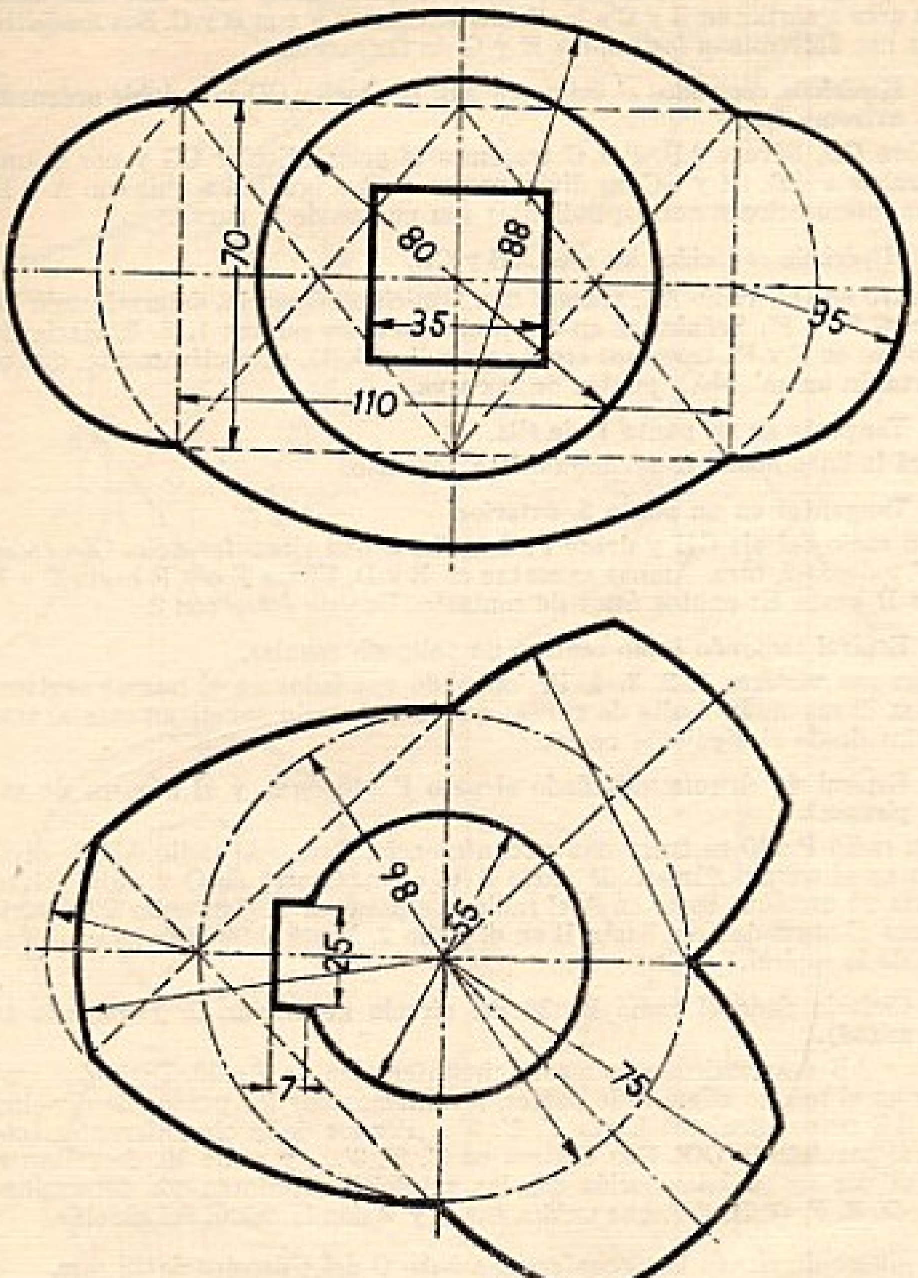
7 Parábola dada la directriz AB y la distancia OC de ésta a la curva.

Para determinar el foco F, tómese OC y colóquese de C a F. Por 1, 2, 3... trácense perpendiculares al eje. Con la distancia 1O y desde F se trazan dos arcos que cortan a la primera paralela en G y H. Con 2O y desde F obtendremos IJ; y así otros puntos de la parábola.

8 Parábola dado el eje OA y los puntos BC de la ordenada.

Por B y C trácense paralelas a A. Divídanse AB y BD en partes iguales. Unase O con los puntos de BD. Por los de AB trácense paralelas a OA hasta encontrar su correspondencia.


A O B O' 1
A C E G O H F D O' B 2
G F C 3 J E 2 I A 1 H O B D 3
C J H E A F 1 2 3 4 O F' B I O G K 1 D P 4
G C 2 I A F F' B E J H D 5
E F H G K C L I J M A 1 2 O 3 4 B J' K' D L' M' 6
A O B C G 1 F H I 2 J K 3 L M 4 N P 5 Q 7
D 1 2 3 4 5 B 5 4 3 2 1 O A E C 8



ESCALA 1 : 1	L E V A S	FIRMA

1 Tangente a la parábola por un punto 1 en ella.

Será la bisectriz del ángulo F1A, resultante de unir con F y trazar por 1 una paralela al eje hasta A.

Tangentes por un punto 2, exterior. Centro en 2 y radio 2F, descríbase un arco a cortar en B y C a la directriz. Unanse F con B y C. Sus mediatrices nos determinan los puntos E y G de tangencia.

2 Hipérbola conocidos el diámetro AB, la abscisa CD y la doble ordenada extrema EF.

Sobre CD, llévese AB. Por C tracemos la perpendicular CG y por G una paralela a AB. GI y GC las dividimos en partes iguales, a unir con A y B. Las intersecciones correspondientes son puntos de la curva.

3 Hipérbola conocidos los ejes AB y CD.

Centro en O y radio AC, trácese una semicircunferencia, determinando los focos, F. y F'. Señalemos en las prolongaciones puntos 1, 2, 3. Haciendo centros en F y F', tracemos arcos con radio A1 B1, respectivamente, que se cortarán en aa', bb'... puntos de la curva.

Tangente en un punto 1, de ella.

Será la línea bisectriz del ángulo F1F formado.

4 Tangentes en un punto 2, exterior.

Con radio del eje GH y desde F, descríbase una circunferencia. Con radio 2F' y desde 2, otra. Ambas se cortan en B y D. Unase F con B hasta C y F con D hasta E; puntos éstos de contacto. Unanse éstos con 2.

5 Espiral tomando como centros un polígono regular.

Sean sus vértices 1, 2, 3, 4. Prolongando sus lados en el mismo sentido, estas líneas serán límite de curvas que empalmarán sucesivamente al trazarlas desde el siguiente centro.

6 Espiral de Arquímedes dado el paso P=40, mm. y el número de espiras=1.

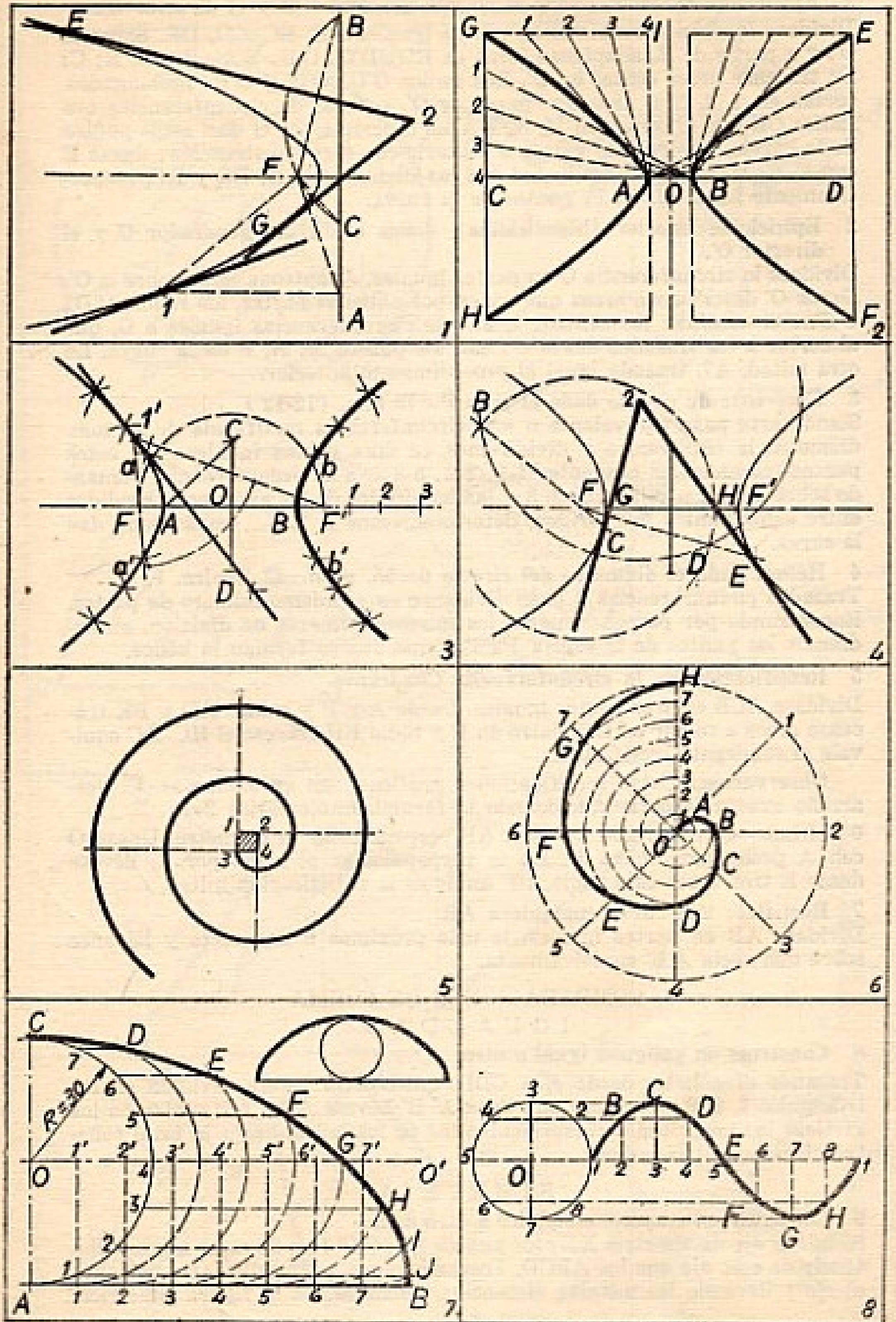
Con radio P=40 se traza una circunferencia. Esta y el radio AH se dividen en el mismo número de parte 8, p. ejem. Centro en O y radio O1 se traza un arco que corta en A el radio que pasa por 1. Con radio O2 describimos el segundo arco hasta B en el radio 2. Y así obtendremos sucesivamente la espiral.

7 Cicloide dado el radio R=30 del círculo generador O. (Dibujada la mitad).

Sobre AB desarrollemos la media circunferencia de R=30. Divididas ambas en el mismo número de partes, levantemos por los puntos de división de AB perpendiculares hasta 1', 2', 3'... Por los de la circunferencia trácense paralelas a OO'. Con centros en 1', 2', 3'..., y radio 30, descríbanse arcos que en su intersección con las paralelas anteriores nos determinarán D, E, F, G, H, I, J, que unidos con C y B dan la mitad del cicloide.

8 Sinusoide siendo la circunferencia base O del diámetro de 28 mm.

Con diámetro 28 tracemos la circunferencia O. La dividiremos en partes iguales y desarrollaremos sobre la línea 1-1. Por los puntos de ambas divisiones llévense perpendiculares hasta la correspondencia de puntos. B, C, D, E, F, G, y H unidos con 1-1 dan la curva.


1
2
3
4
5
6
7
8
R=30
O
O'

1 Epicicloide exterior, dados el círculo generador O y el director O'.

Divídase la circunferencia O en partes iguales AB, BC, CD, DE. Sobre la O', y a partir de E, adáptense éstas en ED', D'C', C'B', B'A'. Por O, B; C; D; trácense arcos centro en O'. Los radios O'D', O'C' y O'B', prolongados, cortan en 1, 2, 3 al arco que pasa por O', centros de circunferencias con radios OE que al cortar en M, N, P a las descritas por O' dan estos puntos de la curva. El otro lado vamos a trazarlo con otra construcción; únase E con F, G, H. Llévense desde 4, 5 y 6 las distancias EH, EG y EF, respectivamente hasta M, N, P, puntos de la curva.

2 Epicicloide interior (hipocicloide), dados el círculo generador O y el director O'.

Divídase la circunferencia O en partes iguales. Adáptense éstas sobre la O'. Desde O' descríbanse arcos que pasen por aquellas partes, los radios O'D', O'C'... determinan los centros 1, 2... de circunferencias iguales a O, que al cortar a los trazados desde O', dan los puntos M, N, P de la curva. La otra mitad, A7, trazada igual al procedimiento anterior.

3 Evolvente de círculo dado el paso P=78 mm. (12-12').

Siendo este paso equivalente a una circunferencia rectificada de 25 mm. diámetro la trazaremos y dividiremos en doce partes iguales. Por estos puntos trazamos las tangentes 1-1', 2-2', 3-3'... a la circunferencia. Tomando sobre ellas a partir de 1, 2, 3... las longitudes de los arcos comprendidos entre estos puntos y el origen, determinaremos 1, 2, 3... cuya unión dan la curva.

4 Hélice, dado el diámetro del círculo 0=55, paso=42 Espira. 1.

Trazadas circunferencias y paso divídanse en el mismo número de partes. Encontrando por perpendiculares los mismos números de división, obtendremos los puntos de la espira 1'2'3'... que unidos forman la hélice.

5 Rectificación de la circunferencia. Cuadrante.

Divídase ACB en tres partes iguales. Desde A y B y radios AD y BE trácense arcos a cortar en H. Centro en E y radio EH trácese el HC. AC equivale al cuadrante rectificado.

Observación: Estas rectificaciones gráficas, son aproximadas. El desarrollo exacto se obtiene aplicando la fórmula matemática $2\pi r$.

6 Mitad.—Con su radio se traza AB perpendicular al diámetro. Unase O con A prolongada hasta E. En la perpendicular al radio por C, llévese desde E tres veces este radio. DF unido es la rectificación mitad.

7 Rectificar una curva cualquiera AB.

Divídase AB en partes iguales, lo más próximas a una recta y llévense sobre una recta A'B' sucesivamente.

COMPARACIONES DE FORMA

IGUALDAD

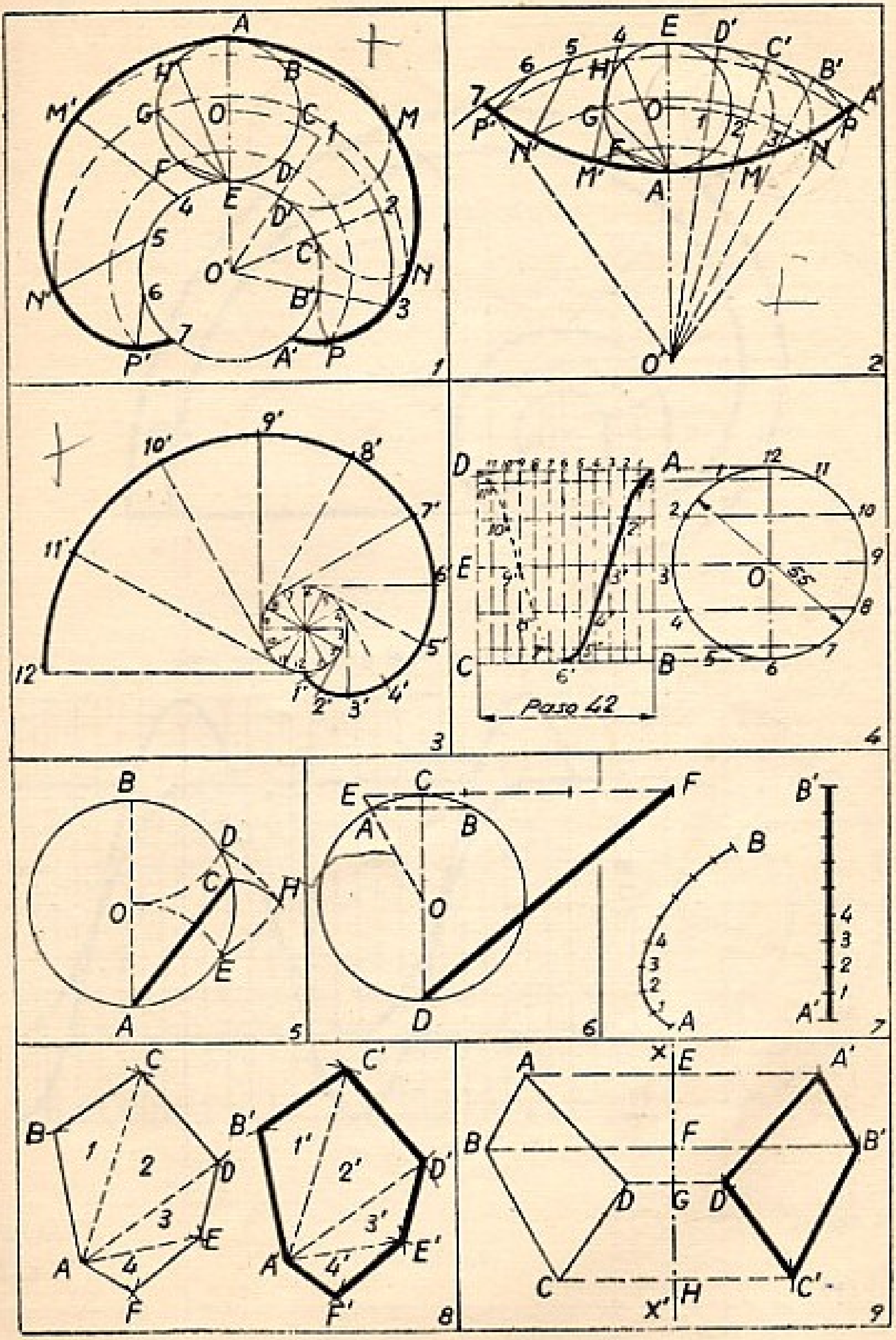
8 Construir un polígono igual a otro.

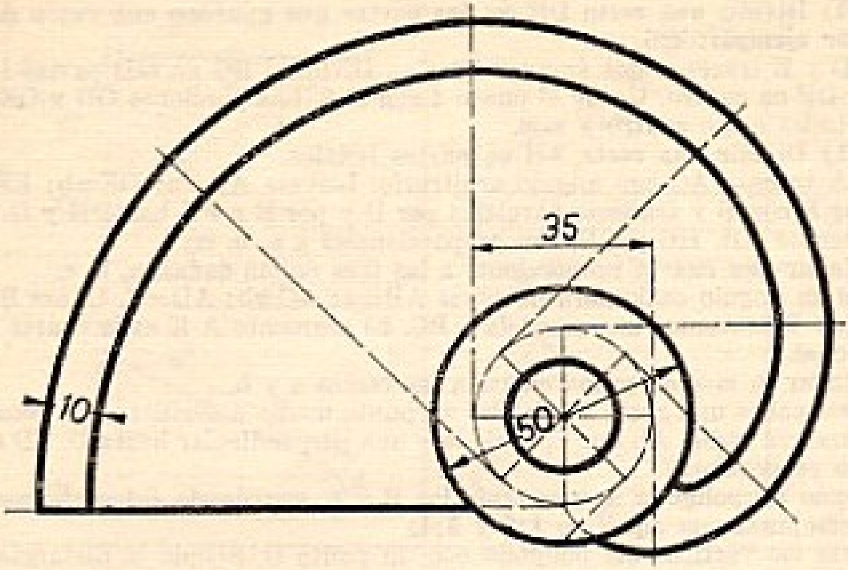
Trazando diagonales desde A a CDE, quedará la figura dividida en los triángulos 1, 2, 3 y 4. Sobre una línea A' B' llévese AB y con centro en los vértices las magnitudes correspondientes de los lados, hasta la total construcción de los triángulos.

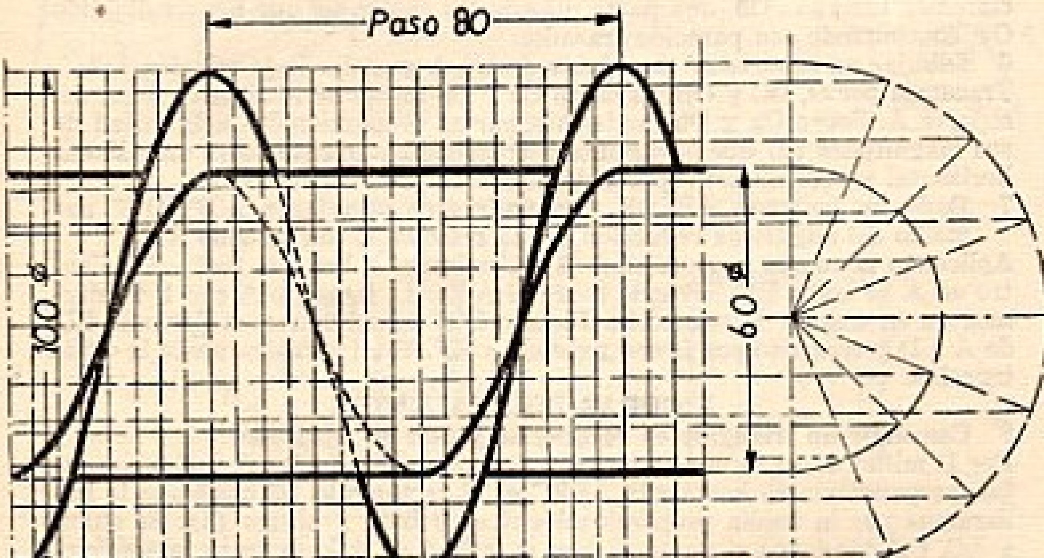
SIMETRIA

9 Construir un trapecio simétrico a otro dado.

Siendo el eje de simetría XX', los puntos A'B'C'D' han de estar a igual distancia de este eje que los ABCD. Trazando, pues, perpendiculares por ellos al eje y llevando las mismas distancias, obtendremos la figura simétrica.


1
2
3
Paso 42
55
4
5
6
7
8
9





ESCALA		FIRMA
1 : 1	LEVA-HELICE	

2 Dividir una recta AB en partes proporcionales a otras dadas: a, b, c.
Sean, p. ej., ocho. Por A se traza AC con cualquier ángulo. Llévese sobre ella A 1 (distancia arbitraria) ocho veces. Unase B con 8 y paralelas a B8, otras los puntos 5, 4, 3...

1 (2) Dividir una recta DE en dos partes que guarden una razón dada; por ejemplo: 4:6.
Por D y E trácense dos ángulos iguales. Divídase EG en seis partes iguales y DF en cuatro. Unase el punto 4 con el 6. Las porciones OD y OE son longitudes como cuatro y seis.

1 (1) Dividir una recta AB en partes iguales.
Por A trácese AC con ángulo arbitrario. Llévese AD=a; DE=b; EF=c. Unase F con B y trácense paralelas por D y por E a FB hasta H y G. Los segmentos AH, HG y GB, son proporcionales a a, b, c.

3 Hallar una cuarta proporcional a las tres rectas dadas, a, b, c.
Sobre un ángulo cualquiera llevemos AB=a; AC=b; AD=C. Unase B con C y por D tracemos una paralela a BC. El segmento A E es la cuarta proporcional.

4 Hallar la medida proporcional a las rectas a y b.
Súmese sobre una recta a y b. Por su punto medio descríbase una semicircunferencia radio. Al. Por C, levántese una perpendicular hasta D. CD es la media proporcional.

5 Dado un polígono A, construir los B y C guardando éstos razones de semejanza con aquél de 1:2 y 5:4.
Unanse los vértices del polígono con un punto O. Siendo la distancia O2 mitad de O4, tracemos por este punto y sucesivamente por los puntos de intersección paralelas a los lados homólogos del A, obteniendo así el polígono B de semejanza 1:2. La construcción del C de semejanza 5:4, la iniciaremos tomando O5, una parte más de las cuatro en que hemos dividido O4, continuando con parecido trazado.

6 Dibujar un soporte A' semejante a otro A guardando la relación 1:2.
Tracemos por O, OC y OB, llevando Oa y Ob mitad de la altura y base del soporte A. Sobre Oa y Ob tendremos partes proporcionales a la mitad de sus magnitudes (2) que llevaremos correspondientemente sobre unas líneas horizontal y vertical del soporte A', hasta su total construcción.

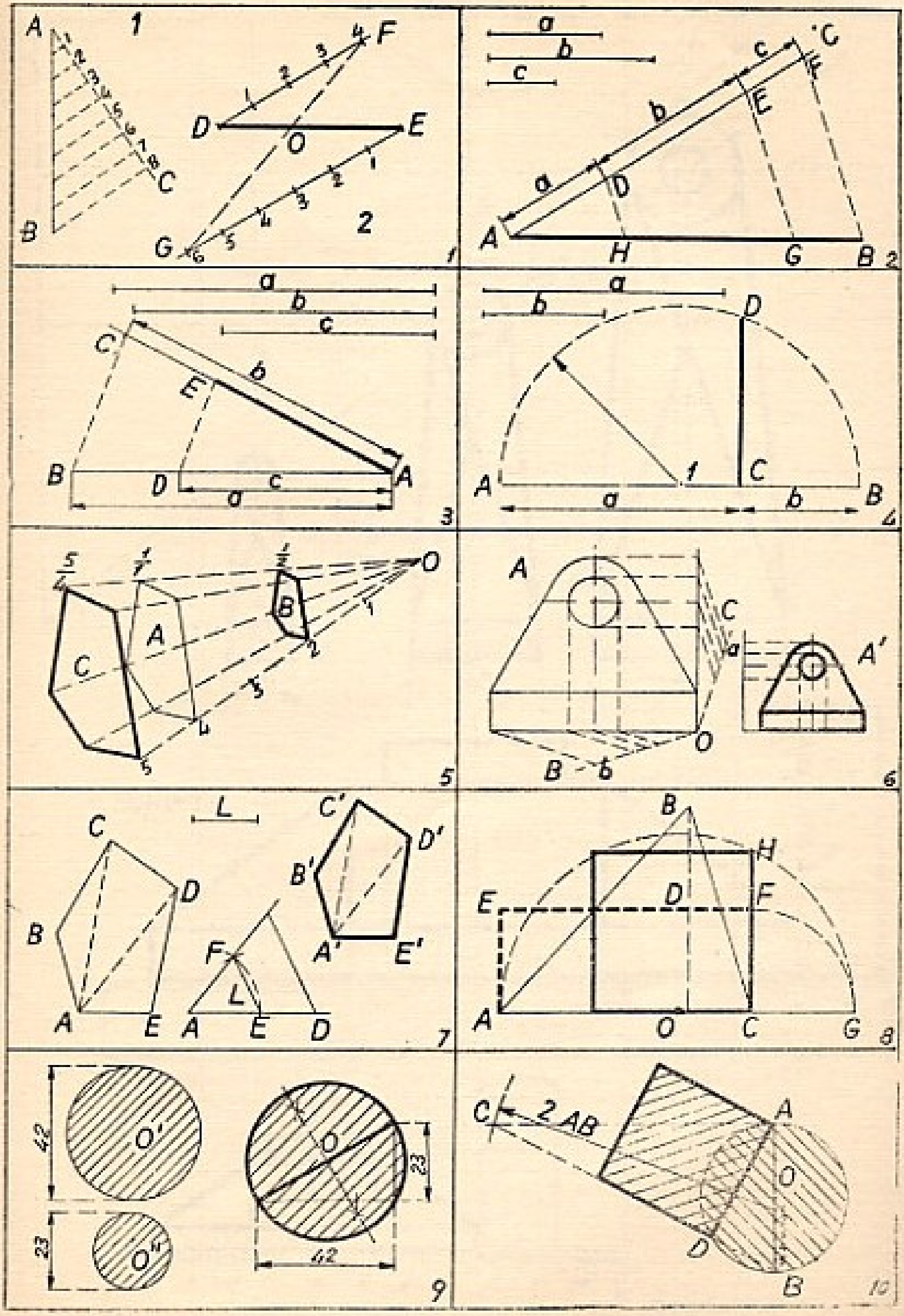
7 Dado un polígono ABCDE, construir otro semejante A'B'C'D'E' por medio del ángulo de reducción y una relación L con un lado AE.
Aplicando la cuarta proporcional (3) tomaremos sobre una recta, AE Centro en A se traza EF, llevando sobre él A'E'=L. Uniendo A con F tendremos ya en ángulo de reducción. El lado D'E' lo obtendremos llevando ED de A a D y trazando por D una paralela a EF. Y así sucesivamente la construcción.

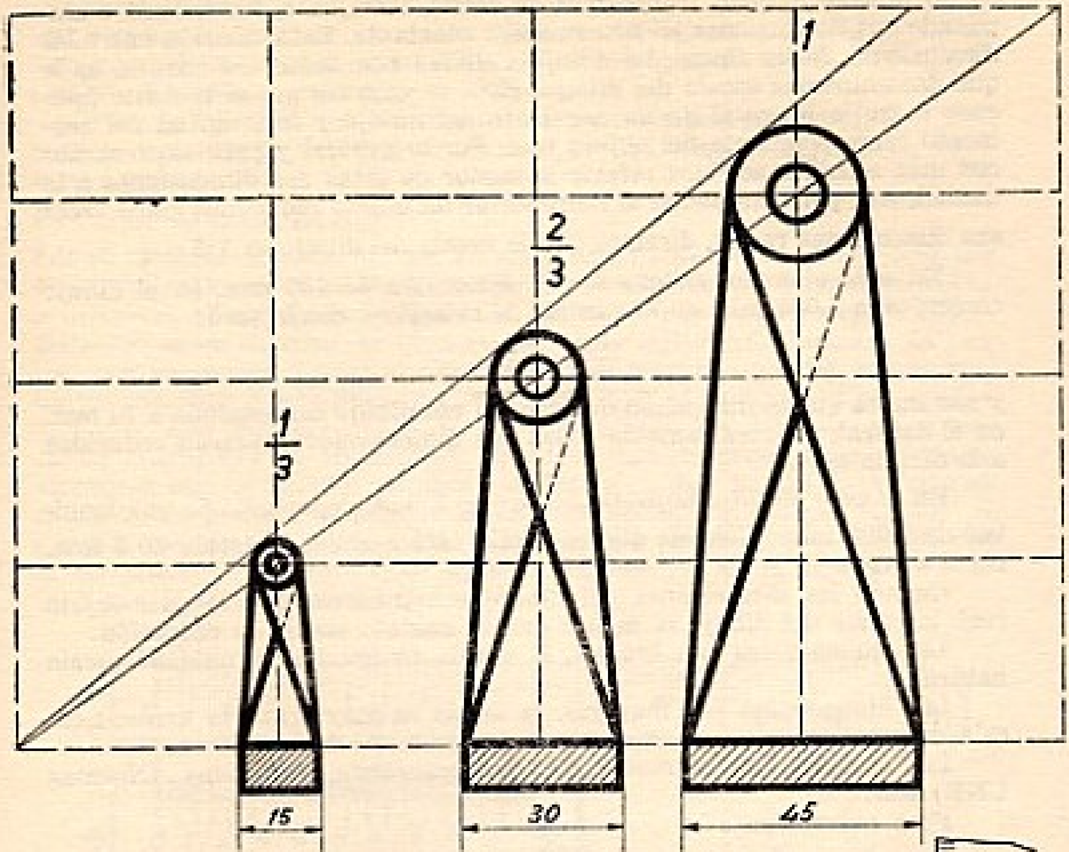
FIGURAS EQUIVALENTES

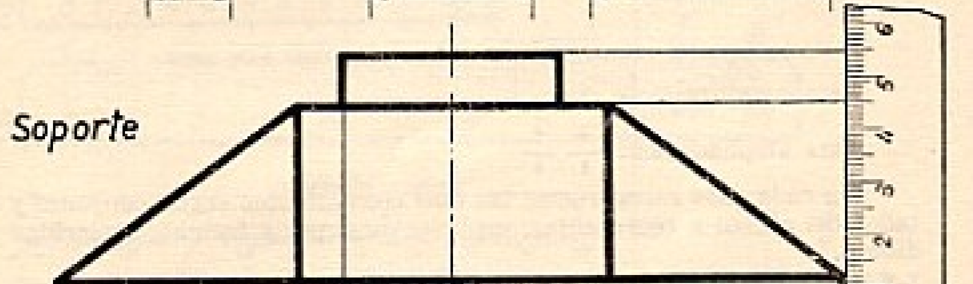
8 Convertir un triángulo en rectángulo y éste en cuadrado.
Por D mitad de su altura se traza una paralela a AC. Por A y C se levantan perpendiculares hasta ella AEFC es el rectángulo. El cuadrado lo hallaremos por la media proporcional entre su base y altura (4). Se suma a AC, CF dándonos el punto G. Por O, mitad de AG, se traza la semicircunferencia AHG y levantando por C la perpendicular CH, éste es lado del cuadrado.

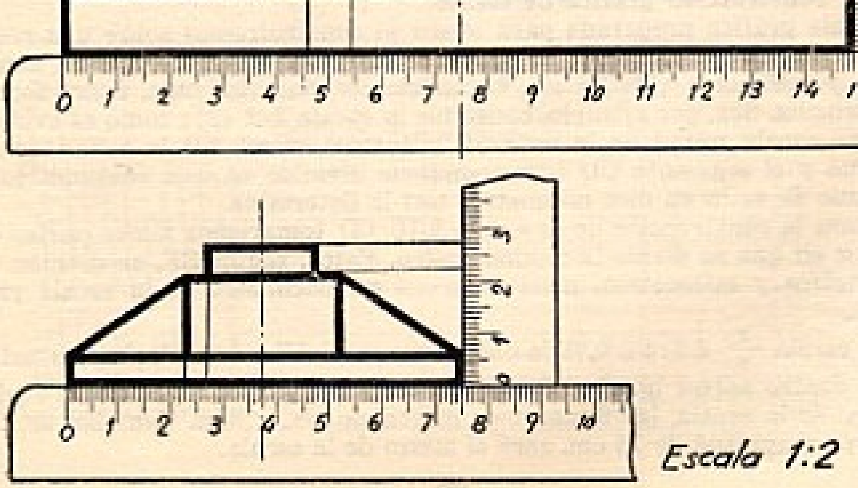
9 Trazar un círculo A, equivalente a la suma de otros dos, O' O".
Llévense las magnitudes de los diámetros a los lados de un ángulo recto. Los extremos unidos nos dan el diámetro del nuevo círculo.

10 Transformar un círculo en un cuadrado equivalente.
Tracemos el diámetro AB y por A su perpendicular AC. OB lo dividiremos en seis partes iguales. Centro en 1 y radio dos veces AB, marcaremos C. Unase C con B y por A trácese la perpendicular AD lado del cuadrado.
Debemos de advertir que aún a pesar de la perfección en el trazado, esta transformación es sólo aproximada.


A
1
B
C
D
E
F
O
G
2
1
a
b
c
A
D
E
F
C
H
G
B
2
a
b
c
C
E
B
D
A
3
a
b
D
A
C
B
4
O
A
B
C
5
A
C
a
A'
B
b
O
6
L
C
C'
D'
B'
B
D
F
A
E
A
E
D
A'
E'
7
B
H
E
D
F
A
O
C
G
8
42
O'
23
O''
O
23
42
9
C
2 AB
A
O
D
B
10


1
2/3
1/3
15
30
45


Soporte
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
0 1 2 3 4 5 6


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 1 2 3

Escala 1:2

ESCALAS DE DIBUJO

Cuando la representación gráfica de un objeto no la podemos realizar al tamaño natural, lo hacemos en forma semejante, reduciendo o ampliando sus dimensiones en una relación constante. Esta relación entre las dimensiones de las líneas del dibujo y de las homólogas del natural es lo que denominamos escala del dibujo. Esta se expresa por el cociente indicado entre la longitud de un segmento del dibujo y la longitud del segmento correspondiente del objeto real. Por lo general y para expresarnos con más sencillez solemos referir la menor de estas dos dimensiones a la unidad. Así, por ejemplo, si al representar un objeto reducimos cinco veces sus dimensiones reales, diremos que la escala del dibujo es 1:5 o $\frac{1}{5}$

En otro ejemplo, en que a una dimensión de 100 mm. en el dibujo corresponda 1.000 mm. en el natural, la relación o escala será:

$$\frac{100}{1000}=\frac{10}{100}=\frac{1}{10}$$

y nos indica que la dimensión del mm. en ese dibujo corresponde a 10 mm. en el natural, y sucesivamente todas sus dimensiones quedarán reducidas a la décima parte.

En el caso de un dibujo de escala $\frac{3}{5.000}$ 3 mm. representaría una longitud de 5.000 mm., diciendo que el dibujo está hecho a la escala de 3 mm. por 5 metros.

Cuando las dimensiones del dibujo son menores que las del objeto real, la escala del dibujo es menos que la unidad: escala de reducción.

Las dimensiones son iguales, la escala es igual a la unidad: escala natural.

Las dimensiones son mayores, la escala es mayor que la unidad: escala de ampliación.

Las escalas para representación generalmente empleadas (Normas UNE) son:

Para reducciones:

$$\frac{1}{2'5}\ \frac{1}{5}\ \frac{1}{10}\ \frac{1}{20}\ \frac{1}{50}\ \frac{1}{100}\ \frac{1}{200}\ \frac{1}{500}\ \frac{1}{1000}\ \frac{1}{2000}\ \frac{1}{5000}$$

Escala natural: $\frac{1}{1}$

Para ampliaciones: $\frac{2}{1}\ \frac{5}{1}$

En cada caso escogeremos las más convenientes según conjunto y detalles del objeto a representar, medidas de papel y formato o claridad del dibujo.

1-2-3. Construcción gráfica de escalas.

La escala gráfica preparada para medir la construiremos sobre una recta que dividiremos conforme a la unidad metro y divisores decímetro, centímetro y milímetro (1). De ella obtendremos cualquier otra, como forma más sencilla. Sea, por ejemplo, construir la escala 1/2 (2) ; como es evidente, esta escala mitad de la natural, buscamos sobre AB la mitad de su longitud y el segmento CD correspondiene dividido en diez centímetros y cada uno de éstos en diez milimetros nos la determina.

Para la construcción de la escala 9-10 (3) tomaremos nueve partes de las diez en que se divide la unidad metro. Estos, según EF, se dividen en centímetros y milímetros, mostrando así un decímetro de la escala propuesta.

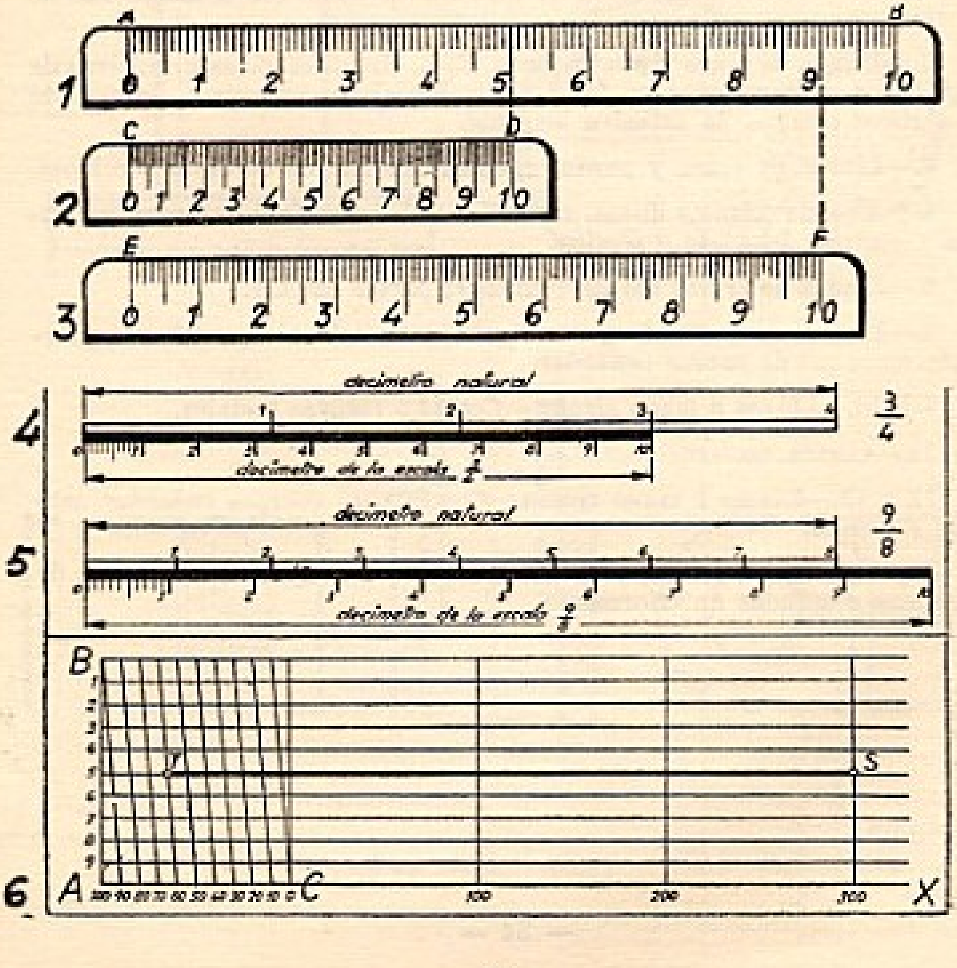
4 La escala $\frac{3}{4}$ ó 3:4 ó 0,75 la obtendremos dividiendo el decímetro natural en cuatro partes iguales. Como tres de estas partes representan el decímetro de la escala, las tomaremos marcando cm. y mm. También en ese caso una magnitud de 75 cm. será el metro de la escala.

5 Si se trata de la construcción de la escala ampliatoria 9:8, dividiremos el decímetro natural en ocho partes iguales. Nueve de ellas nos darán la longitud del decímetro de la escala. Estas las dividiremos en diez cm. y en cien mm. Estas escalas construídas sobre una tira de papel tomarán el nombre de: escalas volantes.

Para la medición con las escalas más usuales (las ya numeradas) dispone el comercio de dobles decímetros y escalas triangulares convenientemente preparadas.

6 Escala de transversales.

Por su especial disposición, esta escala permite apreciar las décimas de las divisiones más pequeñas. Para su construcción, llévese sobre una recta AX, la distancia AC igual a la unidad dada, marcándola consecutivamente. Equidistantes entre sí, trácense diez paralelas por AB a AX. Divídase AC, en diez partes iguales. Unase el punto 90 con B trazando por los puntos restantes paralelas a esta línea. Así se observa que AC y consecutivas son las unidades. Las diez divisiones de AC representan las décimas. La numeración lateral son las centésimas, pues cada una de estas transversales al atravesar una de las diez paralelas se desvía en diez partes de A 90. Con la escala así preparada, para hacer una medición, por ejemplo, de 365; el punto principio de medida sería S, intersección de la vertical del 300 con la horizontal 5. El punto final sería T, intersección de la misma horizontal 5 con la transversal del 60.



La Industria en su organización y el Dibujo Industrial en su trazado y concepto, se rigen por unas normas denominadas UNE, iniciales de una norma española. Por medio de ellas el dibujo, bien sea en sus líneas representativas, vistas o proyecciones de las piezas, secciones o cortes para mostrar su interior, acotaciones o medidas, lista de piezas o en general todo lo relacionado con la ejecución de un dibujo, se representa con la uniformidad del trazado que marcan las citadas normas. Con ello se obtiene mayor claridad en el dibujo, facilidad en el trabajo y mejor entendimiento común entre la oficina y el taller. En el siguiente curso estudiaremos las principales de éstas; ahora vamos a considerar las líneas normalizadas que para una buena formación del dibujante conviene ya observar desde el principio de sus trazados industriales.

CLASES DE LINEAS EMPLEADAS EN EL DIBUJO INDUSTRIAL

Las líneas normalizadas de empleo en el dibujo a escala son las siguientes:

1.—**Líneas llenas, gruesas** (espesor 1,2 a 0,4). Límite de contorno (aristas). En el dibujo para el taller se trazarán tan gruesas como lo permita el tamaño de la figura.

2.—**Líneas llenas finas**, (espesor 0,3 a 0,1). Líneas de cota y referencia, núcleos de roscado, rayado de materiales. Secciones abatidas mismo dibujo.

3.—**Líneas de trazo y punto, finas.** Ejes, circunferencias primitivas de engranajes. Proyecciones en falsa vista. Posiciones extremas. Seccionado de algunos cuerpos de excesiva longitud.

4.—**Líneas de traza y punto, gruesas:** Indicación cortes o secciones.

8 y 9.—Las mismas líneas, con adición de unas flechitas para indicación y marcha del corte o sección.

5.—**Líneas de trazos cortos** (puntos); partes ocultas.

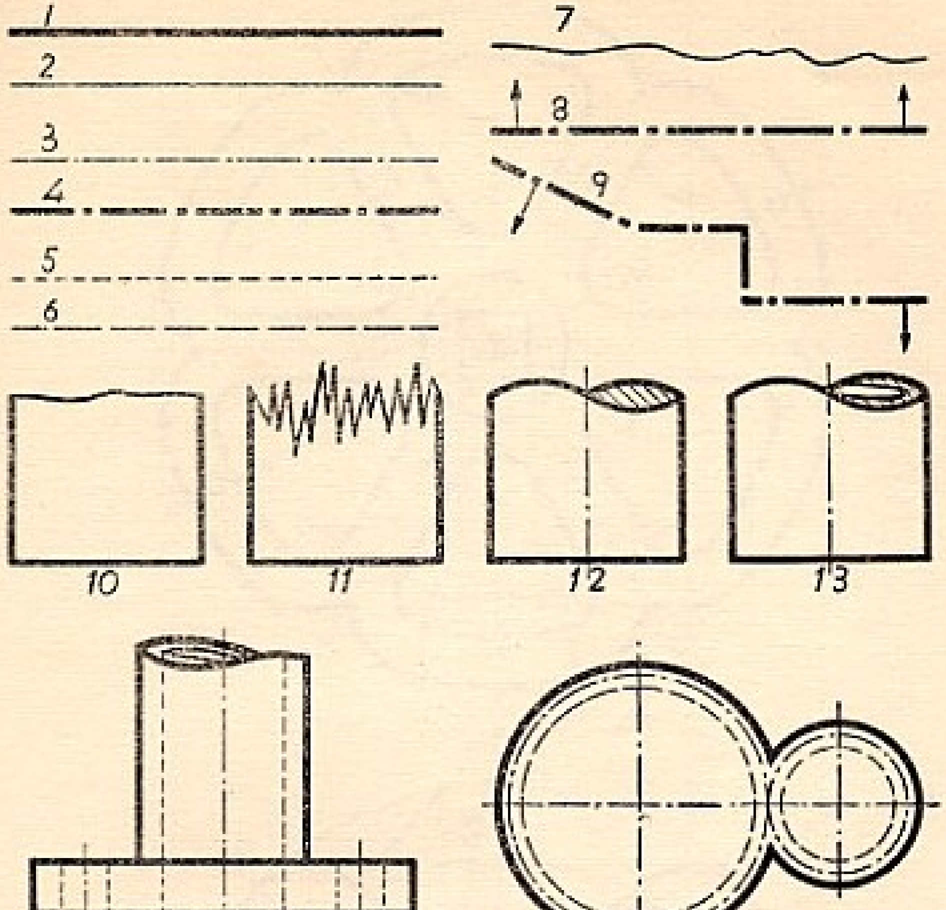
6.—**Líneas de trazos largos.**—Signos convencionales, por ejem.: circunferencia pie de ruedas dentadas.

7 y 10.—**Líneas a mano alzada.**—Cortes o roturas metales.

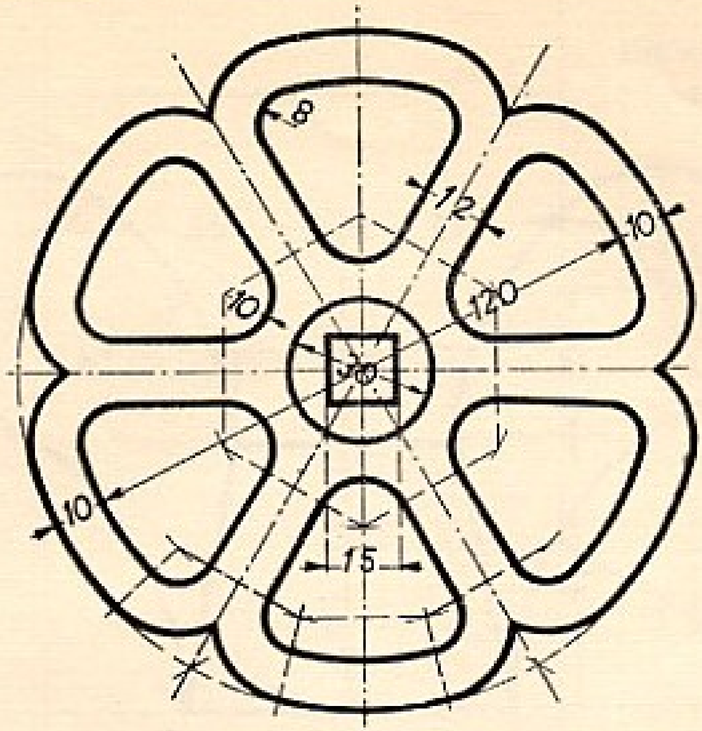
11.—Cortes madera.

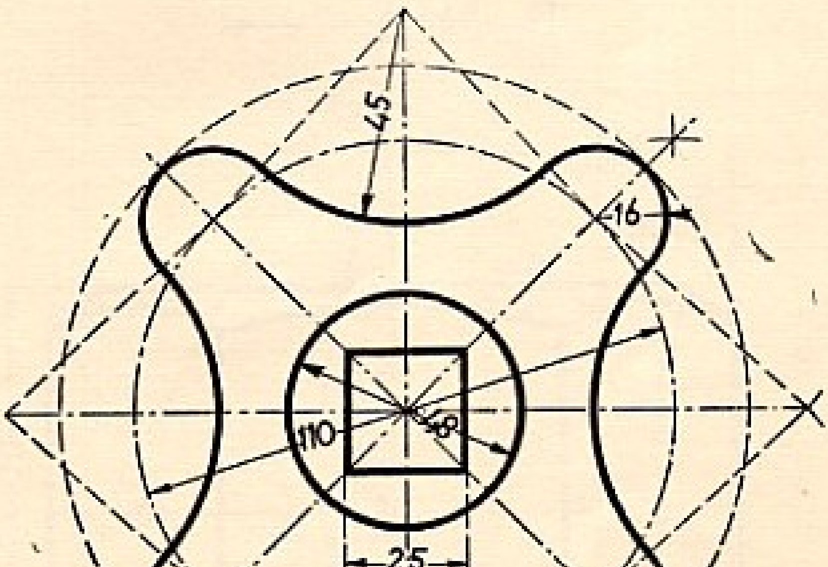
12 y 13.—**Líneas a mano alzada.**—Cortes para cuerpos redondos, macizos y huecos.

Las figuras 14, 15, 16, 17 y 18, muestran una aplicación práctica de las líneas reseñadas anteriormente.

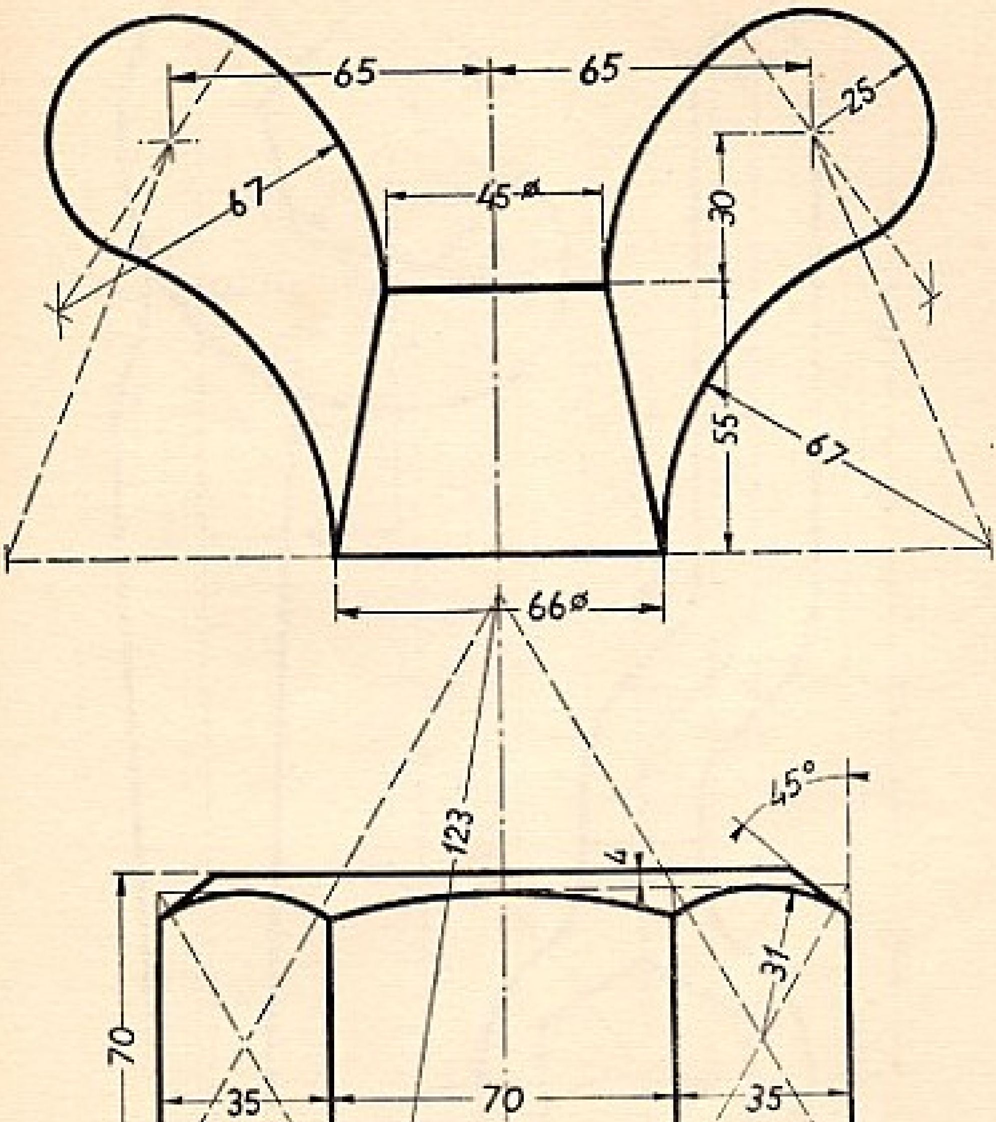


ESCALA	LINEAS NORMALIZADAS	FIRMA
1 : 1		

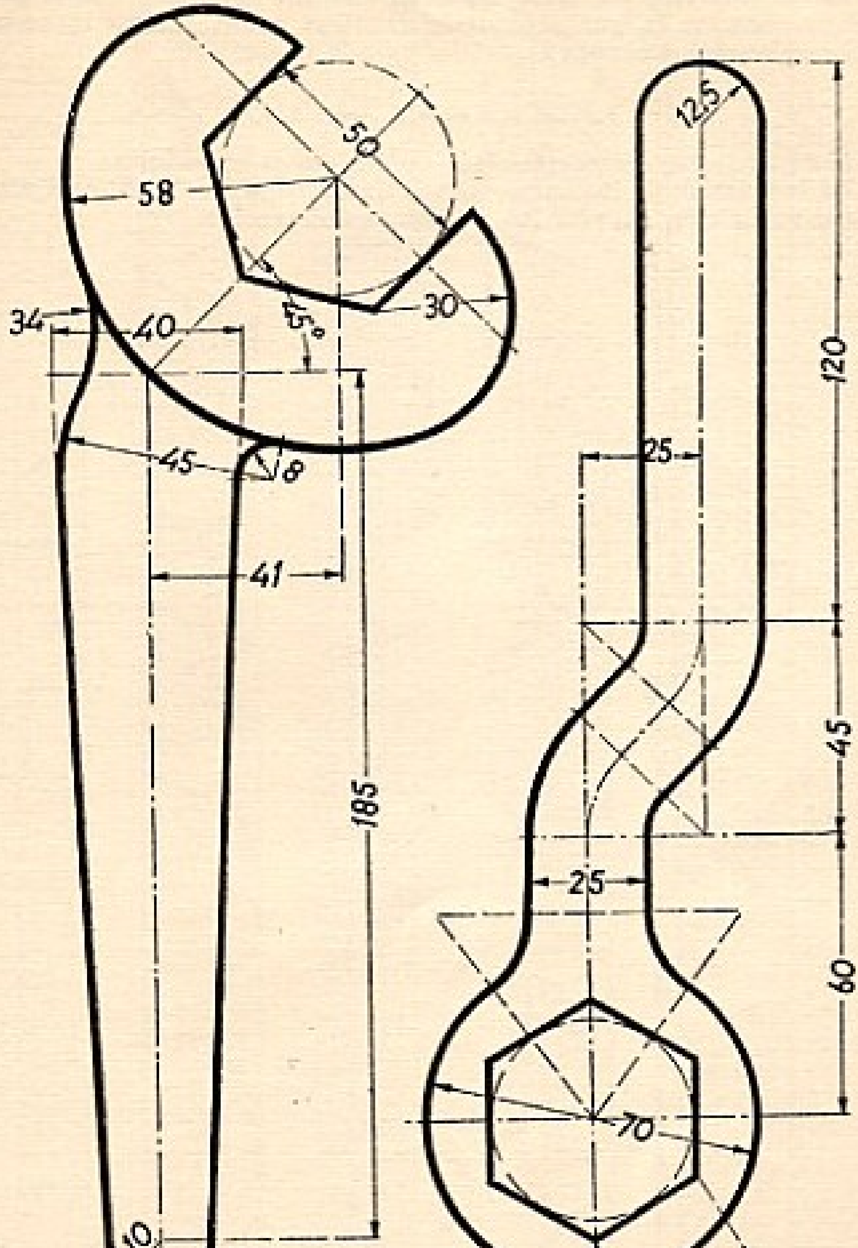




ESCALA		FIRMA
1 : 1	VOLANTES	



ESCALA	TUERCAS	FIRMA
1 : 1		



ESCALA	LLAVE	FIRMA
1 : 1		

EJERCICIOS DE ROTULACION NORMALIZADA

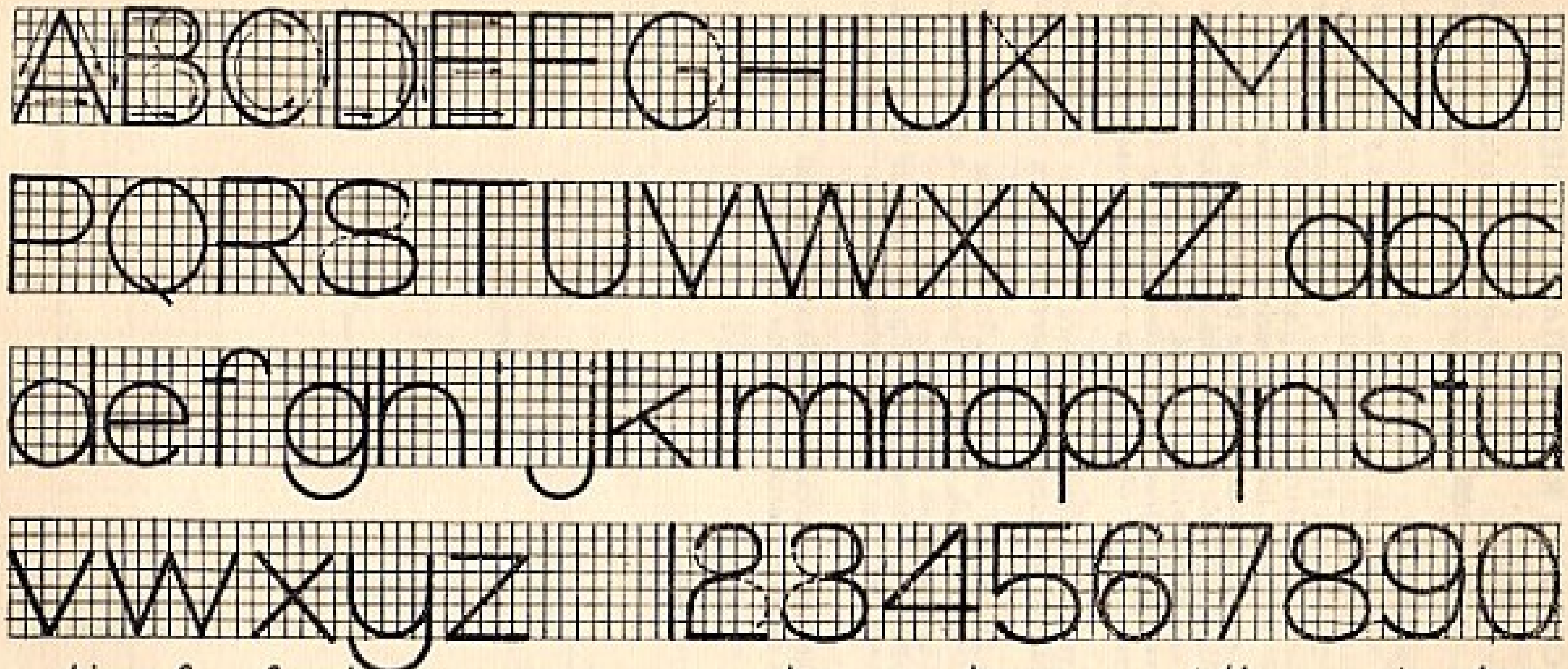
Letra vertical y numeración según normas UNE.

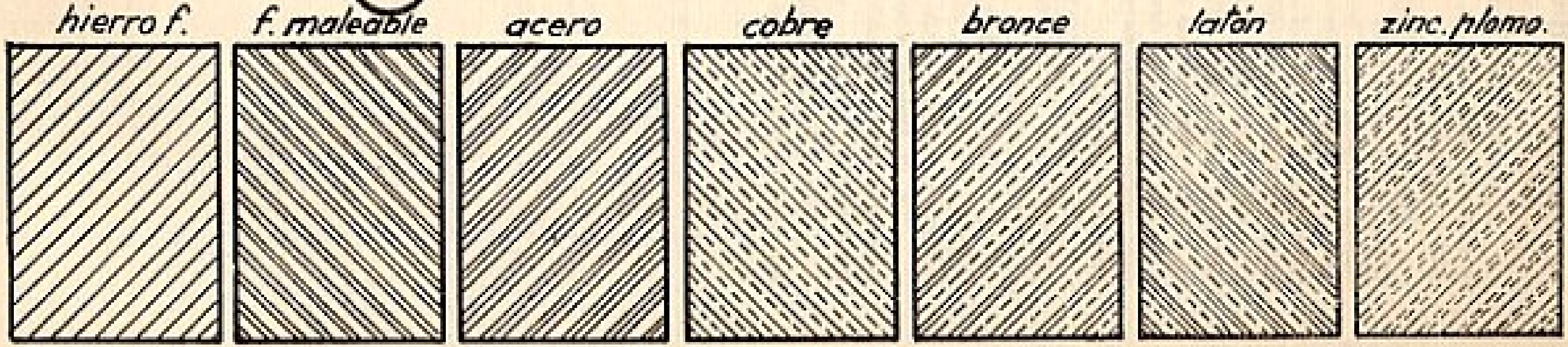
Llevar dirección del trazo según indican las líneas finas de la pauta, así como observar la igual separación de letras y palabras. Es recomendable el empleo de las plumas especiales para la rotulación.

EJERCICIOS DE RAYADO

Mostramos rayado normalizado de diferentes materiales.

La inclinación de las líneas (llenas finas) debe ser de 45° y se pondrá especial cuidado en guardar las debidas equidistancias.


ABCDEFGHIJKLMNO
PQRSTUVWXYZ abc
defghi jklmnopqrstu
vwxyz 1234567890


hierro f.
f. maleable
acero
cobre
bronce
latón
zinc. plomo.

DIBUJO CORPOREO EN REPRESENTACION DIEDRICA

La forma corpórea de las piezas y la dificultad de apreciarlas en forma y dimensiones en una sola vista, obliga a su representación, mostrándolas por varios lados.

La forma ordenada y metódica de uso en el dibujo industrial se denomina: representación diédrica o de proyecciones ortogonales y se fundamenta en proyectar perpendicularmente (ortogonales) puntos y aristas que la caracterizan, sobre unos planos (horizontal y vertical) denominados de proyección y que desarrollados constituyen el plano del dibujo. Así podemos obtener vistas de frente, de lado y por encima de las piezas, vistas que se denominan alzados y plantas o también proyecciones verticales y horizontales. Sobre ellas se procede a la colocación de medidas o cotas en la vista o sección, en que ésta mejor se precise.

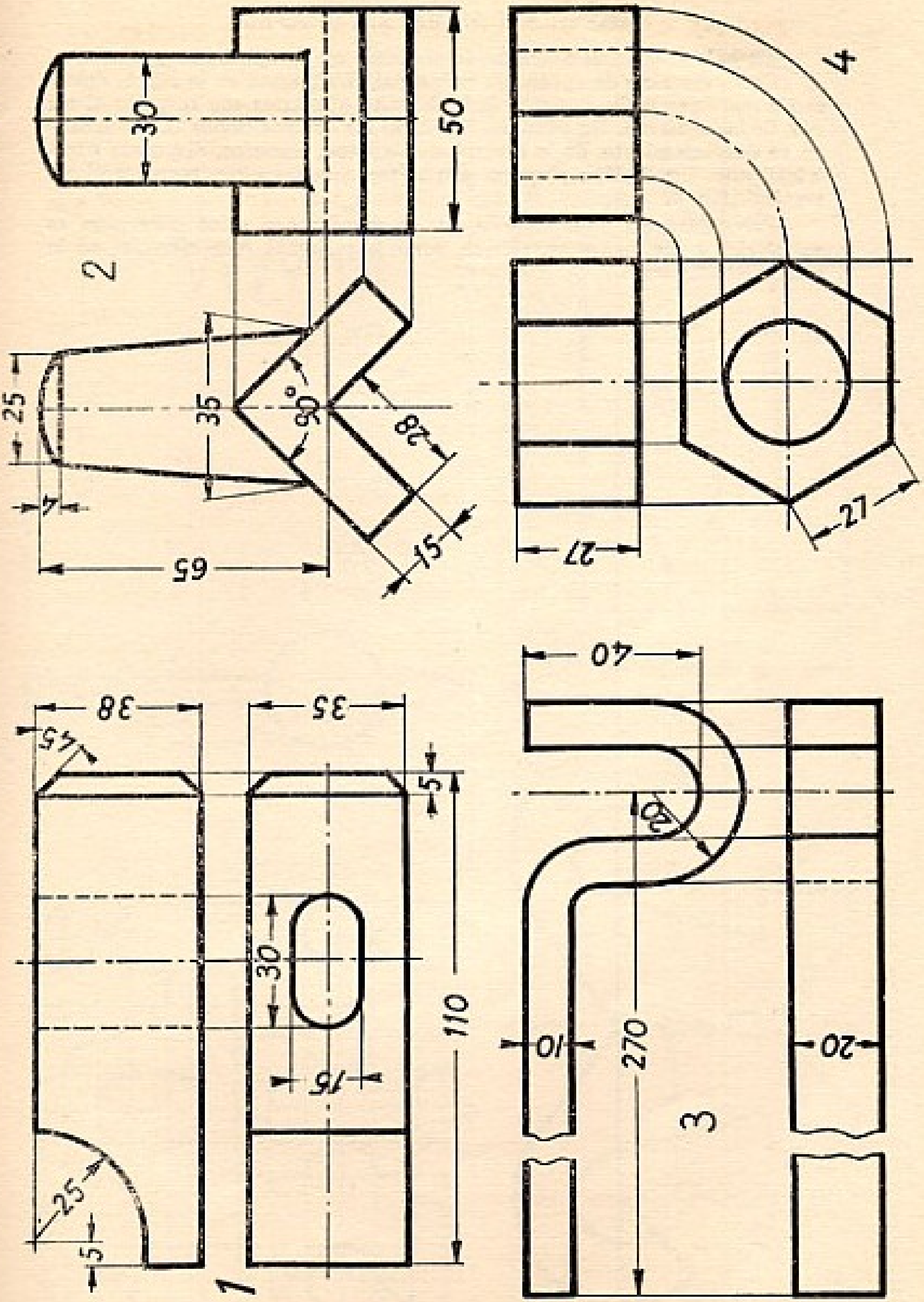
No siempre es necesario mostrar varias vistas; en la fig. 1 (martillo) esta pieza queda determinada y dimensionada en la representación de frente y planta.

La fig. 2 (herramienta de fragua) muestra dos vistas en alzado o proyecciones verticales, con las dimensiones necesarias para poder dibujarla y construirla.

La fig. 3 (grifa) queda bien determinada en sus vistas en alzado y planta. Puede observarse una línea de rotura para acortar a convenir la dimensión que marca la cota de su longitud.

En la tuerca exagonal que mostramos (fig. 4), en sus tres vistas, pueden verse claramente las líneas proyectantes en su correspondencia de aristas.

Nota: Estas líneas finas marcadas (auxiliares) llamadas de referencia o proyectantes, no deben trazarse al verificar los dibujos.

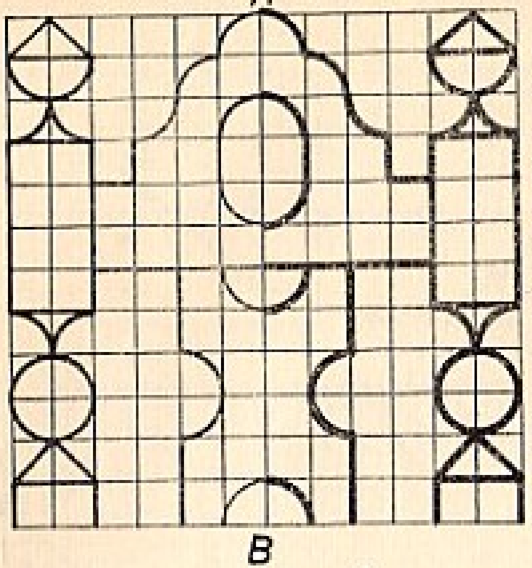

1
2
3
4
30
50
25
35
90°
28
4
65
15
27
27
38
45
35
5
30
110
15
25
5
40
20
10
270
20

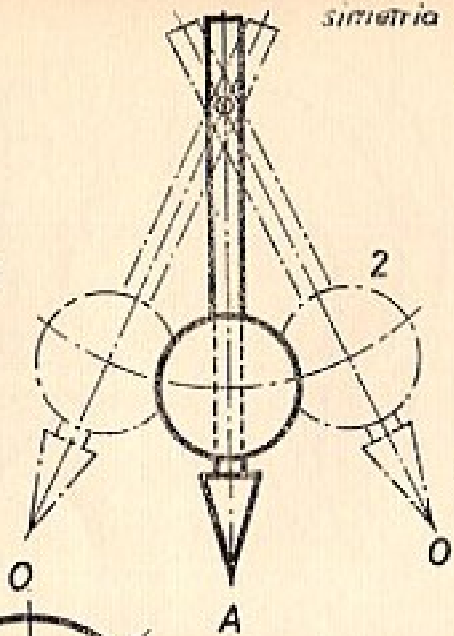
SIMETRIA Y ASIMETRIA GRAFICA

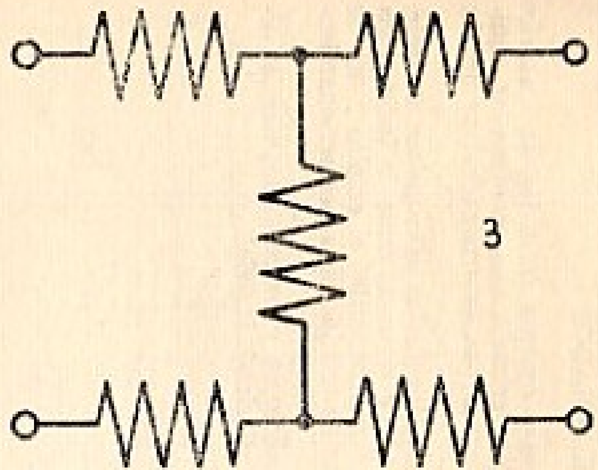
Ya hemos dado el concepto de simetría en su aplicación geométrica.

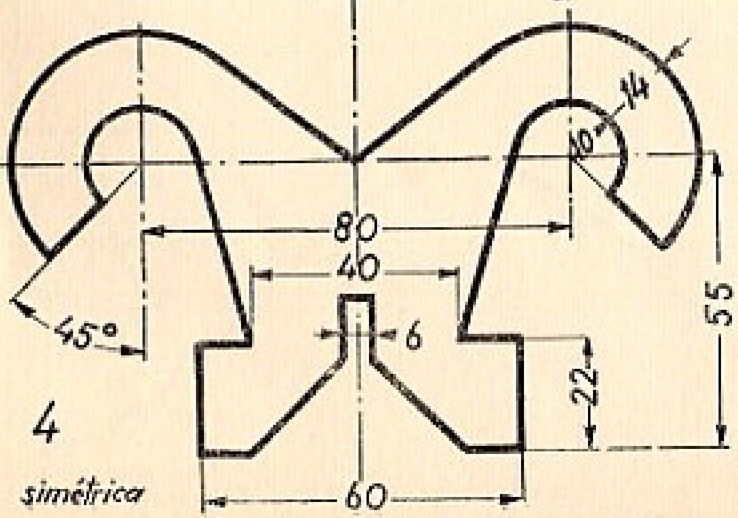
Como ejercicio de aplicación industrial, mostramos en la fig. 1, destacando con línea recia, la parte de la derecha, simétrica con respecto al eje AB, de la izquierda. Un péndulo, fig. 2, en las dos posiciones O, simétricas en su desplazamiento, de la central A. Esquema eléctrico, dispuesto simétricamente, fig. 3. Una pieza en disposición simétrica con respecto al eje vertical, fig. 4.

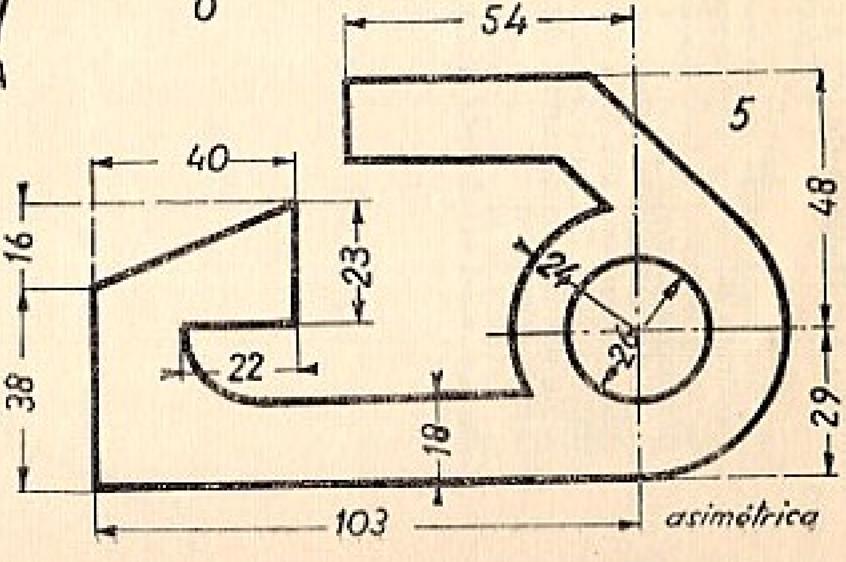
Por diferencia, todo aquello que no obedezca a estos conceptos, es asimétrico o de forma asimétrica, como apreciamos, por ejemplo, en la pieza de la figura 5.


1
B


simetría
2
O
A
O


3


O
14
10
80
40
6
45°
22
55
60
4
simétrica

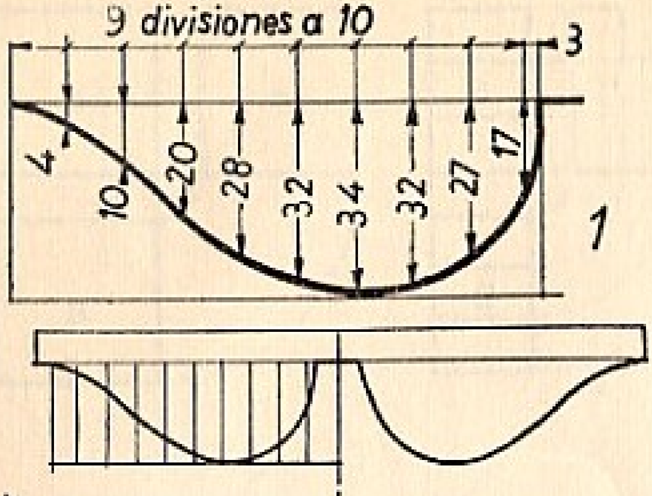

54
5
40
48
16
23
24
22
24
38
18
29
103
asimétrica

COPIA DE FORMAS GRAFICAS IRREGULARES POR REFERENCIA A EJES COORDENADOS

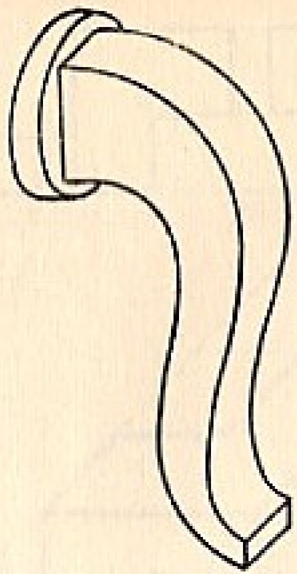
Las líneas curvas que no obedecen a centros definidos, se trazarán obteniendo de ellas puntos, que pueden referirse a ejes coordenados, equidistantes para mayor facilidad, y que una vez determinados, se unirán para formar la curva.

Estas uniones se verifican sin notarse los puntos de empalme, es decir, debe de observarse una línea continuada y sinuosa, como lo indican los trazados de las figuras 1, 2 y 3. Esta curva permitirá el empleo y uso de la plantilla llamada de curvas, elemento de trazado para perfeccionamiento en la delineación.

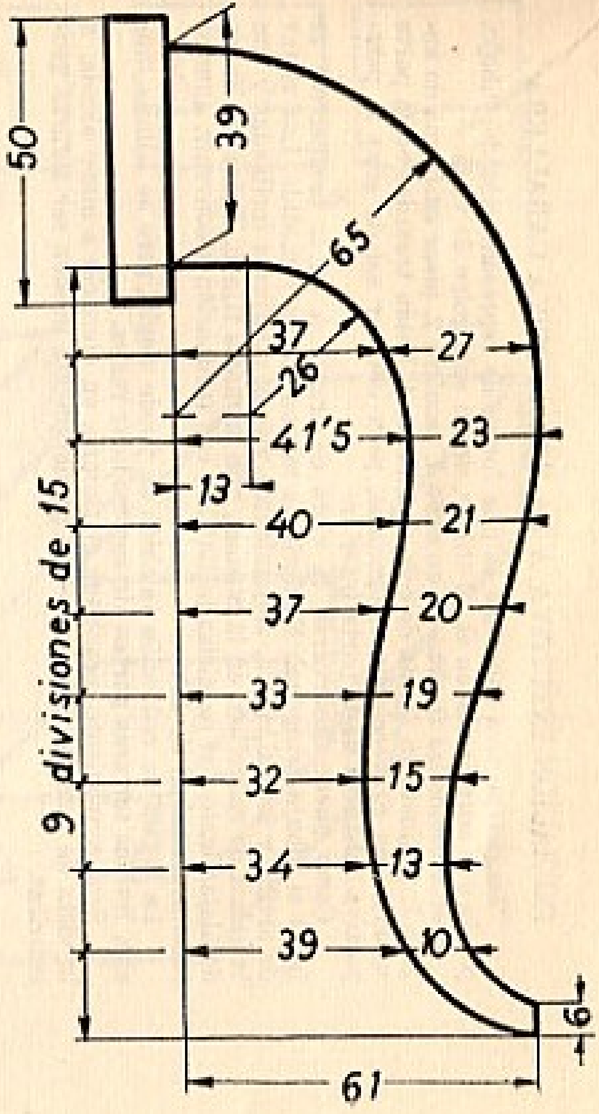
La parte de sus desarrollos, en mediciones y trazados, seguirá las directrices y normas de todo dibujo geométrico-industrial.


9 divisiones a 10
3
4
10
20
28
32
34
32
27
17

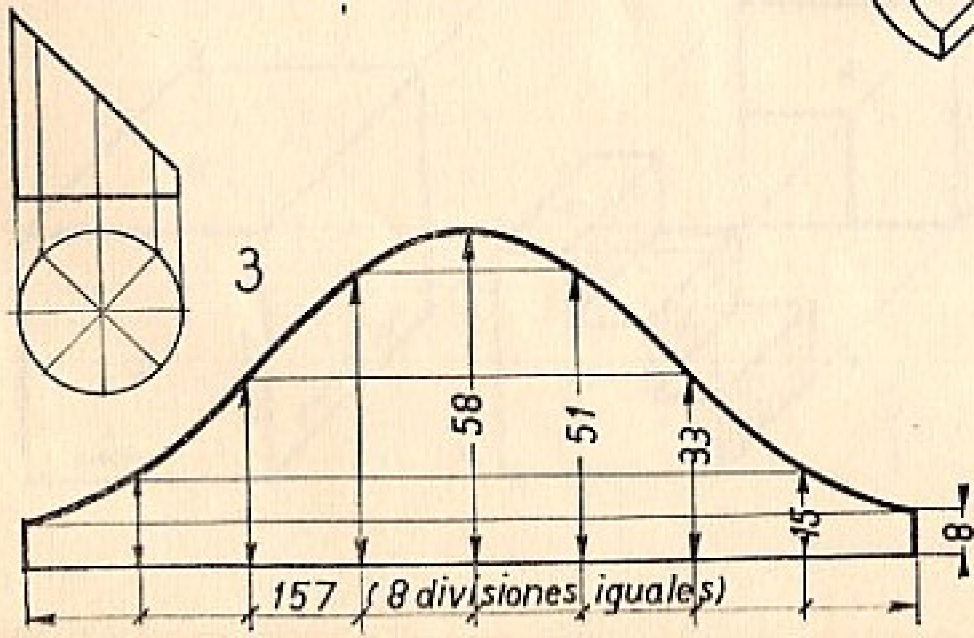
1



2


50
39
65
37
26
27
41'5
23
13
40
21
37
20
33
19
32
15
34
13
39
10
6
61
9 divisiones de 15

3


58
51
33
15
8
157 (8 divisiones iguales)

INICIACION INTUITIVA A LA PERSPECTIVA CABALLERA

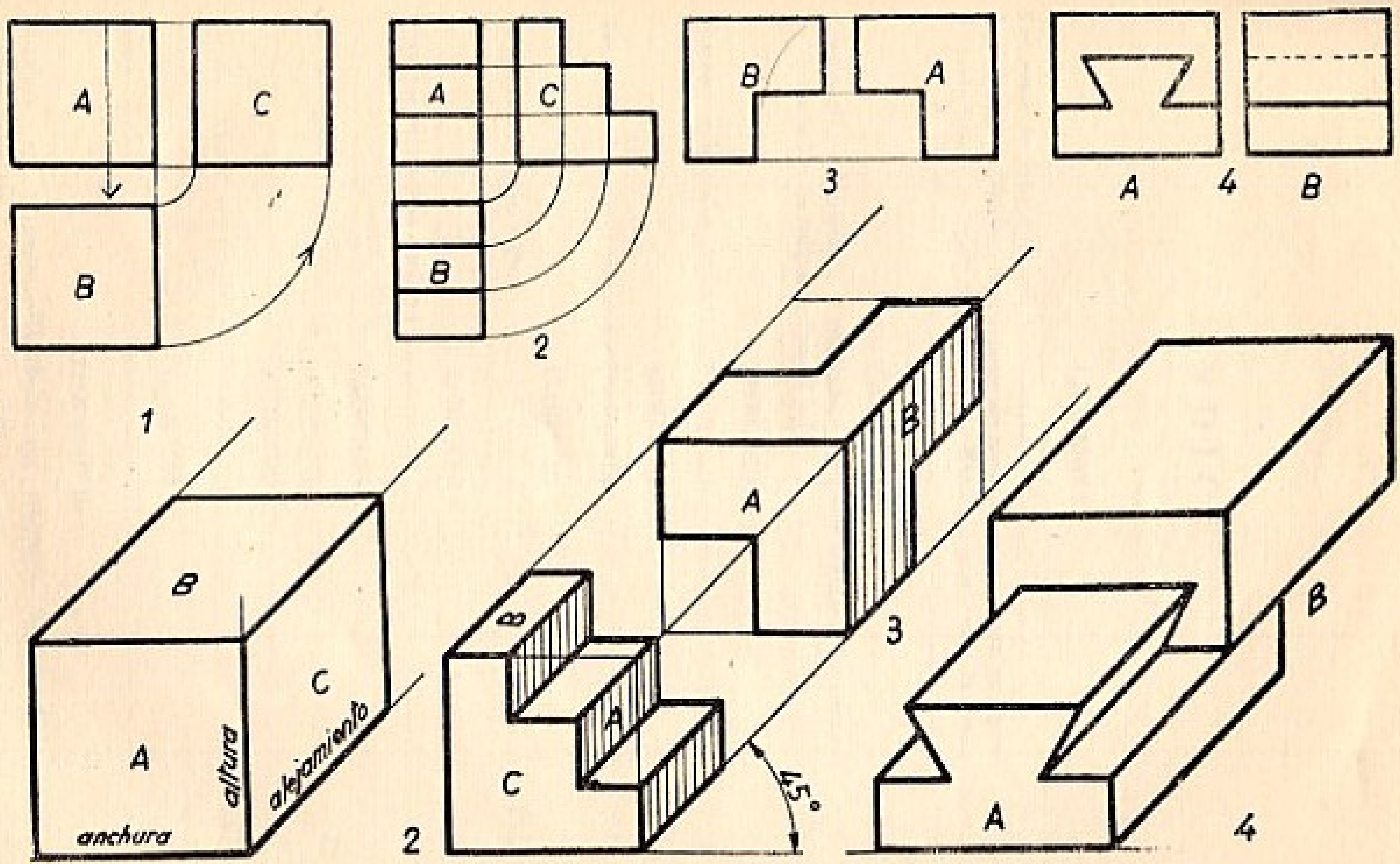
"La perspectiva caballera es una forma de representación del dibujo, por la que apreciamos en él, al objeto, de un solo golpe de vista.

Mostramos las figuras en un cubo 1, escalera 2, pieza en forma de ángulo 3, y ajuste en forma de cola de milano, 4. Están trazadas en la parte superior en proyecciones ortogonales, para obtener así de ellas la perspectiva caballera de la parte inferior.

Como puede observarse, la vista de frente A en la perspectiva es igual al dibujo ortogonal. Es decir, la misma forma y medida. Las vistas de arriba y lateral, (esta, alejamiento) vienen dibujadas inclinadas y con la escala de reducción, en la medida, que hayamos fijado. Todas las líneas de alejamiento son paralelas inclinadas, con inclinación a convenir, aunque recomendamos la de 45°.

La escala de reducción también se puede elegir, pero se admite mucho, las **dos terceras partes**, de sus medidas reales.

Será conveniente, practique el alumno, en ejercicio a mano alzada, a la vista de modelos corpóreos que primeramente pueden ser figuras geométricas.


A
C
B
1
A
C
B
2
B
A
3
A
4
B
B
A
anchura
altura
C
alejamiento
2
B
A
C
A
B
3
45°
B
A
4

INDICE

Páginas

EJERCICIO 1

EJERCICIO 2

EJERCICIO 3

EJERCICIO 4

EJERCICIO 5

EJERCICIO 6

EJERCICIO 7

EJERCICIO 8

EJERCICIO 9

EJERCICIO 10

RED COMERCIAL DEL NOROESTE

Texto autorizado por O. M. de
15-12-59 (B. O. del E. 21-12-59)

Depósito Legal O.—355-1961
N.º Registro O.—26/61
GRAFICAS SUMMA - OVIEDO

Precio: 30 Pesetas