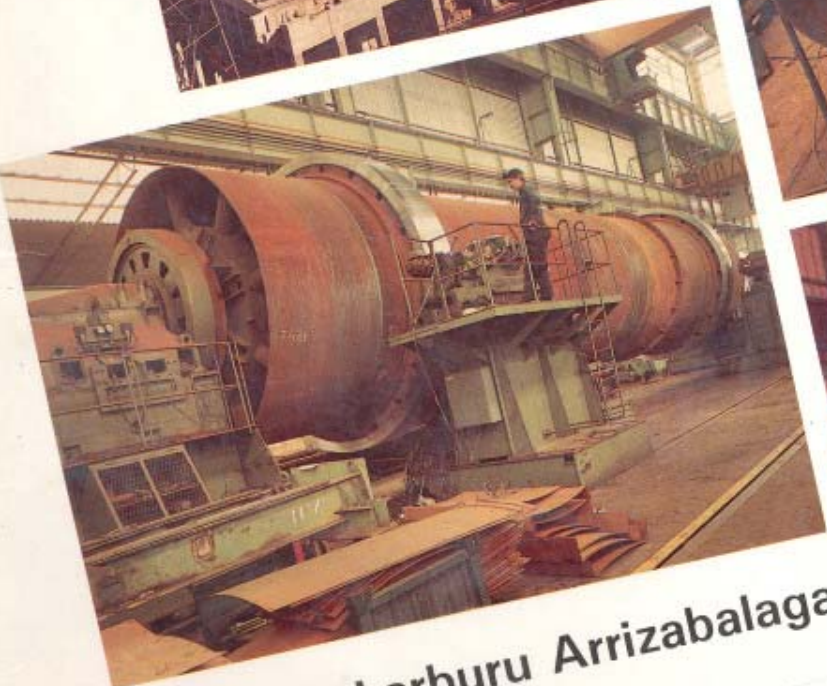


M E088CM

CALDERERIA

trazado
de cuerpos
de chapa

Uniones soldadas



N. Larburu Arrizabalaga



SUMARIO GENERAL

	<i>Página</i>
PROLOGO	5
SECCION PRIMERA	
TRAZADOS GEOMETRICOS Y TABLAS USUALES	9
Capítulo I-1.— Trazados geométricos. Capítulo I-2.— Tablas usuales. Capítulo I-3.— Uniones soldadas.	
SECCION SEGUNDA	
CUERPOS CILINDRICOS Y CONICOS, OVALES Y ELIPTICOS, Y ESFERICOS ...	21
Capítulo II-1.— Cuerpos cilíndricos circulares. Capítulo II-2.— Tubos curvos. Codos. Capítulo II-3.— Tubos cilíndricos ovales y elípticos. Capítulo II-4.— Cuerpos cónicos circulares. Capítulo II-5.— Cuerpos esféricos.	
SECCION TERCERA	
INTERSECCION DE CUERPOS CILINDRICOS, CONICOS Y ESFERICOS (INJERTOS)	55
Capítulo III-1.— Intersección de cilindros y conos. Capítulo III-2.— Injertos cilíndricos sobre cilindros. Capítulo III-3.— Injertos cilíndricos sobre conos. Capítulo III-4.— Injertos cónicos sobre cilindros. Capítulo III-5.— Injertos cónicos sobre conos. Capítulo III-6.— Injertos especiales. Capítulo III-7.— Injertos cilíndricos y cónicos sobre esferas.	
SECCION CUARTA	
CUERPOS CONICOS OBLICUOS DE BOCAS CIRCULARES	99
Capítulo IV-1.— Cuerpos cónicos oblicuos de bocas circulares. Capítulo IV-2.— Virolas cónicas de bocas circulares. Capítulo IV-3.— Bifurcaciones con conos oblicuos. Capítulo IV-4.— Reductores de bocas circulares. Capítulo IV-5.— Intersecciones cilíndrico-cónicos.	
SECCION QUINTA	
CUERPOS ESPECIALES	121
Capítulo V-1.— Cuerpos de bocas circular, y cuadrada o rectangular. Capítulo V-2.— Cuerpos de bocas circular, y rectangular-circular u ovalada. Capítulo V-3.— Cuerpos especiales de bocas circular y cuadrada o rectangular.	
SECCION SEXTA	
CONDUCTOS PRISMATICOS, PIRAMIDALES (TOLVAS), Y HELICOIDAL	139
Capítulo VI-1.— Conductos prismáticos. Capítulo VI-2.— Conductos piramidales y tolvas. Capítulo VI-3.— Conducto (canal) helicoidal.	
SECCION SEPTIMA	
TRAZADO POR TRIANGULACION	149
Capítulo VII-1.— Conducto piramidales y cuerpos cónicos. Capítulo VII-2.— Cuerpos cónicos oblicuos. Capítulo VII-3.— Cuerpos elípticos y circulares-elípticos. Capítulo VII-4.— Cuerpos de bocas circular y rectangular.	
APENDICE. Consideraciones generales	182
INDICE	189

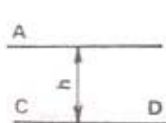
Sección Primera

TRAZADOS GEOMETRICOS Y TABLAS USUALES

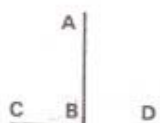
Trazados geométricos I-1

Tablas usuales I-2

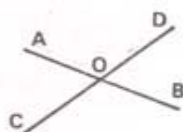
Uniones soldadas I-3



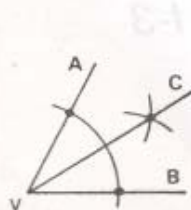
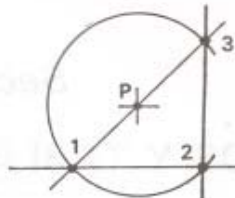
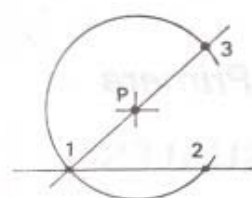
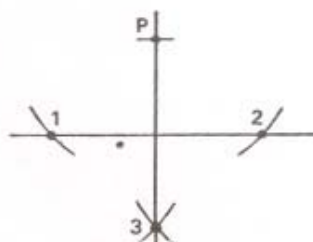
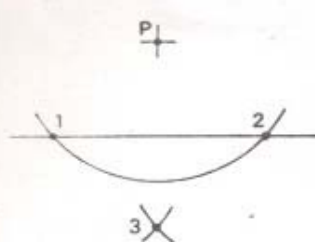
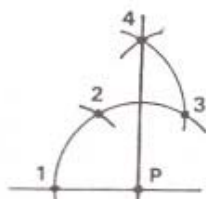
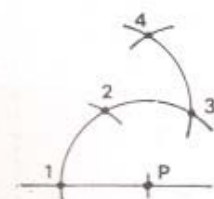
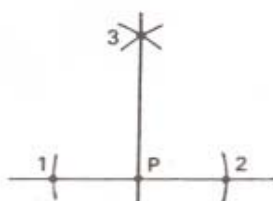
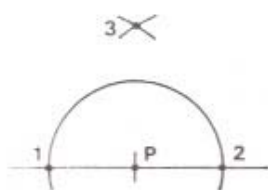
PARALELAS



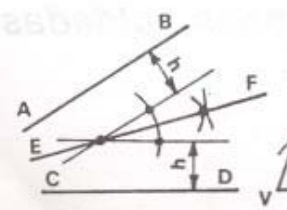
PERPENDICULARES



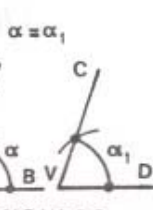
OBLICUAS



BISECTRIZ



BISECTRIZ DE
RECTAS CONCURRENTES



ANGULOS
IGUALES

1. Posición de dos rectas

- Paralelas*— La distancia que las separa es constante.
- Perpendiculares*— Una incide sobre la otra sin inclinarse más a un lado que a otro.
- Oblicuas*— Se cortan inclinándose más a un lado que a otro.

2. Perpendicular que pasa por un punto P de la recta

1º—Desde el punto P se describe un arco que corta a la recta en los puntos 1 y 2, y desde éstos con radio conveniente se describen otros arcos que se cortan en el punto 3. La recta P-3 es la perpendicular propuesta.

2º—Desde el punto P se describe un arco que corta a la recta en el punto 1 y desde éste con el mismo radio se describe otro arco que corta al anterior en el punto 2, para trazar seguidamente desde este punto y con el mismo radio otro arco que corte al primero en el punto 3; finalmente, desde 3 y con el mismo radio se describirá otro arco que cortará el anterior en el punto 4. La recta P-4 es la perpendicular propuesta.

3. Perpendicular que pasa por un punto P situado fuera de la recta

1º—Desde el punto P se describe un arco que corta a la recta en los puntos 1 y 2 y desde éstos con radio conveniente se describen otros arcos que se cortan en el punto 3. La recta P-3 es la perpendicular propuesta.

2º—Desde el punto P se describe un arco que corta a la recta en los puntos 1 y 2, y se traza una recta que uniendo los puntos 1 y P cortará al arco anteriormente descrito en el punto 3. La recta que une los puntos 2 y 3 es la perpendicular propuesta.

4. Bisectriz e igualdad de ángulos

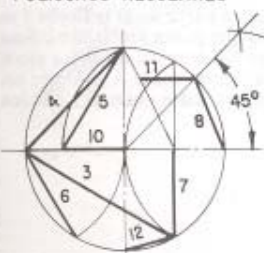
La bisectriz divide al ángulo en dos partes iguales (cuando el vértice no es accesible se trazará un ángulo auxiliar por medio de paralelas equidistantes).

Los ángulos son iguales cuando tienen la misma abertura sin tener en cuenta la longitud de los lados.

ANGULOS Y LONGITUDES

FIGURAS	VALORES	FIGURAS	VALORES
ANGULO RECTO 	Unidad angular, 1r (un recto) = 90° sexagesimales, 100° centesimales, 1,570796 radianes.	POLIGONOS 	$\hat{A} \hat{B} \hat{C} \hat{D} \hat{E} = 2r(n-2)$ (n = número de lados)
TRIANGULO 	$A + B + C = 2 \text{ rectos}$ $= 180^\circ$ $= 200^\circ$	POLIGONOS REGULARES 	$\alpha = \frac{360}{n}$ $\beta = \frac{2r(n-2)}{n}$ (n = número de lados)
TRIANGULO EQUILATERO 	$l = r\sqrt{3} = 1,7321 \cdot r$ $h = \frac{l}{2}\sqrt{3} = 0,866 \cdot l$ $r = \frac{2h}{3} = 0,6667 \cdot h$	EXAGONO REGULAR 	$l = r$ $a = \frac{r}{2}\sqrt{3} = 0,866 \cdot r$ $r = \frac{2a}{\sqrt{3}} = 1,1548 \cdot a$
CUADRADO 	$l = r\sqrt{2} = 1,4142 \cdot r$ $d = l\sqrt{2} = 1,4142 \cdot l$ $r = \frac{d}{2}$	OCTOGONO REGULAR 	$l = \frac{2a}{1 + \sqrt{2}} = 0,8284 \cdot a$ $a = 0,92388 \cdot r$

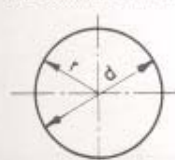
POLIGONOS REGULARES



Valor gráfico de los lados

POLIGONOS	Lados	Relaciones				Superficie	
		Lado l	Lado l	Radio r	Apothema a		
Triángulo	3	1,732 r	3,464 a	0,577 l	0,289 l	0,433 l²	5,196 a²
Cuadrilátero	4	1,414 r	2,000 a	0,707 l	0,500 l	1,000 l²	4,000 a²
Pentágono	5	1,176 r	1,453 a	0,851 l	0,688 l	1,721 l²	3,633 a²
Exágono	6	1,000 r	1,155 a	1,000 l	0,866 l	2,598 l²	3,464 a²
Eptágono	7	0,868 r	0,963 a	1,152 l	1,038 l	3,634 l²	3,371 a²
Octógono	8	0,765 r	0,828 a	1,307 l	1,208 l	4,828 l²	3,314 a²
Eneógono	9	0,684 r	0,728 a	1,462 l	1,374 l	6,182 l²	3,276 a²
Decógono	10	0,618 r	0,649 a	1,618 l	1,540 l	7,694 l²	3,249 a²
Undecógono	11	0,563 r	0,587 a	1,775 l	1,703 l	9,366 l²	3,229 a²
Dodecógono	12	0,518 r	0,536 a	1,932 l	1,866 l	11,196 l²	3,215 a²

CIRCUNFERENCIA

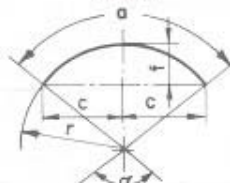


$$D = 2 \pi r$$

$$D = \pi \cdot d$$

$$(d = 2 \cdot r)$$

ARCO

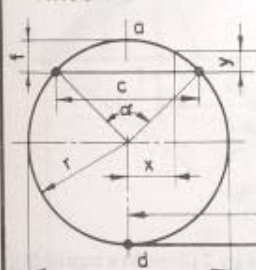


$$r = \frac{c^2 + f^2}{2f}$$

$$c = 2 \sqrt{2rf - f^2}$$

$$f = r - \sqrt{r^2 - c^2}$$

CIRCUNFERENCIA



$$D = \pi d = 2 \pi r$$

$$\pi = \frac{D}{d} = 3,14159265 \approx 3,1416$$

$$d = 0,31831 \cdot D$$

Desarrollo D de la circunferencia

$$\text{Arco, } a = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha^\circ}{180} = 0,017453 \cdot r \cdot \alpha^\circ$$

$$r = \frac{4f^2 + c^2}{8f}$$

$$f = r + y - \sqrt{r^2 - x^2}$$

$$x = \sqrt{r^2 - (r + y - f)^2}$$

$$y = f - r + \sqrt{r^2 - x^2}$$

5. Generalidades

En la Calderería se efectúan variadas construcciones geométricas que exigen el conocimiento de los trazados geométricos que estudia la Geometría Plana, así como también, entre otras, las operaciones fundamentales de la Geometría Descriptiva, tales como giros, abatimientos, e introducción o representaciones sobre nuevos planos de proyección.

No correspondiendo a este tratado el estudio de lo anteriormente considerado, solamente a título de ligero repaso por su constante aplicación en las representaciones, trazados y desarrollos, seguidamente se exponen algunos trazados fundamentales.

6. Trazados geométricos

a) Trazado de cuadriláteros rectángulos

Son muchos los trazados geométricos que tienen aplicación en Calderería, siendo el más generalizado la representación de cuadriláteros rectángulos en trazados de placas o virolas sobre chapas rectangulares de almacén, de dimensiones ligeramente superiores a las de aquellas placas o virolas, y en las que por haberse realizado el corte sin cuidado o precisión, no es posible aprovechar ningún borde de aquellas chapas de almacén; los procedimientos de trazado son los siguientes:

1º Comprobado el ancho y largo de la chapa disponible, se marcarán los puntos A y A' (fig. 1.1) situándolos en los puntos medios extremos del ancho de la chapa y distantes entre sí la longitud l del rectángulo o de la chapa; por medición se fijará en centro O equidistante de A-A' y por él se trazará una perpendicular a esta recta A-A', sobre la que se marcarán los puntos B y B' equidistantes de O y separados en el ancho útil a de la chapa. Desde A y A' se describirán arcos de radio igual a la mitad del ancho a, y desde B y B' otros de radio igual a la mitad del largo l, que cortarán a los anteriores en los puntos 1, 2, 3 y 4, vértices del rectángulo propuesto.

2º Comprobado el ancho útil de la chapa (fig. 2.1), se traza la recta 1-2, marcándose estos puntos distantes entre sí la longitud l, y en el punto 2 se traza una perpendicular sobre la que se lleva a partir de dicho punto del ancho útil a de la chapa, fijándose así el punto 3; desde el punto 1 con radio igual al ancho a se describirá un arco que será cortado por otro descrito desde el punto 3 con radio igual a la longitud l, y uniendo el punto 4 así determinado, con los puntos 1 y 3, se completa el trazado propuesto.

b) Trazado de paralelas a una distancia r fijada

Se considerarán dos casos:

1º Trazado de paralela a una recta. Desde los puntos A y B de la recta dada (fig. 3.1), se describen arcos de radio igual al valor de r fijado, y tangente a estos arcos se trazará la paralela 1-2 propuesta.

2º Trazado de una paralela a una curva cualquiera. Desde puntos cualesquiera de la curva y con radio igual al valor r dado, se describen arcos (fig. 4.1), y tangente a estos arcos se trazará una curva continua que es la paralela propuesta.

7. Trazado de arcos de gran radio conocidas la cuerda y flecha

Se considerarán los métodos siguientes:

1º En el centro O de la cuerda A-A' (fig. 5.1) se traza una perpendicular y llevando sobre ésta la flecha f se obtiene el punto B que se unirá con los A y A' por medio de rectas, y trazando desde estos puntos perpendiculares a la respectiva recta de unión y a la paralela a A-A' que pasa por el punto B, se obtienen los puntos C, C' y D, D'. Se dividen las rectas O-A y O-A' así como las B-C y B-C' en el mismo número de partes iguales y se unen por medio de rectas los respectivos puntos de división 1, 2, ..., 4; también las perpendiculares A-D y A'-D' se dividirán en el mismo número de partes iguales (cuatro en este ejemplo), y al unir los puntos de división 1, 2, ..., 4, con el punto B, se obtienen por su intersección con las rectas correspondientes los puntos 1, 2, ..., 4, que unidos entre sí y con los puntos A, B, A' por medio de una curva continua, forman el arco propuesto.

2º En el centro O de la cuerda A-A' (fig. 6.1), se traza una perpendicular y llevando sobre ella a partir de O la flecha f se obtiene el punto B, que se unirá por medio de rectas con los A y A'; describiendo desde A y A' arcos que pasen por O se obtiene sobre las rectas últimamente trazadas los puntos C y C', y a partir de estos puntos a uno y otro lado de los mismos, sobre los arcos anteriormente descritos, se llevan divisiones iguales, señalando con los puntos 1, 2, ..., y haciendo pasar rectas desde A y A' por los puntos correspondientes, por la intersección de los respectivos se obtienen los nuevos puntos 1, 2, ..., que unidos entre sí y con los A, B, A' por medio de una curva continua, completan el trazado propuesto.

3º Por cálculo de abscisas y ordenadas. En la fig. 7.1 se tiene:

$$r = \frac{\left(\frac{c}{2}\right)^2 + f^2}{2 \cdot f}; \quad \frac{c}{2} = r \cdot \sin \frac{\alpha}{2}, \text{ o bien } \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2 \cdot r}$$

$$x_1 = r \cdot \sin \alpha_1; \quad y_1 = r \cdot \cos \alpha_1 - (r - f)$$

Ejemplo numérico. — Cuerda de 65 y flecha de 16,5 (m., dm., cm., etc.).

$$r = \frac{\left(\frac{65}{2}\right)^2 + 16,5^2}{2 \times 16,5} = 40,258$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{65}{2 \times 40,258} = 0,80729; \quad \alpha = 53,832^\circ$$

Considerando dos puntos intermedios $\alpha_1 = 20^\circ$, y $\alpha_2 = 40^\circ$, se tiene:

$$x_1 = 40,258 \times \sin 20^\circ = 13,769;$$

$$y_1 = 40,258 \times \cos 20^\circ - (40,258 - 16,5) = 14,072$$

$$x_2 = 40,258 \times \sin 40^\circ = 25,877;$$

$$y_2 = 40,258 \times \cos 40^\circ - (40,258 - 16,5) = 7,081$$

Llevando los valores calculados sobre el centro de coordenadas O (fig. 8.1), se determinan los puntos 1 y 2 (derecha e izquierda), y al unirlos entre sí y con los puntos A, B, A' por medio de una curva continua se obtiene el arco propuesto.

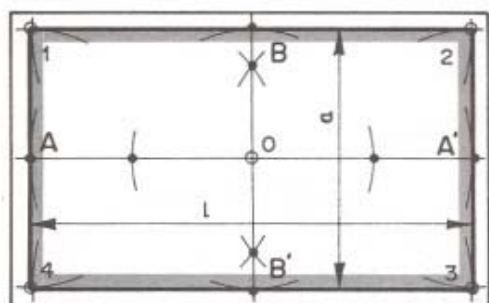


Fig. 1.1

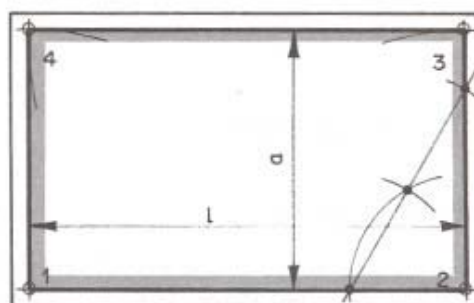


Fig. 2.1



Fig. 3.1



Fig. 4.1

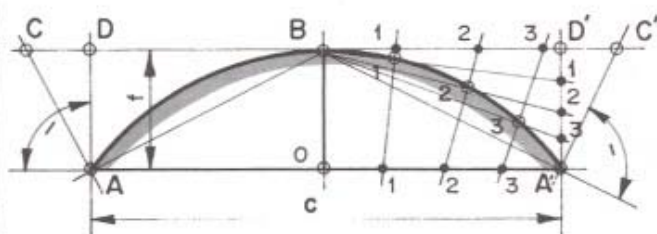


Fig. 5.1

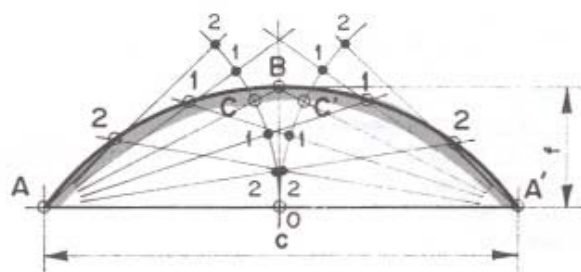


Fig. 6.1

Fig. 7.1

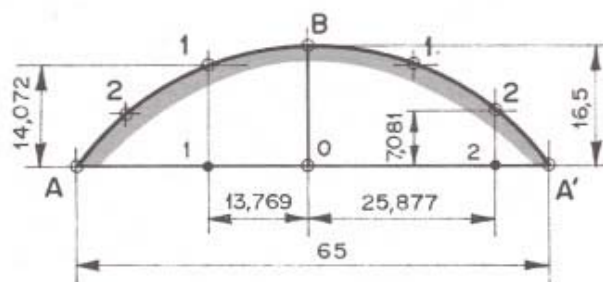
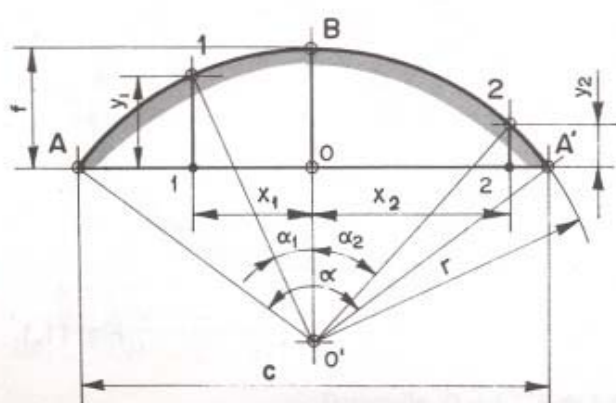


Fig. 8.1

B. Trazado de la elipse**1º Procedimiento**

Se señalan sobre el eje mayor, entre los focos (fig. 9.1) varios puntos, y con radios iguales a las distancias de estos puntos a los extremos del eje, desde los focos como centros se describen arcos que por su intersección determinan puntos pertenecientes a la elipse, la cual se trazará haciendo pasar una curva continua por estos puntos.

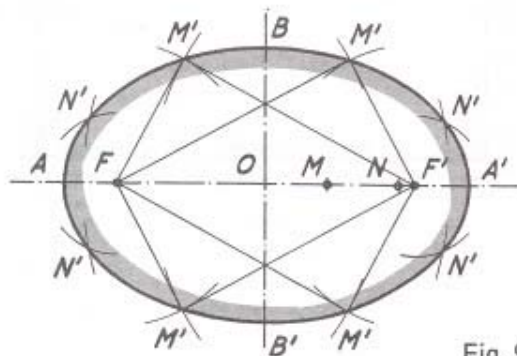


Fig. 9.1

2º Procedimiento

Con radios iguales a los semiejes, desde el centro O (fig. 10.1) se describen dos circunferencias, y se trazan varias secantes que pasen por el centro. A continuación se hacen pasar por los puntos de intersección de las secantes con la circunferencia menor paralelas al eje mayor, y por los puntos de intersección con la circunferencia mayor paralelas al eje menor, que por su intersección con las otras paralelas del mismo origen determinan puntos pertenecientes a la elipse, la cual se trazará haciendo pasar una curva continua por estos puntos.

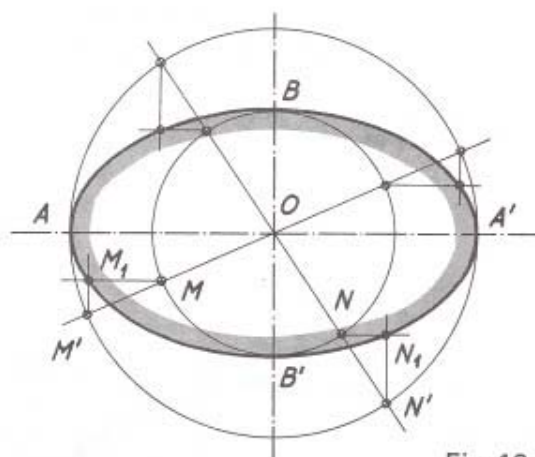


Fig. 10.1

9. Desarrollo de la elipse, en función de los ejes

Para determinar el desarrollo D de la elipse, se multiplica el semieje mayor a por el coeficiente η de la tabla 1-1, siendo este coeficiente variable según la relación existente entre los ejes. El coeficiente η se tomará en función de la razón μ entre el semieje menor b y el mayor a .

10. Trazado de un óvalo (curva sustitutiva la elipse), dados sus ejes

Se unen los extremos A y B de los ejes (fig. 11.1), y desde B como centro, con un radio igual a la diferencia de semiejes, se describe un arco que corte a AB en el punto A_1 . Trazando una perpendicular en el punto medio de AA_1 , se obtienen, por su intersección con los ejes, los centros de la curva O_1 y O_2 , hallándose los otros dos centros simétricamente dispuestos. Desde los centros, con radios iguales a las distancias de los mismos a los extremos de los ejes correspondientes, se describen arcos que coincidirán sobre la recta que los une, quedando trazado el óvalo.

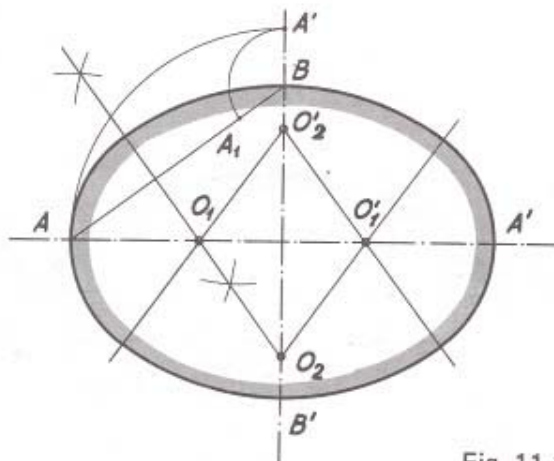


Fig. 11.1

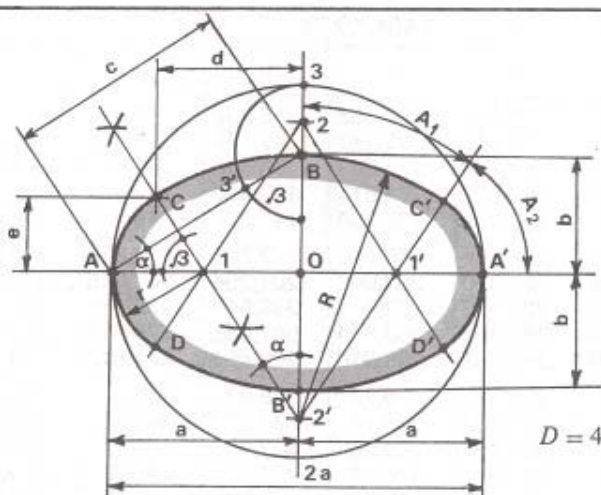
$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$R = \frac{abc}{(a+b+c)(c-a)}$$

$$r = \frac{abc}{(a+b+c)(c-b)}$$

$$d = a - \frac{ab}{a+b+c}$$

$$e = \frac{b(b+c)}{a+b+c}$$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{a}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{a}{b}; \beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\mathcal{A}_1 = \pi R \frac{\alpha}{180^\circ}$$

$$\mathcal{A}_2 = \pi r \frac{\beta}{180^\circ}$$

$$D = 4\pi \frac{R\alpha + r\beta}{180^\circ} = 0,0698(R\alpha^\circ + r\beta^\circ)$$

(D = desarrollo del óvalo).

Aplicación: Ovalo con $a = 5,0\text{m}$ y $b = 3,2\text{m}$.

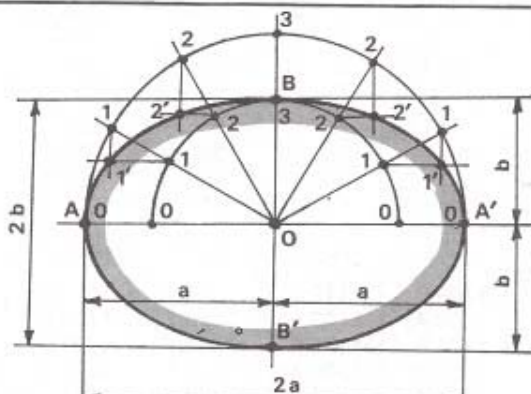
$$c = \sqrt{5,0^2 + 3,2^2} = 5,94\text{m}; R = \frac{5,0 \times 3,2 \times 5,94}{(5,0 + 3,2 + 5,94)(5,94 - 5,0)} = 7,15\text{m}; r = \frac{5,0 \times 3,2 \times 5,94}{(5,0 + 3,2 + 5,94)(5,94 - 3,2)} = 2,45\text{m};$$

$$d = 5,0 - \frac{5,0 \times 3,2}{5,0 + 3,2 + 5,94} = 3,87\text{m}; e = \frac{3,2(3,2 + 5,94)}{5,0 + 3,2 + 5,94} = 2,07\text{m}; \operatorname{tg} \alpha = \frac{3,2}{5,0} = 0,64, \alpha = 32,62^\circ; \beta = 57,38^\circ$$

$$\text{Desarrollo, } D = 0,0698 \times (7,15 \times 32,62 + 2,45 \times 57,38) = 26,09\text{m}.$$

$$D = a \cdot \eta$$

(D = desarrollo de la elipse)



$$\mu = \frac{b}{a}$$

(Valores de η en la Tabla)

$$D = \pi(a+b) \left[1 + \frac{1}{4} \left(\frac{a-b}{a+b} \right)^2 + \frac{1}{64} \left(\frac{a-b}{a+b} \right)^4 + \frac{1}{256} \left(\frac{a-b}{a+b} \right)^6 + \dots \right]; \text{ para } \frac{b}{a} = \mu, D = a \eta$$

TABLA 1-2

μ	η	μ	η	μ	η	μ	η	μ	η	μ	η	μ	η	μ	η	μ	η	μ	η
0,00	4,0000	0,10	4,0640	0,20	4,2020	0,30	4,3859	0,40	4,6026	0,50	4,8442	0,60	5,1054	0,70	5,3824	0,80	5,6723	0,90	5,9732
01	0011	11	0752	21	2186	31	4062	41	6258	51	8695	61	1324	71	4108	81	7020	91	6,0038
02	0038	12	0870	22	2366	32	4269	42	6492	52	8950	62	1596	72	4394	82	7317	92	0345
03	0078	13	0994	23	2531	33	4479	43	6728	53	9207	63	1870	73	4681	83	7615	93	0653
04	0131	14	1125	24	2710	34	4692	44	6966	54	9466	64	2145	74	4969	84	7915	94	0962
05	0194	15	1261	25	2892	35	4908	45	7207	55	9726	65	2421	75	5258	85	8215	95	1271
06	0267	16	1403	26	3078	36	5126	46	7450	56	9988	66	2699	76	5549	86	8516	96	1582
07	0348	17	1550	27	3268	37	5347	47	7695	57	5,0252	67	2978	77	5841	87	8819	97	1893
08	0438	18	1702	28	3462	38	5571	48	7942	58	0518	68	3259	78	6134	88	9122	98	2205
09	0535	19	1859	29	3659	39	5797	49	8191	59	0785	69	3541	79	6428	89	9426	99	2518

Aplicación

1º Desarrollo de una elipse cuyos semiejes miden, $a = 5,0\text{ m}$ y $b = 3,2\text{ m}$.

$$\mu = \frac{3,2}{5,0} = 0,64; \text{ para } 0,64, \eta = 5,2145. \text{ Desarrollo } D = 5,2145 \times 5,0 = 26,07\text{ m}.$$

2º Desarrollo de una elipse cuyos ejes miden $2a = 1.850\text{ mm}$ y $2b = 876\text{ mm}$.

$$\mu = 876 / 1.850 = 0,4735; \eta \text{ está comprendido entre } 4,7695 \text{ y } 4,7942 (\mu = 0,47 \text{ y } 0,48)$$

$$\mu = 0,47, \eta = 4,7695 \quad 0,47 \quad \mu = 0,47, \eta = 4,7695$$

$$\mu = 0,48, \eta = 4,7942 \quad 0,4735 \quad x = \frac{247 \times 35}{100} = 86,45 \quad \mu = \frac{35}{35}, \eta = \frac{86}{86}$$

$$\text{Dif. } 0,01 \quad 247 \quad 0,0035 \quad 0,4735, \eta = 4,7781$$

$$\text{Desarrollo } D = 4,7781 \times 1.850 / 2 = 4.420\text{ mm}.$$

Capítulo I-2		DESARROLLO DE LA CIRCUNFERENCIA Diámetro 1 a 500								Tablas usuales	
TABLA 2 ₁ -2											
φ d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0.	0,00	3,142	6,283	9,425	12,566	15,708	18,850	21,991	25,133	28,274	
1.	31,416	34,558	37,699	40,841	43,982	47,124	50,265	53,407	56,594	59,690	
2.	62,832	65,973	69,115	72,257	75,398	78,540	81,681	84,823	87,965	91,106	
3.	94,664	97,389	100,531	103,673	106,814	109,956	113,097	116,239	119,381	122,522	
4.	125,664	128,805	131,947	135,089	138,230	141,372	144,513	147,655	150,796	153,938	
5.	157,080	160,221	163,363	166,504	169,646	172,788	175,929	179,081	182,212	185,354	
6.	188,496	191,637	194,779	197,920	201,062	204,204	207,345	210,487	213,628	216,770	
7.	219,916	223,053	226,195	229,336	232,478	235,619	238,761	241,903	245,044	248,186	
8.	251,327	254,469	257,611	260,752	263,894	267,035	270,177	273,319	276,460	279,602	
9.	282,743	285,885	289,027	292,168	295,310	298,451	301,593	304,735	307,876	311,018	
10.	314,16	317,30	320,44	323,58	326,73	329,87	333,01	336,15	339,29	342,43	
11.	345,58	348,72	351,86	355,00	358,14	361,28	364,42	367,57	370,71	373,85	
12.	376,99	380,13	383,27	386,42	389,56	392,70	395,84	398,98	402,12	405,27	
13.	408,41	411,55	414,69	417,83	420,97	424,12	427,26	430,40	433,54	436,68	
14.	439,82	442,96	446,11	449,25	452,39	455,53	458,67	461,81	465,96	468,10	
15.	471,24	474,38	477,52	480,66	483,81	486,95	490,09	493,23	496,37	499,51	
16.	502,65	505,80	508,94	512,08	515,22	518,36	521,50	524,65	527,79	530,93	
17.	534,07	537,21	540,35	543,50	546,64	549,78	552,92	556,06	559,20	562,35	
18.	565,49	568,63	571,77	574,91	578,05	581,19	584,34	587,48	590,62	593,76	
19.	596,90	600,04	603,19	606,33	609,47	612,61	615,75	618,89	622,04	625,18	
20.	628,32	631,46	634,60	637,74	640,88	644,03	647,17	650,31	653,45	656,59	
21.	659,73	662,88	666,02	669,16	672,30	675,44	678,58	681,73	684,87	688,01	
22.	691,15	694,29	697,43	700,58	703,72	706,86	710,00	713,14	716,28	719,42	
23.	722,57	725,71	728,85	731,99	736,13	738,27	741,42	744,56	747,70	750,84	
24.	753,98	757,12	760,27	763,41	766,65	769,69	772,83	775,97	779,11	782,26	
25.	785,40	788,54	791,68	794,82	797,96	801,11	804,25	807,39	810,53	813,67	
26.	816,81	819,96	823,10	826,24	829,38	832,52	835,66	838,81	841,95	845,09	
27.	848,23	851,37	854,51	857,65	860,80	863,94	867,08	870,22	873,36	876,50	
28.	879,65	882,79	885,93	889,07	892,21	895,35	898,50	901,64	904,78	907,92	
29.	911,06	914,20	917,35	920,49	923,63	926,77	929,91	933,05	936,19	939,34	
30.	942,48	945,62	948,76	951,90	955,04	958,19	961,33	964,47	967,61	970,75	
31.	973,89	977,04	980,18	983,32	986,46	989,60	992,74	995,88	999,03	1002,17	
32.	1005,31	1008,45	1011,59	1014,73	1017,88	1021,02	1024,16	1027,30	1030,44	1033,58	
33.	1036,78	1039,87	1043,01	1046,15	1049,29	1052,43	1055,58	1058,72	1061,86	1065,00	
34.	1068,14	1071,28	1074,42	1077,57	1080,71	1083,85	1086,99	1090,13	1093,27	1096,42	
35.	1099,6	1102,7	1105,8	1109,0	1112,1	1115,3	1118,4	1121,5	1124,7	1127,8	
36.	1131,0	1134,1	1137,3	1140,4	1143,5	1146,7	1149,8	1153,0	1156,1	1159,2	
37.	1162,4	1165,5	1168,7	1171,8	1175,0	1178,1	1181,2	1184,4	1187,5	1190,7	
38.	1193,8	1196,9	1200,1	1203,2	1206,4	1209,5	1212,7	1215,8	1218,9	1222,1	
39.	1225,2	1228,4	1231,5	1234,6	1237,8	1240,9	1241,1	1247,2	1250,4	1253,5	
40.	1256,6	1259,8	1262,9	1266,1	1269,2	1272,3	1275,5	1278,6	1281,8	1284,9	
41.	1288,1	1291,2	1294,3	1297,5	1300,6	1303,8	1306,9	1310,0	1313,2	1316,3	
42.	1319,5	1322,6	1325,8	1328,9	1332,0	1335,2	1338,3	1341,5	1344,6	1347,7	
43.	1350,9	1354,0	1357,2	1360,3	1363,5	1366,6	1369,7	1372,9	1376,0	1379,2	
44.	1382,3	1385,4	1388,6	1391,7	1394,9	1398,0	1401,2	1404,3	1407,4	1410,6	
45.	1413,7	1416,9	1420,0	1423,1	1426,3	1429,4	1432,6	1435,7	1438,8	1442,0	
46.	1445,1	1448,3	1451,4	1454,6	1457,7	1460,8	1464,0	1467,1	1470,3	1473,4	
47.	1476,5	1479,7	1482,8	1486,0	1489,1	1492,3	1495,4	1498,5	1501,7	1504,8	
48.	1508,0	1511,1	1514,2	1517,4	1520,5	1523,7	1526,8	1530,0	1533,1	1536,2	
49.	1539,4	1542,5	1545,7	1548,8	1551,9	1555,1	1558,2	1561,4	1564,5	1567,7	
50.	1570,8										

Aplicación

Desarrollo de las circunferencias de diámetros N y $N \cdot 10^n$

Ejemplo.— $d = 135 \phi$ (unidades determinadas en cada caso)

Para 135ϕ directamente en la Tabla, desarrollo $C = 424,12$

13500 ϕ	$C = 42412$
1350 ϕ	$C = 4241,2$
135 ϕ	$C = 424,12$
13,5 ϕ	$C = 42,412$
1,35 ϕ	$C = 4,2412$
0,135 ϕ	$C = 0,424$
0,0135 ϕ	$C = 0,042$

Capítulo I-2	DESARROLLO DE LA CIRCUNFERENCIA Diámetros 500 a 1.000								Tablas usuales	
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------	--

TABLA 2₂-2

ϕd	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50.	1570,8	1573,9	1577,1	1580,2	1583,4	1586,5	1589,6	1592,8	1595,0	1599,1
51.	1602,2	1605,4	1608,5	1611,6	1614,8	1617,9	1621,1	1624,2	1627,3	1630,5
52.	1633,6	1636,8	1639,9	1643,1	1646,2	1649,3	1652,5	1655,6	1658,8	1661,9
53.	1665,0	1668,2	1671,3	1674,5	1677,6	1680,8	1683,9	1687,0	1690,2	1693,3
54.	1696,5	1699,6	1702,7	1705,9	1709,0	1712,2	1715,3	1718,5	1721,6	1724,7
55.	1727,9	1731,0	1734,2	1737,3	1740,4	1743,6	1746,7	1749,9	1753,0	1756,2
56.	1759,3	1762,4	1765,6	1768,7	1771,9	1775,0	1778,1	1781,3	1784,4	1787,6
57.	1790,7	1793,8	1797,0	1800,1	1803,3	1806,4	1809,6	1812,7	1815,8	1819,0
58.	1822,1	1825,3	1828,4	1831,6	1834,7	1837,8	1841,0	1844,1	1847,3	1850,4
59.	1853,5	1856,7	1859,8	1863,0	1866,1	1869,2	1872,4	1875,5	1878,7	1881,8
60.	1885,0	1888,1	1891,2	1894,4	1897,5	1900,7	1903,8	1906,9	1910,1	1913,2
61.	1916,4	1919,5	1922,7	1925,8	1928,9	1932,1	1935,2	1938,4	1941,5	1944,6
62.	1947,8	1950,9	1954,1	1957,2	1960,4	1963,5	1966,6	1969,8	1972,9	1976,1
63.	1979,2	1982,3	1985,5	1988,6	1991,8	1994,9	1998,1	2001,2	2004,3	2007,5
64.	2010,6	2013,8	2016,9	2020,0	2023,2	2026,3	2029,5	2032,6	2035,8	2038,9
65.	2042,0	2045,2	2048,3	2051,5	2054,6	2057,7	2060,9	2064,0	2067,2	2070,3
66.	2073,5	2076,6	2079,7	2082,9	2086,0	2089,2	2092,3	2095,4	2098,6	2101,7
67.	2104,9	2108,0	2111,2	2114,3	2117,4	2120,6	2123,7	2126,9	2130,0	2133,1
68.	2136,3	2139,4	2142,6	2145,7	2148,8	2152,0	2155,1	2158,3	2161,4	2164,1
69.	2167,7	2170,8	2174,0	2177,1	2180,3	2183,4	2186,5	2189,7	2192,8	2196,0
70.	2199,1	2202,3	2205,4	2208,5	2211,7	2214,8	2218,0	2221,1	2224,2	2227,4
71.	2230,5	2233,7	2236,8	2240,0	2243,1	2246,2	2249,4	2252,5	2255,7	2258,8
72.	2261,9	2265,1	2268,2	2271,4	2274,5	2277,7	2280,8	2283,9	2287,1	2290,2
73.	2293,4	2296,5	2299,6	2302,8	2305,9	2309,1	2312,2	2315,4	2318,5	2321,6
74.	2324,8	2327,9	2331,1	2334,2	2337,3	2340,5	2343,6	2346,8	2349,9	2353,1
75.	2356,2	2359,3	2362,5	2365,6	2368,8	2371,9	2375,0	2378,2	2381,3	2384,5
76.	2387,6	2390,8	2393,9	2397,0	2400,2	2403,3	2406,5	2409,6	2412,7	2415,9
77.	2419,0	2422,2	2425,3	2428,5	2431,6	2434,7	2437,9	2441,0	2444,2	2447,3
78.	2450,4	2453,6	2456,7	2459,9	2463,0	2466,2	2469,3	2472,4	2475,6	2478,7
79.	2481,9	2485,0	2488,1	2491,3	2494,4	2497,6	2500,7	2503,8	2507,0	2510,1
80.	2513,3	2516,4	2519,6	2522,7	2525,8	2529,0	2532,1	2535,3	2538,4	2541,5
81.	2544,7	2547,8	2551,0	2554,1	2557,3	2560,4	2563,5	2566,7	2569,8	2573,0
82.	2576,1	2579,2	2582,4	2585,5	2588,7	2591,8	2595,0	2598,1	2601,2	2604,4
83.	2607,5	2610,7	2613,8	2616,9	2620,1	2623,2	2626,4	2629,5	2632,7	2635,8
84.	2638,9	2642,1	2645,2	2648,4	2651,5	2654,6	2657,8	2660,9	2664,1	2667,2
85.	2670,4	2673,5	2676,6	2679,8	2682,9	2686,1	2689,2	2692,3	2695,5	2698,6
86.	2701,8	2704,9	2708,1	2711,2	2714,3	2717,5	2720,6	2723,8	2726,9	2730,0
87.	2733,2	2736,3	2739,5	2742,6	2745,8	2748,9	2752,0	2755,2	2758,3	2761,5
88.	2764,6	2767,7	2770,9	2774,0	2777,2	2780,3	2783,5	2786,6	2789,7	2792,9
89.	2796,0	2799,2	2802,3	2805,4	2808,6	2811,7	2814,9	2818,0	2821,2	2824,3
90.	2827,4	2830,6	2833,7	2836,9	2840,0	2843,1	2846,3	2849,4	2852,6	2855,7
91.	2858,8	2862,0	2865,1	2868,3	2871,4	2874,6	2877,7	2880,8	2884,0	2887,1
92.	2890,3	2893,4	2896,5	2899,7	2902,8	2906,0	2909,1	2912,3	2915,4	2918,5
93.	2921,7	2924,8	2928,0	2931,1	2934,2	2937,4	2940,5	2943,7	2946,8	2950,0
94.										
95.	2984,5	2987,7	2990,8	2993,9	2997,1	3000,2	3003,4	3006,5	3009,6	3012,7
96.	3015,9	3019,1	3022,2	3025,4	3028,5	3031,6	3034,8	3037,9	3041,1	3044,2
97.	3047,3	3050,5	3053,6	3056,8	3059,9	3063,1	3066,2	3069,3	3072,5	3075,6
98.	3078,8	3081,9	3085,0	3088,2	3091,3	3094,5	3097,6	3100,8	3103,9	3107,0
99.	3110,2	3113,3	3116,5	3119,6	3122,7	3125,9	3129,0	3132,2	3135,3	3138,5
100.	3141,6									

Aplicación

Desarrollo de circunferencias de diámetros d y $d \cdot 10^n$

Ejemplo. — $d = 743 \phi$ (unidades determinadas en cada caso).

Para 743 ϕ directamente en la Tabla, desarrollo $C = 2334,2$.

74300 ϕ $C = 233420$

7430 ϕ $C = 23342$

743 ϕ $C = 2334,2$

74,3 ϕ $C = 233,42$

7,43 ϕ $C = 23,342$

0,743 ϕ $C = 2,334$

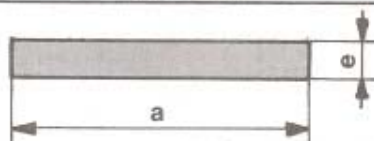
0,0743 ϕ $C = 0,233$

Capítulo I-2				SEGMENTO CIRCULAR VALORES LINEALES								Tablas usuales			
TABLA 3-2															
Longitud del arco A, cuerda C y flecha f, correspondientes a un ángulo α en la circunferencia de radio unidad															
α	A	C	f	α	A	C	f	α	A	C	f	α	A	C	f
1	0,0175	0,0175	0,0000	46	0,8029	0,7815	0,0795	91	1,5882	1,4266	0,2991	136	2,3736	1,8544	0,6254
2	0,0349	0,0349	0,0002	47	0,8203	0,7975	0,0829	92	1,6057	1,4385	0,3053	137	2,3911	1,8608	0,6335
3	0,0524	0,0524	0,0003	48	0,8378	0,8135	0,0865	93	1,6232	1,4507	0,3116	138	2,4086	1,8672	0,6416
4	0,0698	0,0698	0,0006	49	0,8552	0,8294	0,0900	94	1,6406	1,4627	0,3180	139	2,4260	1,8733	0,6498
5	0,0873	0,0872	0,0010	50	0,8727	0,8452	0,0937	95	1,6581	1,4747	0,3244	140	2,4435	1,8794	0,6580
6	0,1047	0,1047	0,0014	51	0,8901	0,8610	0,0974	96	1,6755	1,4863	0,3309	141	2,4609	1,8853	0,6662
7	0,1222	0,1221	0,0019	52	0,9076	0,8767	0,1012	97	1,6930	1,4979	0,3374	142	2,4784	1,8910	0,6744
8	0,1396	0,1395	0,0024	53	0,9250	0,8924	0,1051	98	1,7104	1,5094	0,3439	143	2,4958	1,8966	0,6827
9	0,1571	0,1569	0,0031	54	0,9425	0,9080	0,1090	99	1,7279	1,5208	0,3506	144	2,5133	1,9021	0,6910
10	0,1745	0,1743	0,0038	55	0,9599	0,9235	0,1130	100	1,7453	1,5321	0,3572	145	2,5307	1,9074	0,6993
11	0,1920	0,1917	0,0046	56	0,9774	0,9389	0,1171	101	1,7628	1,5432	0,3639	146	2,5482	1,9126	0,7076
12	0,2094	0,2091	0,0055	57	0,9948	0,9543	0,1212	102	1,7802	1,5543	0,3707	147	2,5656	1,9176	0,7160
13	0,2269	0,2264	0,0064	58	1,0123	0,9696	0,1254	103	1,7977	1,5652	0,3775	148	2,5831	1,9225	0,7244
14	0,2443	0,2437	0,0075	59	1,0297	0,9848	0,1296	104	1,8151	1,5760	0,3843	149	2,6005	1,9273	0,7328
15	0,2618	0,2611	0,0086	60	1,0472	1,0000	0,1340	105	1,8326	1,5867	0,3912	150	2,6180	1,9319	0,7412
16	0,2793	0,2783	0,0097	61	1,0647	1,0151	0,1384	106	1,8500	1,5973	0,3982	151	2,6354	1,9363	0,7496
17	0,2967	0,2956	0,0110	62	1,0821	1,0301	0,1428	107	1,8675	1,6077	0,4052	152	2,6529	1,9406	0,7581
18	0,3142	0,3129	0,0123	63	1,0996	1,0450	0,1474	108	1,8850	1,6180	0,4122	153	2,6704	1,9447	0,7666
19	0,3316	0,3301	0,0137	64	1,1170	1,0598	0,1520	109	1,9024	1,6282	0,4193	154	2,6878	1,9487	0,7750
20	0,3491	0,3473	0,0152	65	1,1345	1,0746	0,1566	110	1,9199	1,6383	0,4264	155	2,7053	1,9526	0,7836
21	0,3665	0,3645	0,0167	66	1,1519	1,0893	0,1613	111	1,9373	1,6483	0,4336	156	2,7227	1,9563	0,7921
22	0,3840	0,3816	0,0184	67	1,1694	1,1039	0,1661	112	1,9548	1,6581	0,4408	157	2,7402	1,9598	0,8006
23	0,4014	0,3987	0,0201	68	1,1868	1,1184	0,1710	113	1,9722	1,6678	0,4481	158	2,7576	1,9632	0,8092
24	0,4189	0,4158	0,0219	69	1,2043	1,1328	0,1759	114	1,9897	1,6773	0,4554	159	2,7751	1,9665	0,8178
25	0,4363	0,4329	0,0237	70	1,2217	1,1472	0,1808	115	2,0071	1,6868	0,4627	160	2,7925	1,9696	0,8264
26	0,4538	0,4499	0,0256	71	1,2392	1,1614	0,1859	116	2,0246	1,6961	0,4701	161	2,8100	1,9726	0,8350
27	0,4712	0,4669	0,0276	72	1,2566	1,1756	0,1910	117	2,0420	1,7053	0,4775	162	2,8274	1,9754	0,8436
28	0,4887	0,4838	0,0297	73	1,2741	1,1896	0,1961	118	2,0595	1,7143	0,4850	163	2,8449	1,9780	0,8522
29	0,5061	0,5008	0,0319	74	1,2915	1,2036	0,2014	119	2,0769	1,7233	0,4925	164	2,8623	1,9805	0,8608
30	0,5236	0,5176	0,0341	75	1,3090	1,2175	0,2066	120	2,0944	1,7321	0,5000	165	2,8798	1,9829	0,8695
31	0,5411	0,5345	0,0364	76	1,3265	1,2312	0,2120	121	2,1118	1,7407	0,5076	166	2,8972	1,9851	0,8781
32	0,5585	0,5513	0,0387	77	1,3439	1,2450	0,2174	122	2,1293	1,7492	0,5152	167	2,9147	1,9871	0,8868
33	0,5760	0,5680	0,0412	78	1,3614	1,2586	0,2229	123	2,1468	1,7576	0,5228	168	2,9322	1,9890	0,8955
34	0,5934	0,5847	0,0437	79	1,3788	1,2722	0,2284	124	2,1642	1,7659	0,5305	169	2,9496	1,9908	0,9042
35	0,6109	0,6014	0,0463	80	1,3963	1,2856	0,2340	125	2,1817	1,7740	0,5383	170	2,9671	1,9924	0,9128
36	0,6283	0,6180	0,0489	81	1,4137	1,2989	0,2396	126	2,1991	1,7820	0,5460	171	2,9845	1,9938	0,9215
37	0,6458	0,6346	0,0517	82	1,4312	1,3121	0,2453	127	2,2166	1,7899	0,5538	172	3,0020	1,9951	0,9302
38	0,6632	0,6511	0,0545	83	1,4486	1,3252	0,2510	128	2,2340	1,7976	0,5616	173	3,0194	1,9963	0,9390
39	0,6807	0,6676	0,0574	84	1,4661	1,3383	0,2569	129	2,2515	1,8052	0,5695	174	3,0369	1,9973	0,9477
40	0,6981	0,6840	0,0603	85	1,4835	1,3512	0,2627	130	2,2689	1,8126	0,5774	175	3,0543	1,9981	0,9564
41	0,7156	0,7004	0,0633	86	1,5010	1,3640	0,2686	131	2,2864	1,8199	0,5853	176	3,0718	1,9988	0,9651
42	0,7330	0,7167	0,0664	87	1,5184	1,3767	0,2746	132	2,3038	1,8271	0,5933	177	3,0892	1,9993	0,9738
43	0,7505	0,7330	0,0696	88	1,5359	1,3893	0,2807	133	2,3213	1,8341	0,6013	178	3,1067	1,9997	0,9825
44	0,7679	0,7492	0,0728	89	1,5533	1,4018	0,2867	134	2,3387	1,8410	0,6093	179	3,1241	1,9999	0,9913
45	0,7854	0,7654	0,0761	90	1,5708	1,4142	0,2929	135	2,3562	1,8478	0,6173	180	3,1416	2,0000	1,0000

Capítulo I-2	PESO DE LAS CHAPAS DE ACERO	Tablas usuales
--------------	------------------------------------	----------------

TABLA 4-2

Peso por m. en kgs.
(ancho a , espesor e).



Peso específico, 7,85

Espesor en mm.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	0,079	0,157	0,236	0,314	0,393	0,471	0,550	0,628	0,707	0,785
2	0,157	0,314	0,471	0,628	0,785	0,942	1,099	1,256	1,413	1,570
3	0,236	0,471	0,707	0,942	1,178	1,413	1,649	1,884	2,120	2,355
4	0,314	0,628	0,942	1,256	1,570	1,884	2,198	2,512	2,826	3,140
5	0,393	0,785	1,178	1,570	1,963	2,355	2,748	3,140	3,533	3,925
6	0,471	0,942	1,413	1,884	2,355	2,826	3,297	3,768	4,239	4,710
7	0,550	1,089	1,649	2,198	2,748	3,297	3,847	4,396	4,946	5,495
8	0,628	1,256	1,884	2,512	3,140	3,768	4,396	5,024	5,652	6,280
9	0,707	1,413	2,120	2,826	3,533	4,239	4,946	5,652	6,359	7,065
10	0,785	1,570	2,355	3,140	3,925	4,710	5,495	6,280	7,065	7,850
11	0,864	1,727	2,591	3,454	4,318	5,181	6,045	6,908	7,772	8,635
12	0,942	1,884	2,826	3,768	4,710	5,652	6,594	7,536	8,478	9,420
13	1,021	2,041	3,062	4,082	5,103	6,125	7,144	8,164	9,185	10,205
14	1,099	2,198	3,297	4,396	5,495	6,594	7,693	8,792	9,891	10,990
15	1,178	2,355	3,533	4,710	5,888	7,065	8,243	9,420	10,598	11,775
16	1,256	2,512	3,768	5,024	6,280	7,536	8,792	10,048	11,304	12,560
17	1,335	2,669	4,004	5,338	6,673	8,007	9,342	10,676	12,011	13,345
18	1,413	2,826	4,239	5,652	7,065	8,478	9,891	11,304	12,717	14,130
19	1,492	2,983	4,475	5,966	7,458	8,949	10,441	11,932	13,424	14,915
20	1,570	3,140	4,710	6,280	7,850	9,420	10,990	12,560	14,130	15,700
21	1,649	3,297	4,946	6,594	8,243	9,891	11,540	13,188	14,837	16,485
22	1,727	3,454	5,181	6,908	8,635	10,362	12,089	13,816	15,543	17,270
23	1,806	3,611	5,417	7,222	9,028	10,833	12,639	14,444	16,250	18,055
24	1,884	3,768	5,652	7,536	9,420	11,304	13,188	15,072	16,956	18,840
25	1,963	3,925	5,888	7,850	9,813	11,775	13,738	15,700	17,663	19,625
26	2,041	4,082	6,123	8,164	10,205	12,246	14,287	16,328	18,369	20,410
27	2,120	4,239	6,359	8,478	10,598	12,717	14,837	16,956	19,076	21,195
28	2,198	4,396	6,594	8,792	10,990	13,188	15,386	17,584	19,782	21,980
29	2,277	4,553	6,830	9,106	11,383	13,659	15,936	18,212	20,489	22,765
30	2,355	5,710	7,065	9,420	11,775	14,130	16,485	18,840	21,195	23,550
31	2,434	4,867	7,301	9,734	12,168	14,601	17,035	19,468	21,902	24,335
32	2,512	5,024	7,536	10,048	12,560	15,072	17,584	20,096	22,608	25,120
33	2,591	5,181	7,772	10,362	12,953	15,543	18,134	20,724	23,315	25,905
34	2,669	5,338	8,007	10,676	13,345	16,014	18,683	21,532	24,021	26,690
35	2,748	5,495	8,243	10,990	13,738	16,485	19,233	21,980	24,728	27,475
36	2,826	5,652	8,478	11,304	14,130	16,956	19,782	22,608	25,434	28,260
37	2,905	5,809	8,714	11,618	14,523	17,427	20,332	23,236	26,141	29,045
38	2,983	5,966	8,949	11,932	14,915	17,898	20,881	23,864	26,847	29,830
39	3,062	6,123	9,185	12,246	15,308	18,369	21,431	24,499	27,554	30,615
40	3,140	6,280	9,420	12,560	15,700	18,840	21,980	25,120	28,360	31,400

Componiendo anchos y espesores, con la presente Tabla se puede determinar el peso de cualquier chapa de acero, por metro de longitud.

Ejemplo

Cálculo del peso de una chapa de 2.750 x 65 mm.

Peso de una chapa de 2.700 x 60 = 1.271,70 kg (con 27 y 60)
 Peso de una chapa de 2.700 x 5 = 105,98 kg (con 27 y 5)
 Peso de una chapa de 50 x 60 = 23,55 kg (con 5 y 60)
 Peso de una chapa de 50 x 5 = 1,963 kg (directamente)
 Peso de una chapa de 2.750 x 65 = 1.403,193 kg.

11. Normas para la unión de chapas por soldadura

Para conseguir una soldadura de garantía en las juntas o uniones soldadas de tuberías, se requiere la utilización de electrodos de calidad adecuada a la de las chapas a soldar, y los medios convenientes para comprobación de la soldadura realizada, a los que, en determinados casos, se sumará un ulterior tratamiento de las uniones soldadas (recocido o normalización para eliminar tensiones internas), haciendo que la eficiencia de la junta o unión soldada sea comparable a la de la chapa enlazada.

Una soldadura de garantía será efectuada por operarios especializados y una comprobación esmerada.

Los procedimientos de soldeo, son:

- Soldeo eléctrico manual, por arco descubierto, con electrodo fusible revestido.
- Soldeo eléctrico semiautomático o automático, por arco en atmósfera gaseosa (inerte), con alambre-electrodo fusible.
- Soldeo eléctrico automático, por arco sumergido, con alambre-electrodo desnudo.

Antes del soldeo, se limpiarán los bordes de la junta o unión, eliminando cuidadosamente toda cascarilla, herrumbre o suciedad, y muy especialmente la grasa y la pintura; las partes a soldar estarán bien secas.

Se saneará la raíz del cordón asegurando una penetración completa.

12. Disposición de las juntas

La disposición de las chapas en las juntas, será:

- A tope en chapas de poco espesor.
- En V en chapas de espesor medio.
- En X, y a veces en K en chapas de mucho espesor.

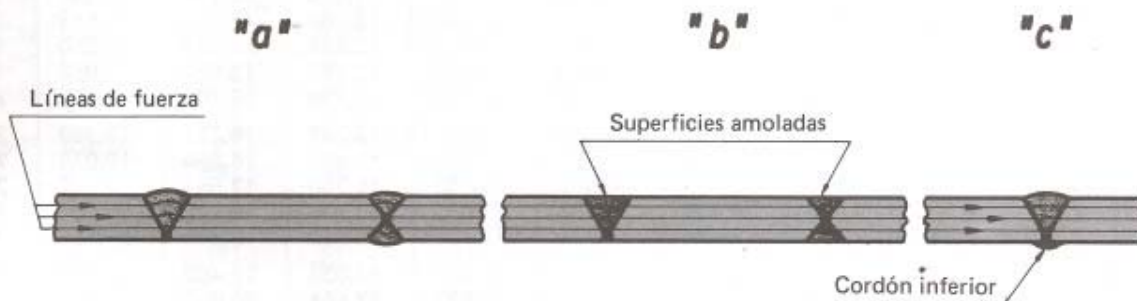


Fig. 44

13. Cálculo de las tuberías sometidas a presión

Para el cálculo del espesor e de la chapa de la tubería, se considera:

$$e = \frac{p \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{\tau_{ad} \cdot m} + c, \text{ siendo:}$$

- p La presión interna, en kg/cm^2 .
 e El espesor de la chapa de la tubería, en cm .
 τ_{ad} La tensión máxima admisible en la chapa, en kg/cm^2 .
 m El módulo de junta, igual a 0,85 para la soldadura (tracción).
 c Constante del material por conservación (de 1 a 3 mm según las posibilidades de atención en la conservación de la tubería en servicio).

La presión de prueba de las tuberías suele hacerse, aproximadamente igual a $1,5 \cdot p$, siendo p la presión de trabajo; durante la prueba, la soldadura no debe alcanzar la tensión máxima de trabajo admisible (inferior al coeficiente de elasticidad).

Sección Segunda

CUERPOS CILINDRICOS Y CONICOS, OVALES Y ELIPTICOS, Y ESFERICOS

Cuerpos cilíndricos circulares II-1

Tubos curvos. Codos II-2

Tubos cilíndricos ovales y elípticos II-3

Cuerpos cónicos circulares II-4

Cuerpos esféricos II-5

GENERALIDADES

1. Desarrollo lateral del cilindro

El desarrollo lateral del cilindro (fig. 1.2) es un rectángulo de longitud igual al desarrollo de la circunferencia de la base del mismo, y cuya altura es igual a la del cilindro.

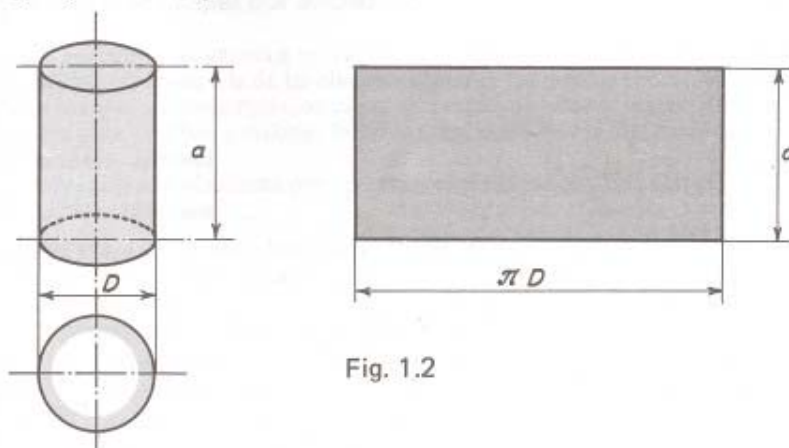


Fig. 1.2

2. Desarrollo de una virola cilíndrica

Por efecto de la flexión que sufren las chapas al curvarse, las fibras exteriores de la misma se extienden y las interiores se comprimen, no sufriendo variación la fibra media o neutra. Teniendo presente esto, para efectuar el desarrollo de una virola cilíndrica se tomará el diámetro correspondiente al eje neutro de la chapa (diámetro medio).

Siendo d el diámetro interior de la virola (fig. 2.2) y e el espesor de la chapa, la longitud desarrollada de la misma es:

$$D = \pi (d + e).$$

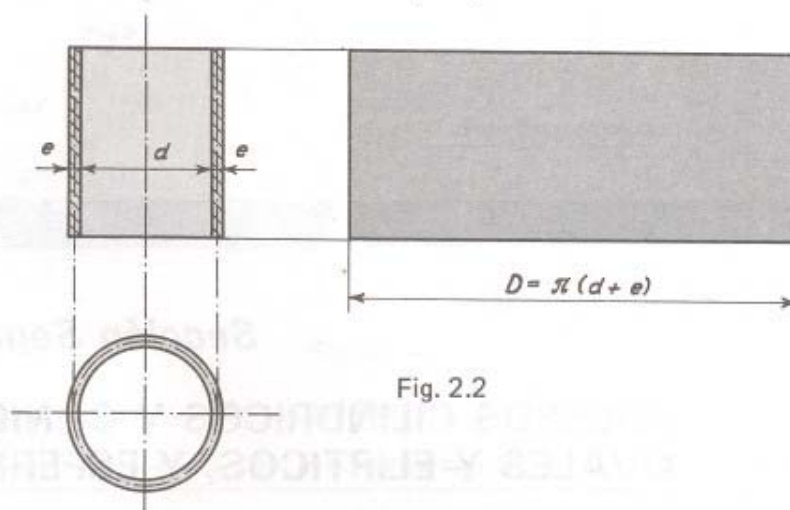


Fig. 2.2

Si para determinar la longitud desarrollada D de la virola no se tiene en cuenta su espesor e , al tomar para el cálculo del desarrollo el diámetro interior d ó el exterior $d + 2e$, se cometerá un error, por defecto o por exceso respectivamente, cuyo valor es igual a menos o más 3,1416 mm por cada milímetro de espesor de la chapa.

Si por ejemplo, se considera una virola de 1.000 mm de diámetro interior d , y 20 mm de espesor e (fig. 2.2, sin escala), resultaría:

Desarrollo según el diámetro interior,

$$D_i = 3,1416 \times 1.000 = 3.141,6 \text{ mm.}$$

Desarrollo según el diámetro exterior,

$$D_e = 3,1416 \times (1.000 + 2 \times 20) = 3.267,3 \text{ mm.}$$

Desarrollo real o medio,

$$D = 3,1416 \times (1.000 + 20) = 3.204,4 \text{ mm.}$$

Por consiguiente, virolas circulares de chapa de e espesor, siempre se hará:

$$D = \pi \cdot (d + e)$$

3. Sección plana del cilindro

La sección determinada por un plano que corta oblicuamente a un cilindro (fig. 3.2), es una elipse (fig. 4.2).

4. Desarrollo de un cilindro truncado

Para efectuar el desarrollo lateral de un cilindro truncado (fig. 3.2), después de determinar la verdadera magnitud de un cierto número de generatrices, sobre una recta de longitud igual al desarrollo de la circunferencia de la base del cilindro (fig. 5.2), por los puntos correspondientes a las generatrices se trazan perpendiculares sobre las cuales se llevan (a partir de la recta) longitudes iguales a las generatrices correspondientes, y uniendo los extremos de las perpendiculares por una curva continua, se obtiene el desarrollo propuesto.

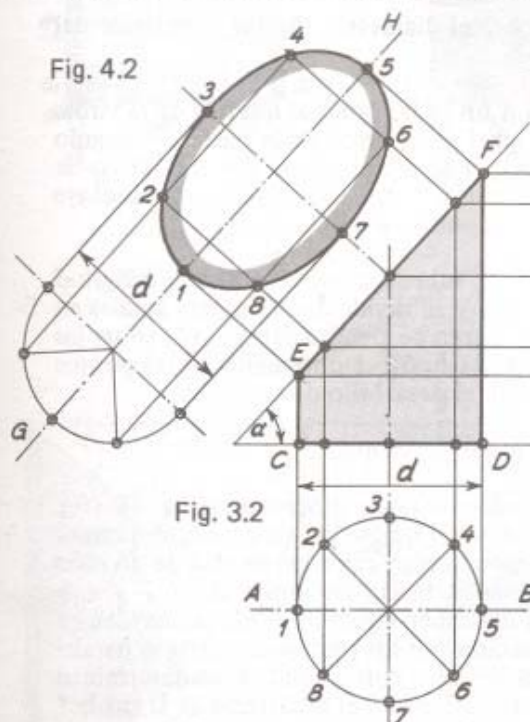


Fig. 4.2

Fig. 3.2

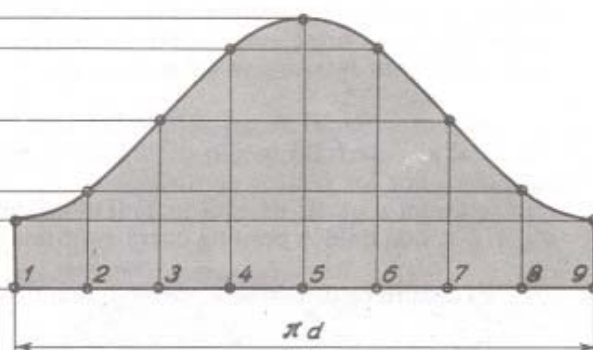


Fig. 5.2

Igual resultado se obtiene dividiendo la circunferencia desarrollada AB (fig. 6.2) en cierto número de partes iguales (8 por ejemplo), trazando perpendiculares por los puntos de división. A continuación sobre una de las perpendiculares extremas se llevan las magnitudes a y b , sobre a como diámetro se describe una semicircunferencia que se dividirá en 4 partes iguales en este caso, y trazando por los puntos de división paralelas a AB , determinan, por su intersección con las perpendiculares correspondientes, los puntos que unidos por una curva continua limitan el desarrollo.*

5. Trazado de la sección plana del cilindro (elipse)

Sobre una recta GH (fig. 4.2) se llevan los puntos determinados por la intersección de las generatrices con EF , por los que se trazan perpendiculares a aquella. A uno y otro lado de GH , sobre las perpendiculares correspondientes se llevan distancia iguales a las de los puntos de división de la planta al eje AB , y uniendo los puntos obtenidos por una curva continua se determina la sección plana (elipse).**

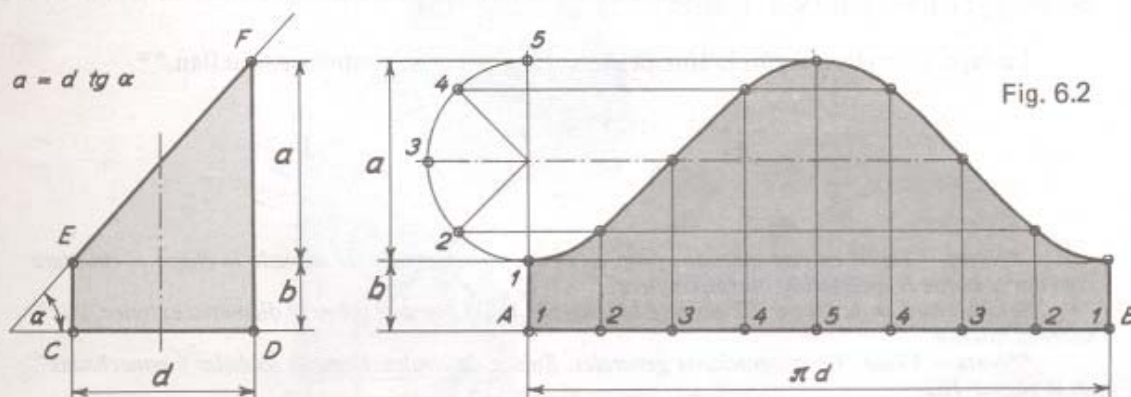


Fig. 6.2

*En todo desarrollo, el número de partes iguales se tomará de modo que no resulte confuso el trazado por exceso de divisiones, ni los puntos pertenecientes a la curva que limita el desarrollo muy distantes por defecto de éstas.

**Nota. — Se ha considerado que el cuerpo cilíndrico carece de espesor (chapa muy fina).

6. Virola cilíndrica truncada

Debido al espesor de la chapa, si para determinar la longitud de las generatrices se opera sobre el diámetro medio, se obtiene un error por defecto tanto mayor cuanto mayor sea el espesor de la chapa.

Para evitar este inconveniente se operará sobre el diámetro interior y exterior del modo siguiente.

Desde el punto O como centro (fig. 7.2), con un radio igual al interior de la virola en la parte correspondiente al ángulo obtuso, e igual al exterior en la parte del ángulo agudo, se describen cuadrantes de circunferencia que se dividirán en cierto número de partes iguales (3 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje de la virola que determinan sobre las bases de ella los puntos $a_1, b_1, \dots$ y $a_2, b_2, \dots$

Para efectuar el desarrollo de la virola (fig. 8.2), sobre una recta se lleva la longitud AB igual al desarrollo medio de la misma, $\pi(d + e)$, y se divide en 12 partes iguales en este caso. Por los puntos de división $a', b', \dots$ se trazan perpendiculares a AB , sobre las que se llevan a partir de esta recta las longitudes $a_1-a_2, b_1-b_2, \dots$ obteniéndose los puntos $a'_2, b'_2, \dots$ que unidos por una curva continua limitan el desarrollo de la virola.

El mismo resultado se obtiene operando del modo siguiente.

Determinadas en la figura 7.2 bis las longitudes l, l' y n , sobre una recta AB (fig. 9.2), se lleva el desarrollo medio de la virola, $\pi(d + e)$, que se divide en cierto número de partes iguales (12 por ejemplo), y se trazan perpendiculares por los puntos de división $a, b, \dots$. Sobre una de las perpendiculares extremas se llevan las longitudes l, l' y n , y desde O como centro, con radios iguales a l y l' se describen cuadrantes que se dividen en 3 partes iguales en este caso, trazándose a continuación por los puntos de división paralelas a AB , que por su intersección con las perpendiculares correspondientes determinan los puntos $a_1, b_1, \dots$ que unidos por una curva continua limitan el desarrollo de la virola.*

7. Tapa oblicua para tubo cilíndrico

Sobre el diámetro interior del tubo (fig. 10.2) se describe una semicircunferencia que se divide en cierto número de partes iguales (6 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje que cortan a la tapa en los puntos $a_2, b_2, \dots$ y $a_3, b_3, \dots$. A continuación, desde los puntos obtenidos se trazan perpendiculares a una recta AB paralela a la tapa, y llevando sobre las perpendiculares correspondientes a uno y otro lado de AB distancias iguales a $b-b_1, c-c_1, \dots$ se obtienen los puntos $a'_2, b'_2, \dots$ que unidos por curvas continuas limitan el trazado de la tapa.

La tapa se cortará según la línea exterior, haciéndose después el chaflán.**

*Notas.— Tanto en este método como en el anterior, después de curvada la chapa se cincelará para dar al borde la inclinación correspondiente.

Se observará en la figura 7.2 bis que la longitud l está tomada sobre el diámetro exterior, y la l' sobre el interior.

**Nota.— Véase "Consideraciones generales. Enlace de virolas. Uniones soldadas y remachadas", en la página 182

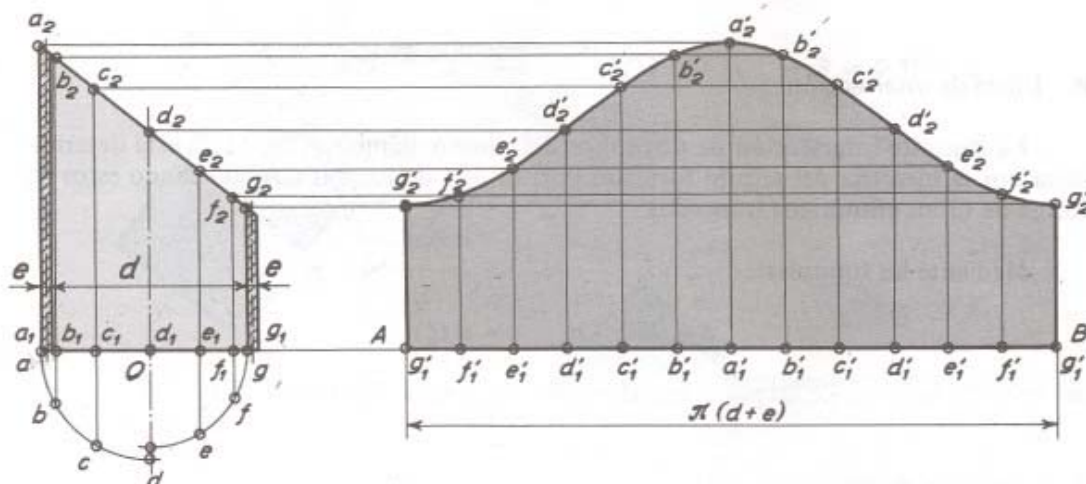


Fig. 7.2

Fig. 8.2

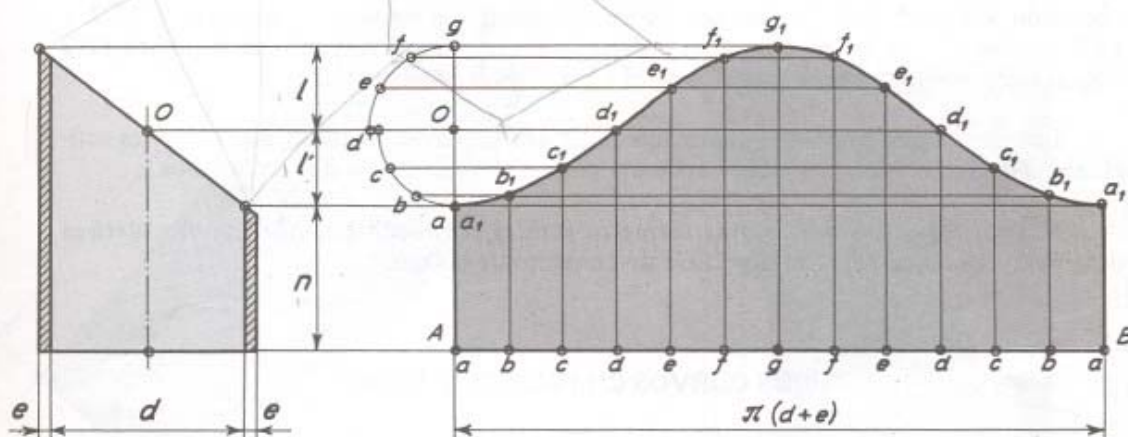


Fig. 7.2 bis

Fig. 9.2

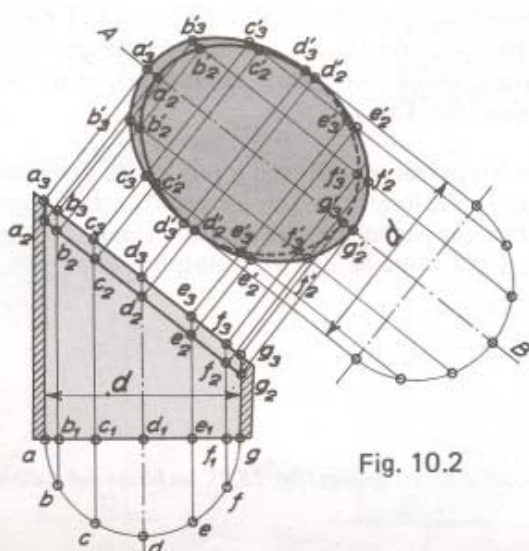


Fig. 10.2

8. Línea de intersección

La línea de intersección de dos tubos del mismo diámetro (fig. 11.2) está determinada por la bisectriz del ángulo formado por los ejes de los mismos, quedando éstos en forma de tubos cilíndricos truncados.

Mediante las fórmulas:

$$\beta = 90^\circ - \alpha, \quad a = d \operatorname{tg} \beta,$$

se obtendrá la altura de las porciones truncadas de ambos cilindros.

9. Desarrollo de las virolas

Cuando las virolas se han de unir a tope (con soldadura), se tendrá en cuenta todo lo expuesto en los números 1, 2 y 3, pág. 182. ("Consideraciones generales.— Enlaces de virolas. Uniones soldadas y remachadas".) El desarrollo generalmente se determinará operando sobre el diámetro medio, como fácilmente se deduce de las figuras 13.2 y 14.2, en las que se ha efectuado el desarrollo de las virolas del tubo de la figura 12.2 (según los procedimientos expuestos en el núm. 4 de la página 21).

Las curvas que limitan el desarrollo de las dos virolas son iguales, por lo que es suficiente el determinar una de ellas y aplicarla para el trazado de los dos desarrollos.

Si las virolas son de distinto diámetro (unión por recubrimiento), se efectuará el desarrollo operando sobre la superficie de contacto de las mismas.

TUBOS CURVOS CILINDRICOS. CODOS

10. Representación de los tubos curvos

Para representar los tubos curvos, con el radio correspondiente, se describe el arco-eje del tubo (fig. 15.2), y se divide en un cierto número de partes iguales, tanto mayor cuanto más uniforme sea el tubo que se quiera obtener (con el inconveniente de que cuanto mayor sea el número de divisiones, también lo será el número de virolas y, por consiguiente, el trabajo para ejecutarlo), teniendo presente que si las virolas son del mismo diámetro (unión a tope, con cubrejunta o soldadura), el número de divisiones será de dos o un múltiplo de dos (fig. 15.2).

A continuación, por los extremos del arco y puntos de división impares (0, 1, 3, ...), se hacen pasar radios que se prolongan, y por los puntos de división pares se trazan tangentes al arco-eje del tubo, que serán los ejes de las virolas correspondientes, las cuales quedan limitadas por los radios que se han trazado por los puntos de división extremos e impares.

Nota.— Si todas las virolas se hacen iguales (fig. 15.2), las bocas del codo serán elípticas.

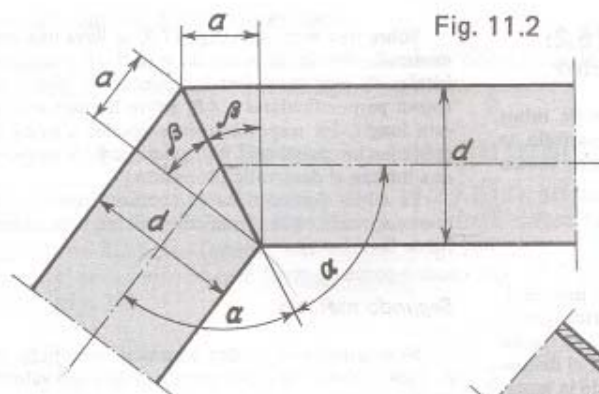


Fig. 11.2

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$a = d \operatorname{tg.} \beta$$

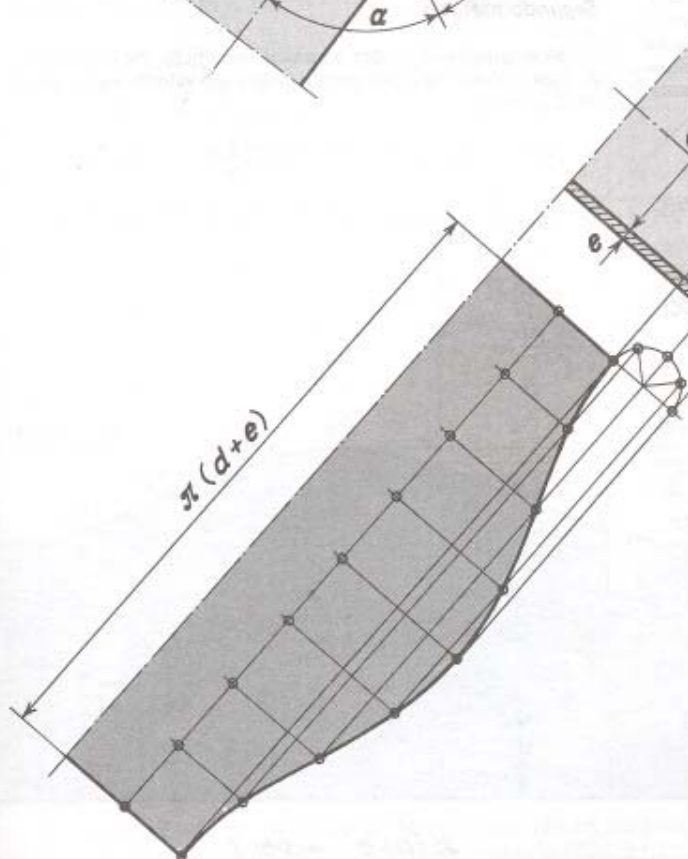


Fig. 14.2

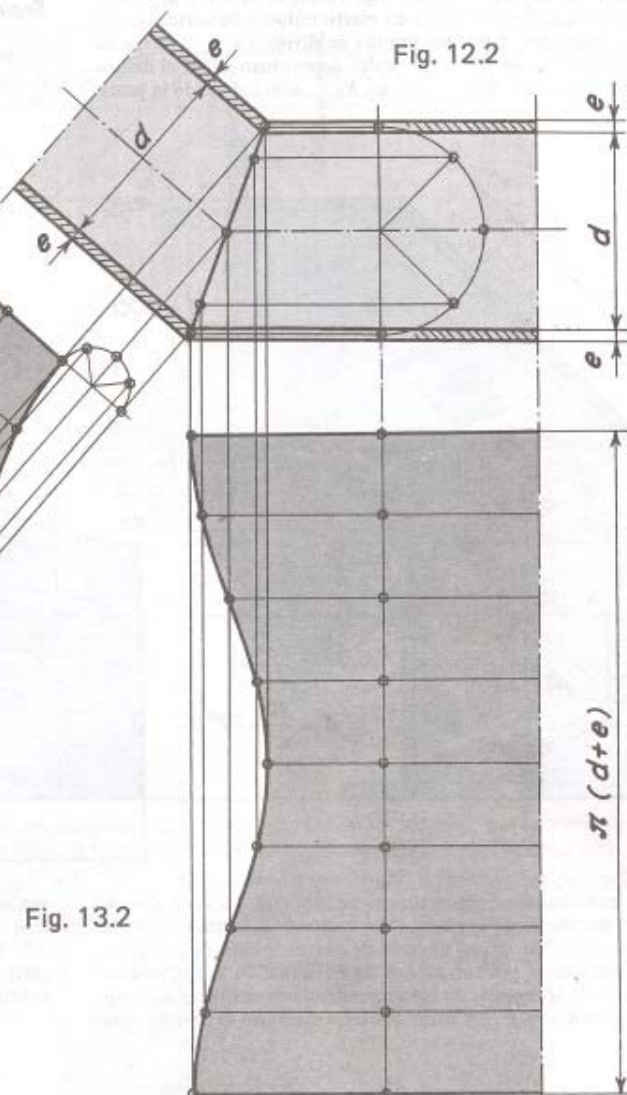


Fig. 13.2

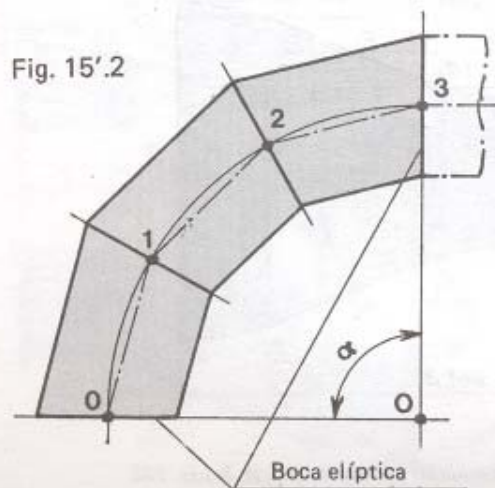


Fig. 15'.2

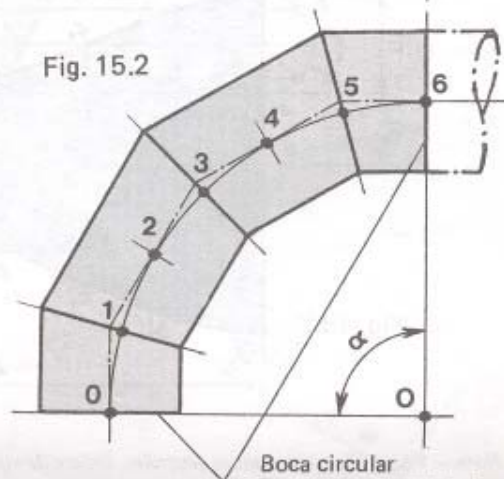


Fig. 15.2

11. Desarrollo de un tubo curvo (fig. 16.2) formado por virolas de igual diámetro

Teniendo en cuenta lo expuesto para la unión de tubos cilíndricos de igual diámetro (núms. 8 y 9), el desarrollo se efectuará generalmente, operando sobre el diámetro medio según los métodos siguientes.

Primer método

Sobre un diámetro medio (fig. 16.2), se describe una semicircunferencia que se divide en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo), y por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje del tubo, las cuales determinan sobre el diámetro los puntos $a_1, b_1, \dots$ y los $a_2, b_2, \dots$ sobre el eje de la junta.

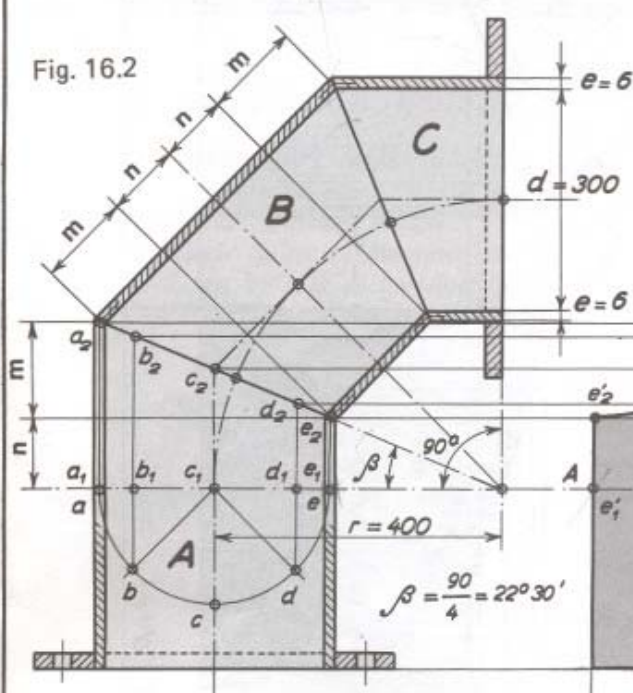


Fig. 16.2

Sobre una recta AB (fig. 17.2) se lleva una longitud igual al desarrollo medio de la virola, $\pi(d+e)$, y se divide en 8 partes iguales en este caso. Por los puntos de división $a'_1, b'_1, \dots$ se trazan perpendiculares a AB , sobre las que se llevan a partir de ésta longitudes respectivamente iguales a $a_1a'_2, b_1b'_2, \dots$ obteniéndose los puntos $a'_2, b'_2, \dots$ que unidos por una curva continua limitan el desarrollo propuesto.

La curva determinada es común a todas las virolas, por lo que se aplicará en la forma conveniente para obtener el desarrollo de las mismas.

Segundo método

Se determinarán gráfica o numéricamente los valores de m y n . Para la determinación numérica de estos valores, en la figura 16.2 se tiene:

$$m = (d+e) \operatorname{tg} \beta = 306 \times 0,41421 = 126,7 \text{ mm,}$$

$$n = \left(r - \frac{d+e}{2} \right) \operatorname{tg} \beta = 247 \times 0,41421 = 102,3 \text{ mm.}$$

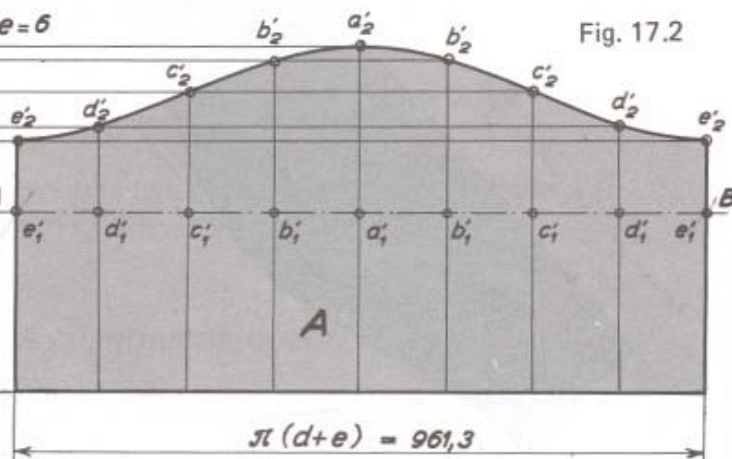


Fig. 17.2

A continuación, sobre una recta AB (fig. 18.2) se lleva el desarrollo medio de la virola, $\pi(d+e) = 961,3$ mm y se divide esta longitud en cierto número de partes iguales (8 por ejemplo), trazándose por los puntos de división $a, b, \dots$ perpendiculares a AB . Sobre una de las perpendiculares extremas se llevan las longitudes m y n , y sobre m como diámetro se describe una

semicircunferencia que se dividirá en 4 partes iguales en este caso; trazando por los puntos de división $a', b', \dots$ paralelas a AB , se obtienen por su intersección con las perpendiculares correspondientes los puntos $a_1, b_1, \dots$ que unidos por una curva continua limitan el desarrollo propuesto.

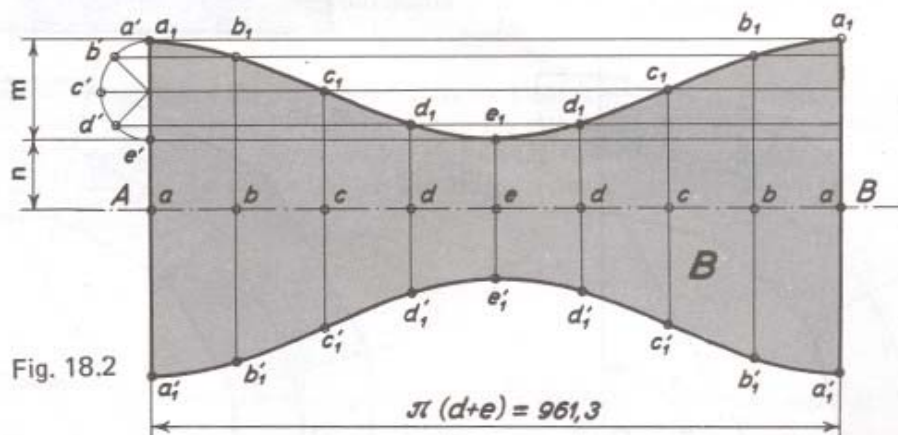


Fig. 18.2

Nota.— Véase "Consideraciones generales. Enlace de virolas. Uniones soldadas y remachadas", en la pág. 182.

12. Disposición de los tubos de enlace

La disposición de los tubos de enlace es variable, considerándose dos casos según que los ejes de las tuberías que hayan de enlazarse estén o no contenidos en un mismo plano.

13. Primer caso.— Los ejes de las tuberías enlazadas están contenidos en un mismo plano

La disposición de los tubos de enlace (figs. 19.2 y 20.2), así como la determinación de los elementos necesarios para el trazado de las virolas de los mismos, no ofrece dificultad alguna, por tratarse de un enlace de tubos cilíndricos del mismo diámetro (véanse núm. 8 y 9, pág. 26).

El desarrollo de las virolas que forman estos tubos (figs. 21.2 y 22.2) se efectuará según cualquiera de los métodos expuestos (pág. 23).

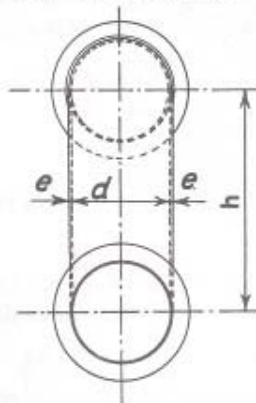


Fig. 19.2

Fig. 20.2

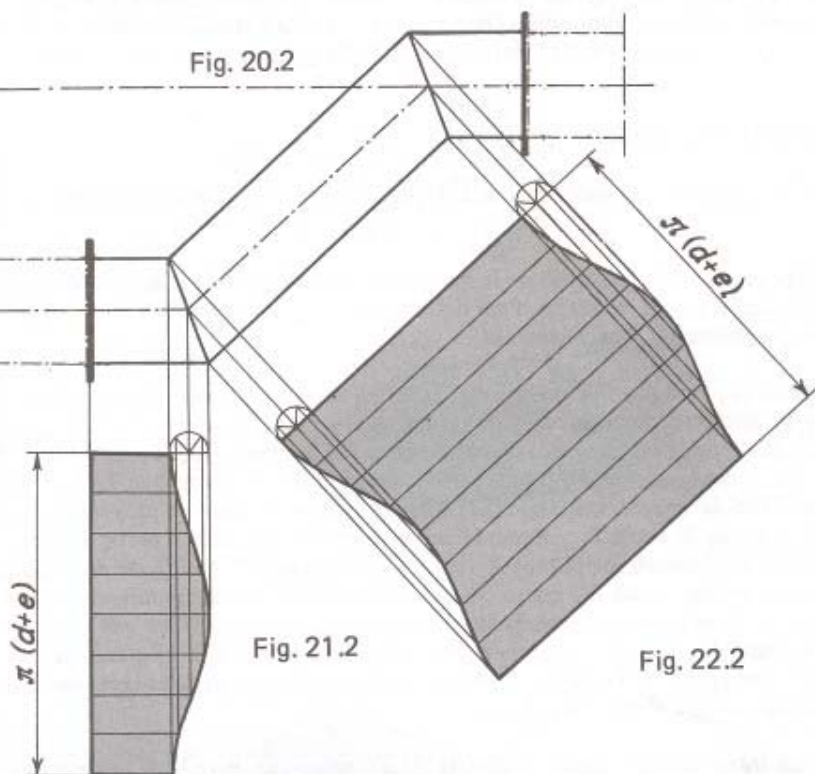


Fig. 21.2

Fig. 22.2

Una variante de este caso se presenta cuando en ninguna de las representaciones los ejes del tubo de enlace están contenidos en un mismo plano de proyección (figs. 23.2 y 24.2). De esta variante se pasa fácilmente a la anterior determinando gráfica o numéricamente el valor de $h = \sqrt{b^2 + c^2}$, como se ha efectuado en las figuras 24.2 y 25.2.

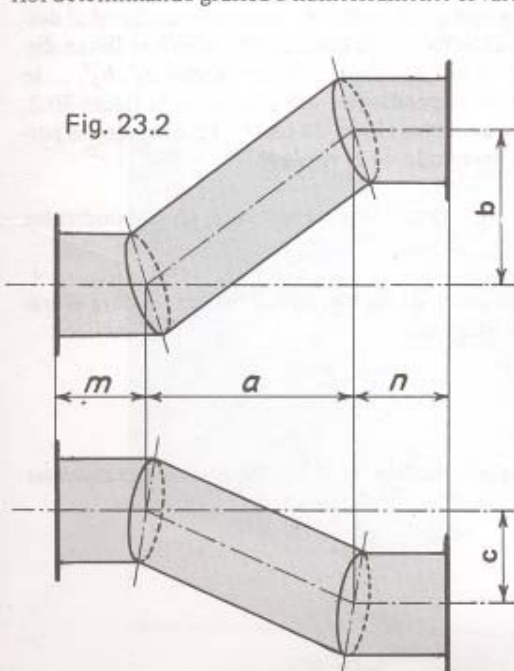


Fig. 23.2

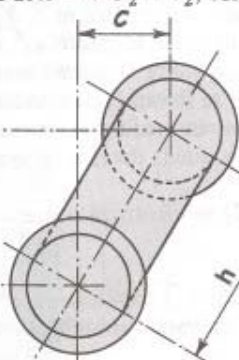


Fig. 24.2

$$h = \sqrt{b^2 + c^2}$$

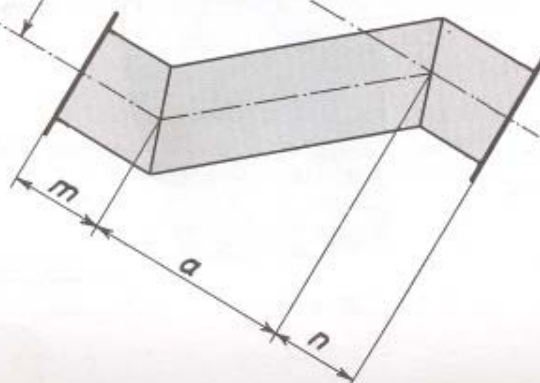


Fig. 25.2

14. Segundo caso.— Los ejes de las tuberías enlazadas no están contenidos en un mismo plano

En este caso, para trazar la virola de enlace B (figs. 26.2 y 27.2), es preciso determinar el ángulo de desplazamiento de un tubo con respecto al otro.

Para resolver este problema gráficamente, sobre una recta $X-X$ perpendicular al eje de la virola de enlace B (fig. 28.2) se proyecta el eje de la virola C (trazando perpendiculares a $X-X$ desde los puntos P y Q), obteniéndose los puntos P_1 y Q_1 . Llevando sobre QQ_1 a partir de Q_1 la distancia p tomada en la figura 27.2, se determina el punto Q_2 , que unido con el punto P_1 forma con $X-X$ el ángulo de desplazamiento α .

Desarrollo de las virolas

El desarrollo de la virola marcada A (fig. 29.2) se efectuará con los elementos tomados directamente de la figura 30.2.

Para efectuar el desarrollo de la virola B , se considerará dividida en dos partes por un plano $Y-Y$ (fig. 26.2) perpendicular al eje de la misma. Para determinar los elementos necesarios para el trazado de las dos partes de la virola se procederá del modo siguiente.

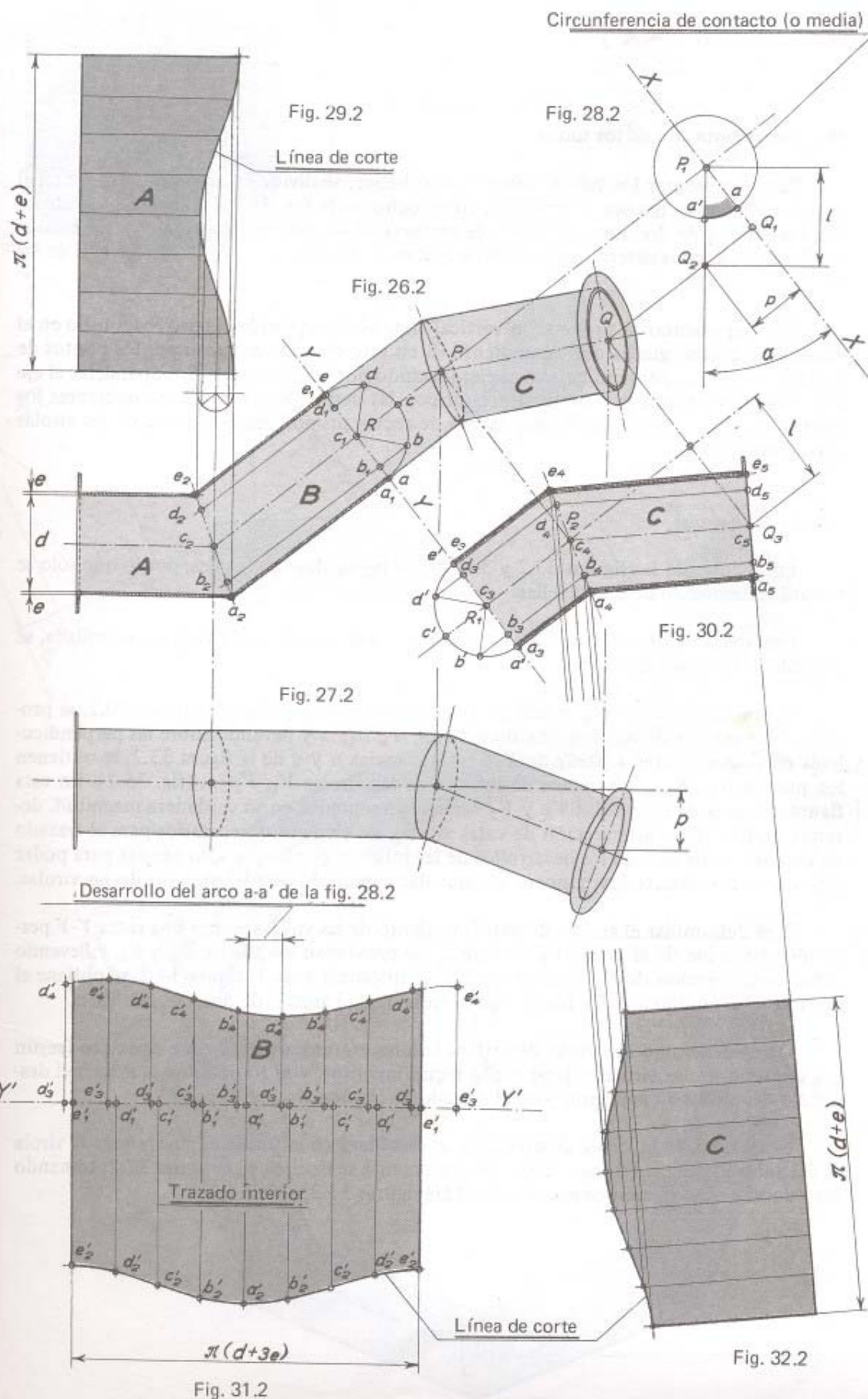
Desde el punto R como centro (fig. 26.2), se describe una semicircunferencia de diámetro igual al medio de la virola y se divide en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje de la virola que determinan sobre $Y-Y$ los puntos $a_1, b_1, \dots$ y los $a_2, b_2, \dots$ sobre el eje de la junta de las virolas. A continuación, se gira la parte superior del tubo hasta que los ejes de las virolas B y C se encuentren sobre el plano de proyección (fig. 30.2). (Para efectuar este giro se proyectan los puntos R, P y Q sobre una recta paralela al eje de la virola B , y llevando sobre la proyección de Q a partir de la recta la distancia l tomada sobre la figura 28.2, se obtienen los puntos R_1, P_2 y Q_3 , y uniendo P_2 con Q_3 se determinan los ejes de las virolas.) Representadas las virolas, desde R_1 como centro se describe una semicircunferencia de diámetro igual a la anterior (medio) y se divide en el mismo número de partes iguales que aquella (4 en este caso). Por los puntos de división $a', b', \dots$ se trazan paralelas al eje de la virola B que determinan sobre $Y-Y$ los puntos $a_3, b_2, \dots$ y sobre el eje de la junta de las virolas los $a_4, b_4, \dots$. Trazando desde estos últimos puntos paralelas al eje de la virola C , se obtienen sobre el diámetro de la misma los puntos $a_2, b_5, \dots$.

Para trazar la virola desarrollada (fig. 31.2), sobre una recta $Y'-Y'$ se lleva una longitud igual al desarrollo medio de la misma, $\pi(d+e)$, y se divide en 8 partes iguales en este caso. Por los puntos de división $a_1', b_1', \dots$ se trazan perpendiculares a $Y'-Y'$ sobre las que se llevan distancias respectivamente iguales a $a_1-a_2, b_1-b_2, \dots$ (de la fig. 26.2), obteniéndose los puntos $a_2', b_2', \dots$ que unidos por una curva continua determinan una de las líneas de corte. Para trazar el desarrollo de la otra parte, se lleva sobre $Y'-Y'$ a partir del punto a_1' una distancia igual al desarrollo del arco $a-a'$ de la figura 28.2, obteniéndose el punto a_3' ; a derecha e izquierda de este punto se llevan distancias iguales a las de las divisiones trazadas sobre la misma recta, y por los puntos determinados $a_3', b_3', \dots$ se trazan perpendiculares a $Y'-Y'$ sobre las que se llevan las distancias correspondientes tomadas sobre la figura 30.2, obteniéndose los puntos $a_4', b_4', \dots$ que se unirán mediante una curva continua (línea de corte). Prolongado las perpendiculares extremas $e_1'e_2'$ (líneas de corte), queda determinado el desarrollo de la virola B .

El desarrollo de la virola C (fig. 32.2) se efectuará tomando los valores de los elementos correspondientes en la figura 30.2.*

Las virolas son del mismo diámetro (unión a tope); la determinación de los elementos necesarios para el trazado y desarrollos de las mismas se ha hecho operando sobre el diámetro medio.

*Notas.— El trazado de las virolas desarrolladas se puede efectuar según el método del núm. 4, pág. 23, tomando las distancias correspondientes en las figuras 26.2, 28.2 y 30.2.



15. Representación de los tubos

Para representar los tubos cilíndricos en hélice, se divide la circunferencia-eje en el número de partes iguales correspondientes (ocho en la fig. 33.2), y se une el centro O con los puntos de división por medio de rectas (radios); las rectas tangentes a los puntos medios de los arcos determinados, que se cortan en los puntos $A, B, \dots$ son los ejes de las virolas.

Para representar la proyección vertical (fig. 34.2), se divide el paso P del tubo en el número de partes iguales correspondiente (8 en este caso), y se trazan por los puntos de división $A', B', \dots$ perpendiculares al eje; trazando por los puntos $A, B, \dots$ paralelas al eje del tubo, determinan por su intersección con las perpendiculares correspondientes los puntos $A_1, B_1, \dots$ que unidos por medio de rectas proporcionan los ejes de las virolas correspondientes.

Trazado de las virolas

En el tubo de las figuras 33.2 y 34.2 todas las virolas son iguales, por lo que sólo se trazará el desarrollo de una de ellas.

Para determinar los elementos necesarios para el trazado de la virola desarrollada, se procederá del modo siguiente.

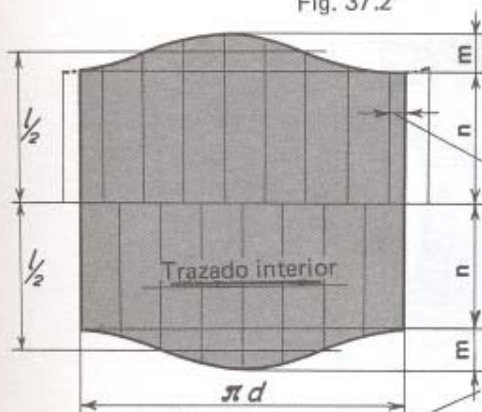
Sobre una recta $X-X$ paralela al eje de las virolas V_2 y V_3 de la figura 30.2, se proyectan los puntos de intersección de los ejes, $A_1, B_1, \dots$ y llevando sobre las perpendiculares correspondientes a partir de $X-X$ las distancias p y q de la figura 33.2, se obtienen los puntos $A_2, B_2, \dots$ extremos de los ejes de las virolas $V_1, V_2, \dots$ (fig. 35.2). En esta figura, los ejes de las virolas V_2 y V_3 están representados en su verdadera magnitud, determinándose de la intersección de estas virolas los elementos necesarios para el trazado de las curvas que limitan los desarrollos de las mismas, por lo que sólo precisa para poder efectuar estos desarrollos conocer el valor del ángulo de desplazamiento de las virolas.

Para determinar el ángulo de desplazamiento de las virolas, sobre una recta $Y-Y$ perpendicular al eje de la virola V_2 (fig. 36.2), se proyectan los puntos D_2 y E_2 , y llevando sobre la proyección de E_2 a partir de $Y-Y$ la distancia s de la figura 34.2, se obtiene el punto E_3 que unido con D_3 forma con la recta $Y-Y$ el ángulo de desplazamiento α .

Desde D_3 como centro se describirá la circunferencia media o de contacto (según sea la unión de las virolas a tope o por recubrimiento), y se toma sobre la misma el desarrollo del arco $a-a_1$ necesario para el trazado de los desarrollos.

El trazado de la virola desarrollada se efectuará en la forma expuesta para la virola B del tubo del núm. 14, pág. 30, como fácilmente se deduce de la figura 37.2, tomando los valores de los elementos necesarios en las figuras 35.2 y 36.2.

Fig. 37.2



Desarrollo del arco a-a₁

Circunferencia media

o de contacto

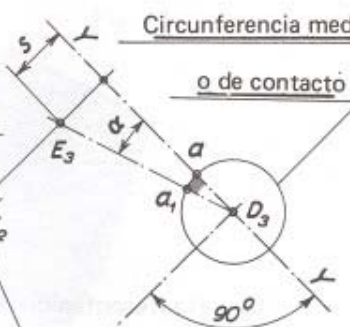


Fig. 36.2

Fig. 35.2

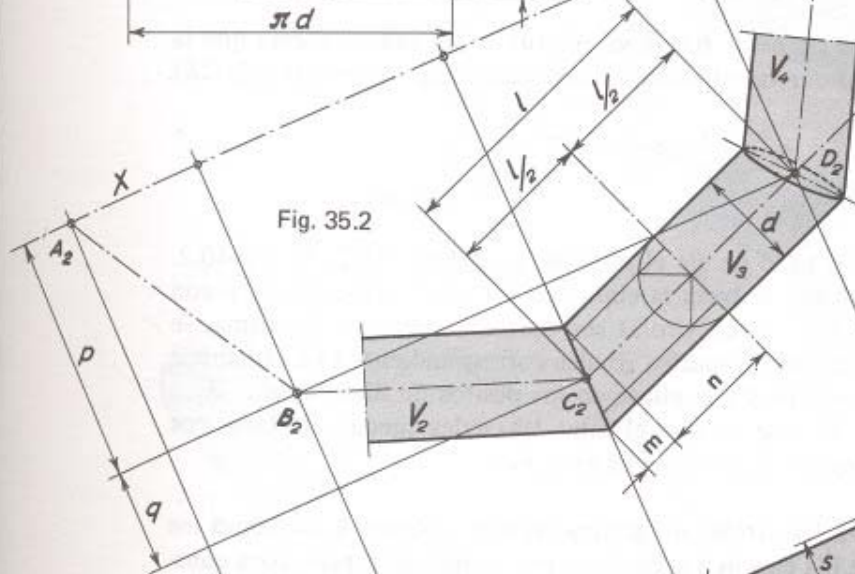


Fig. 34.2

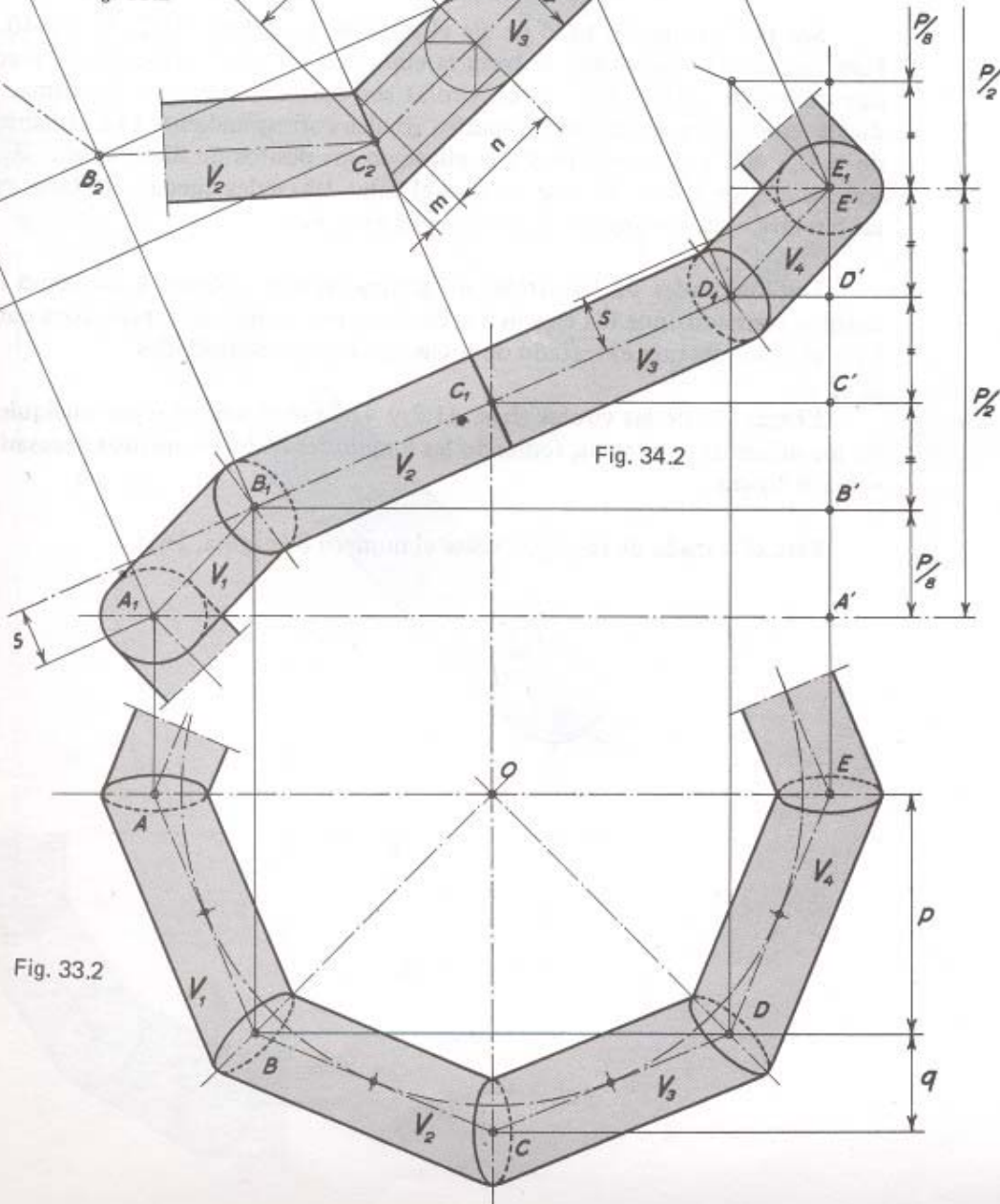
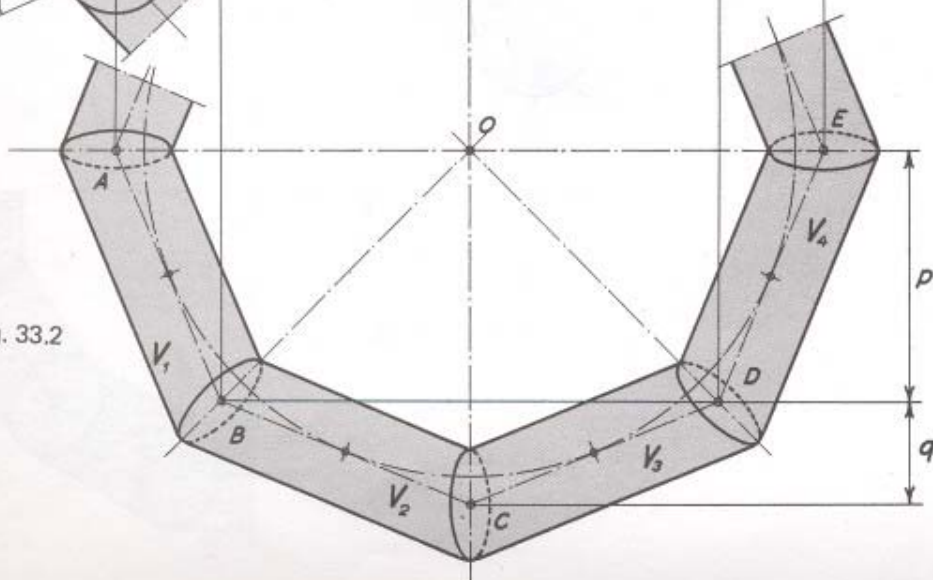


Fig. 33.2



16. Representación de los tubos

La representación de estos tubos se efectúa en la misma forma que la expuesta para los tubos curvos cilíndricos de ejes circulares (núm. 10, pág. 26).

17. Tubo de eje elíptico

Sea por ejemplo el tubo de eje elíptico de las figuras 38.2, 39.2 y 40.2. Para representar este tubo, se traza la elipse-eje del mismo (fig. 40.2), y con objeto de que la longitud de las virolas sea aproximadamente la misma, se divide este eje en el número de partes iguales correspondiente (12 el semieje de la fig. 40.2). Las tangentes a la elipse en los puntos de división $a, c, e, \dots$ son los ejes de las virolas que forman el tubo, las cuales quedan limitadas por las bisectrices de los ángulos formados por estos ejes.

Las longitudes de las virolas determinadas son desiguales, así como los ángulos formados por los ejes de las mismas, por lo que se precisa para construir el tubo efectuar el trazado de todas las virolas desarrolladas.

El trazado de las virolas (figs. 41.2 y 42.2) se efectuará según cualquiera de los métodos expuestos, tomando las longitudes de los elementos necesarios sobre la figura.

Para el trazado de la elipse, véase el número 8 (página, 14).

Fig. 41.2

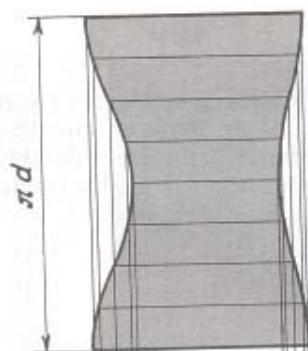


Fig. 42.2

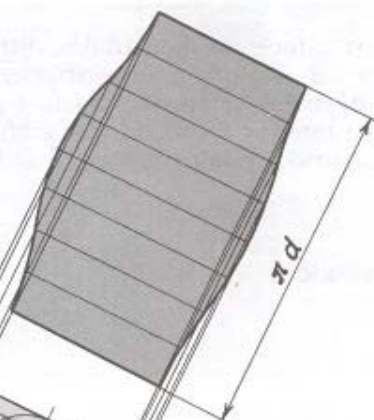


Fig. 40.2

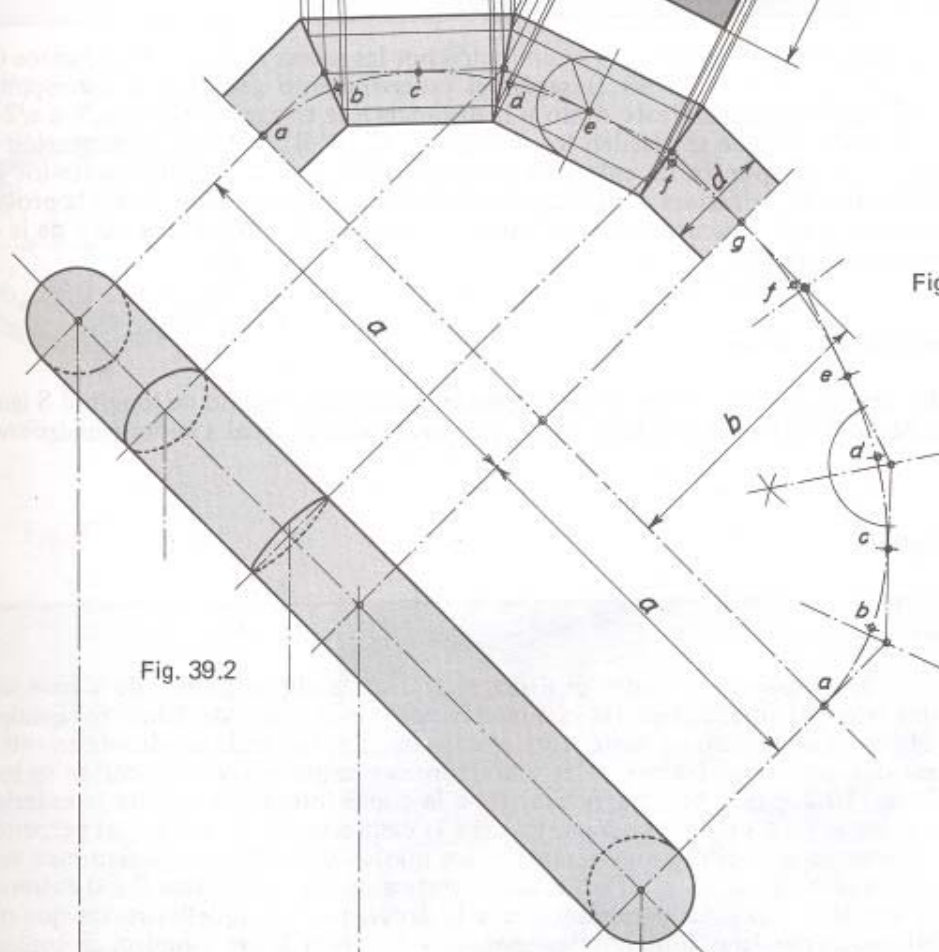


Fig. 39.2

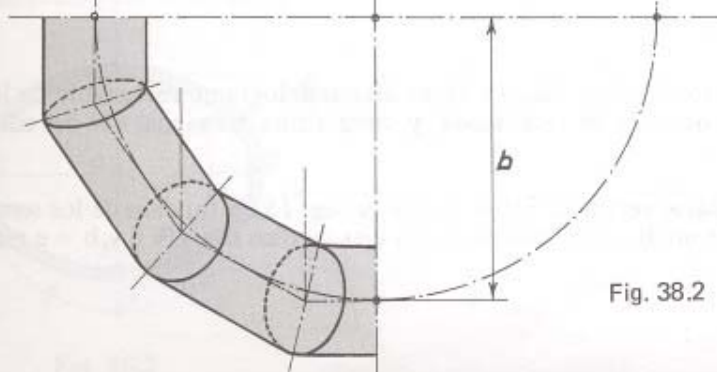


Fig. 38.2

18. Generalidades

Los cuerpos cilíndricos industriales, difieren de los geométricos en que por tener un espesor e las chapas que los componen, necesariamente se ha de tener en cuenta este espesor al determinar la longitud desarrollada correspondiente para evitar errores por defecto o por exceso, al considerar el diámetro interior o exterior del cilindro en lugar del medio (neutro) de éste, que corresponde a la fibra situada en la parte central de la chapa.

19. Cilindro ovalado*a) Representación*

Trazando el óvalo interior de ejes a y b limitados por las rectas $A-A'$ y $B-B'$ y puntos O_1, O_2, O_3, O_4 , de enlace de los arcos (fig. 43.2) según el procedimiento geométrico correspondiente (fig. 11.1, pág. 14), paralelamente a este óvalo a la distancia e se trazará el exterior, y a $e/2$ se trazará el óvalo medio sobre el que se señalan los puntos $A'-A''$, $B'-B''$ y como prolongación de los ejes y los O'_1, O'_2, O'_3 y O'_4 puntos de enlace de los arcos; proyectando verticalmente los puntos A y A' y fijando la altura h se trazará el paralelogramo rectángulo correspondiente a la proyección vertical, y disponiendo paralelamente a las generatrices extremas A y A' el espesor e de la chapa, se completa la representación.

b) Trazado del desarrollo del cilindro

El desarrollo de este cilindro ovalado es un paralelogramo rectángulo de longitud S igual a la del óvalo medio después de rectificado (fig. 45.2), y cuya altura h es igual a la del cilindro ovalado.

20. Cilindro elíptico*a) Representación*

Lo mismo que en el caso del cilindro ovalado, se trazará la elipse interior de la base según el procedimiento que proceda (división de las circunferencias concéntricas de diámetros iguales a los ejes a y b de la elipse en el número de partes iguales conveniente, tres cada cuadrante en este ejemplo fig. 46.2, para después trazar las verticales y horizontales respectivas que se cortan en los puntos $0, 1, 2, 3, \dots$ fig. 10.1, pág. 14) y paralelamente a la elipse interior se trazará la exterior a la distancia e de la misma, y finalmente la elipse media a la distancia $e/2$ de ambas; las perpendiculares a las rectas tangentes a la elipse que pasan por los puntos $0, 1, 2, 3, \dots$ determinan sobre la elipse media los puntos $0', 1', 2', 3', \dots$. Proyectando verticalmente los puntos 0 y $0'$ extremos del eje interior de la elipse y trazando paralelamente a la distancia e de aquellas rectas que quedan comprendidas entre dos paralelas horizontales separadas la altura h del cilindro, se completa la representación.

b) Trazado del desarrollo

El desarrollo lateral del cilindro elíptico (fig. 48.2), es un paralelogramo rectángulo de longitud S igual a la de la elipse media después de rectificada, y cuya altura h es igual a la del cilindro elíptico.

La longitud S puede determinarse según la Tabla 1.2 de la pág. 15 en función de los semiejes medios correspondientes a la elipse media (los valores de los ejes medios son $a + e$ y $b + e$ respectivamente).

Fig. 44.2

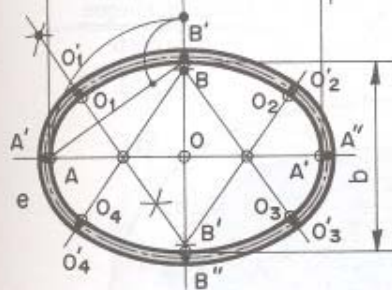
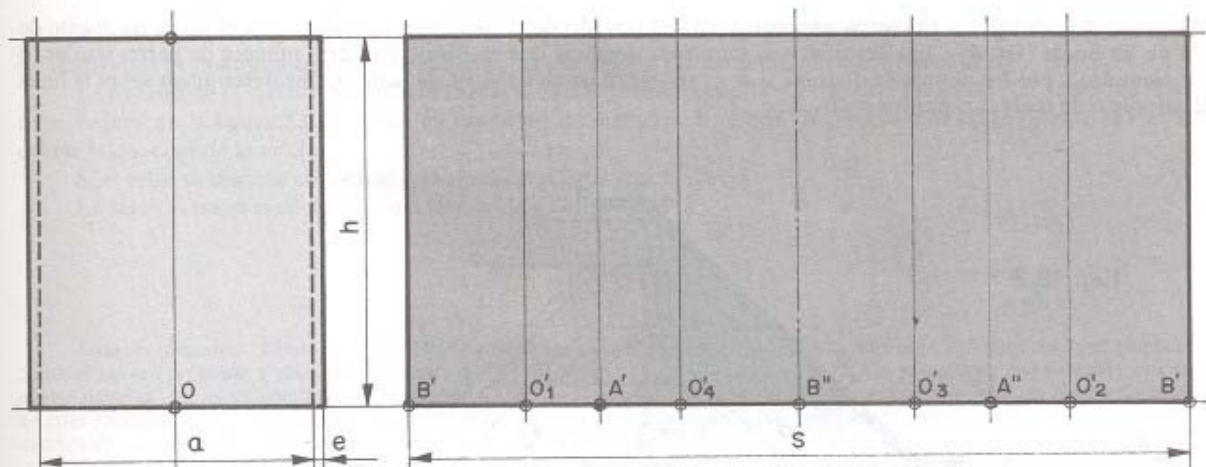


Fig. 43.2

Fig. 47.2

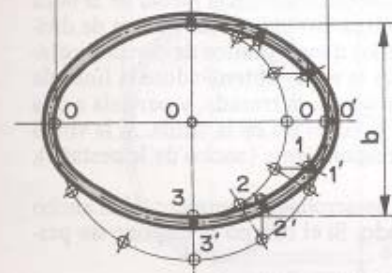
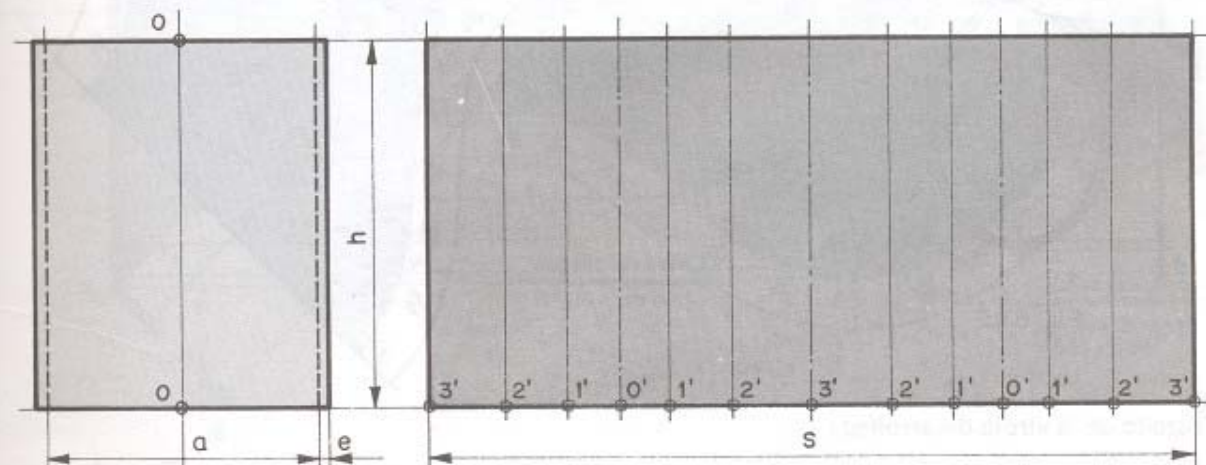


Fig. 46.2

Fig. 45.2

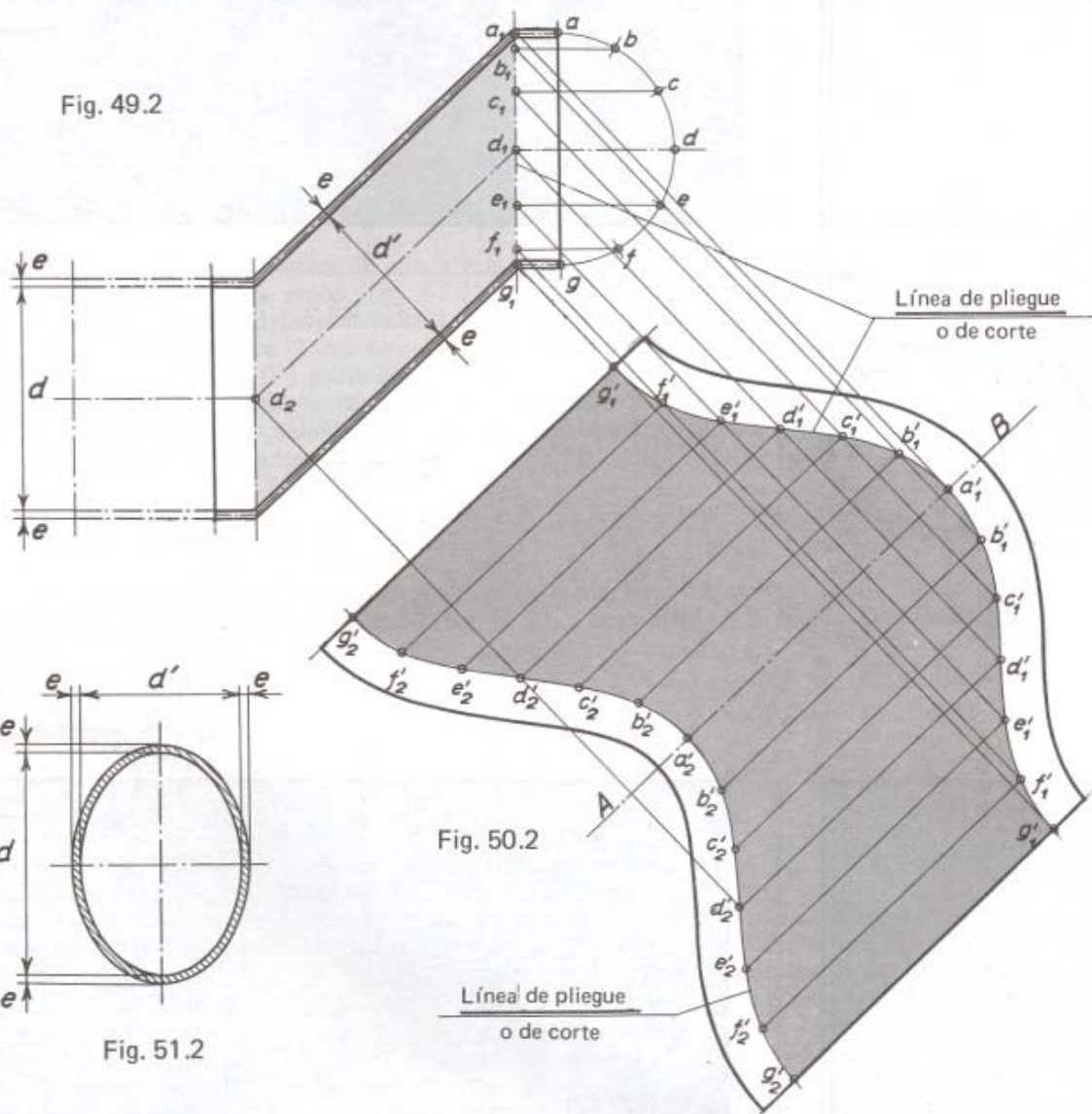


Fig. 48.2



21. Determinación de los elementos necesarios para el trazado de la virola

Para determinar los elementos necesarios para el trazado de la virola desarrollada, sobre el diámetro medio de una de las bocas (fig. 49.2) se describe una semicircunferencia que se divide en cierto número de partes iguales (6 por ejemplo) y por los puntos de división, $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje de la boca, que determinan sobre la línea de pliegue o de corte, los puntos $a_1, b_1, \dots$



Trazado de la virola desarrollada

Sobre una recta AB paralela al eje de la virola (fig. 50.2) se proyectan los puntos $a_1, b_1, \dots$ y se lleva sobre estas proyecciones una regla flexible en la que una longitud igual al desarrollo de la circunferencia media de la boca (línea de pliegue o de corte) se ha dividido en 12 partes iguales en este caso, y situando uno de los puntos de división de la misma sobre el punto de proyección de a_1 , y flexándola de modo que los demás puntos de división coincidan con las líneas de proyección correspondientes, se traza la curva que forma la regla, obteniéndose la línea de pliegue (o de corte) de una de las bocas. La otra línea de pliegue (o de corte) es igual a la trazada, y paralela a una distancia igual a la de las líneas de pliegue (o de corte) de la figura 49.2 tomada sobre el eje de la virola. Si la virola se dispone con pestaña, paralelamente a las líneas de pliegue, a la distancia correspondiente (ancho de la pestaña), se trazan las líneas de corte de la chapa.

Si el ángulo de pliegue de la pestaña es grande, en el trazado de la virola desarrollada se aumentará el ancho de la pestaña de 5 a 10 mm, recortándose a la longitud exacta después de doblado. Si el cuerpo se dispone sin pestaña, la línea de pliegue será la de corte.

La sección transversal de la virola (fig. 51.2) es una elipse (véase nota de la página siguiente).

22. Disposición constructiva de la virola

Para que una virola de bocas circulares y oblicuas entre sí (fig. 52.2) sea desarrollable, es necesario que el eje transversal de la misma coincida con la bisectriz del ángulo formado por los ejes de las bocas.

El trazado de la virola desarrollada se efectúa en la forma expuesta para la virola del núm. 21, como fácilmente se deduce de la figura 53.2, siendo en este caso las curvas de las líneas de pliegue o de corte simétricas respecto del eje transversal de la virola.

Si el tubo se dispone sin pestaña, la línea de pliegue será la de corte.

La sección transversal de la virola (fig. 54.2 es elíptica).

Nota importante.— Tanto en la fig. 50.2 de la página anterior como en la 53.2 de esta página así como en otras muchas del texto, el cuerpo principal o virola está limitado por los diámetros, a_1g_1 y a_2g_2 en la fig. 53.2, y se aumenta con pestañas, que en la mayor parte de los casos prácticos son los extremos de los tubos enlazados por las virolas que se representan. En los desarrollos de estas virolas las líneas que limitan el trazado se designan como líneas de corte, que solamente serán líneas de pliegue cuando por motivos de proyecto aquellas virolas se dispongan o rematen con pestañas.

Esta nota es general para toda la obra o texto.

Fig. 52.2

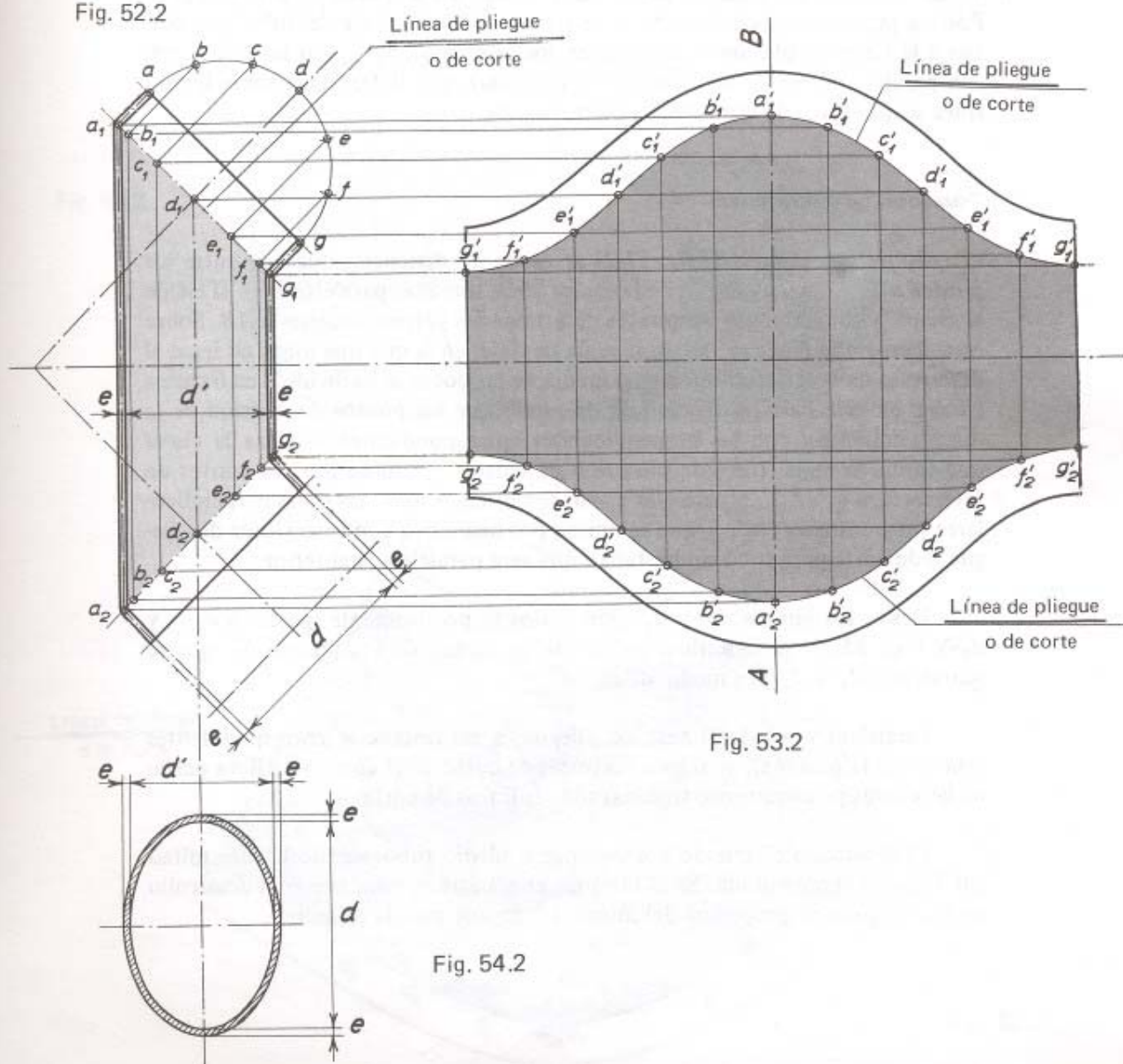


Fig. 53.2

Fig. 54.2

23. Representación del tubo

El tubo de las figuras 55.2 y 56.2 está formado por dos medias virolas oblicuas de bocas circulares (véase núm. 25), unidas por superficies triangulares.

Una de las bocas está limitada por una circunferencia, y la otra por dos semicircunferencias unidas por rectas, siendo todos los radios iguales.

24. Determinación de los elementos necesarios para el desarrollo del tubo

Para determinar los elementos necesarios para el trazado del tubo desarrollado, sobre el diámetro medio de la boca circular (fig. 55.2) se describe un cuadrante y se divide en cierto número de partes iguales (3 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje del tubo, que cortan a la línea de pliegue o de corte en los puntos $a_1, b_1, \dots$ por los que se trazan paralelas al eje de la chapa (línea extrema), que determinan sobre la otra línea de pliegue o de corte de los puntos $a_2, b_2, \dots$

Trazado del tubo desarrollado

Sobre una recta AB (fig. 57.2) se llevan las distancias que hay entre los puntos $a_1, b_1, \dots$ y $a_2, b_2, \dots$ de la figura 55.2, tomadas paralelamente al eje de la chapa, y se trazan por los puntos determinados perpendiculares a AB . Sobre estas perpendiculares se lleva una regla flexible, en la que una longitud igual al desarrollo de la semicircunferencia media de las bocas se ha dividido en 6 partes iguales en este caso, y flexándola de modo que los puntos de división de la misma coincidan con las perpendiculares correspondientes se traza la curva que forma la regla (línea de pliegue o de corte). Trazando por los puntos de intersección $a_1', b_1', \dots$ paralelas a AB , se obtienen sobre las otras perpendiculares los puntos $a_2', b_2', \dots$ que se unirán por una curva continua (línea de pliegue o de corte para tubo sin pestaña), que será paralela a la anterior.

Desde los puntos d_1' y d_2' , con radios respectivamente iguales a d_1-N y d_2-N (fig. 55.2), se describen arcos que se cortan en los puntos N' , que se unirán con d_1' y d_2' por medio de rectas.

Paralelamente a las líneas de pliegue, a las distancias correspondientes (ancho de la pestaña), se trazan las líneas de corte. Si el cuerpo no lleva pestaña las curvas primeramente trazadas son las líneas de corte.

El desarrollo efectuado corresponde a medio tubo, siendo la otra mitad igual que la representada. Si el tubo no es simétrico, para trazar el desarrollo de la otra parte se procederá del mismo modo que para la primera.

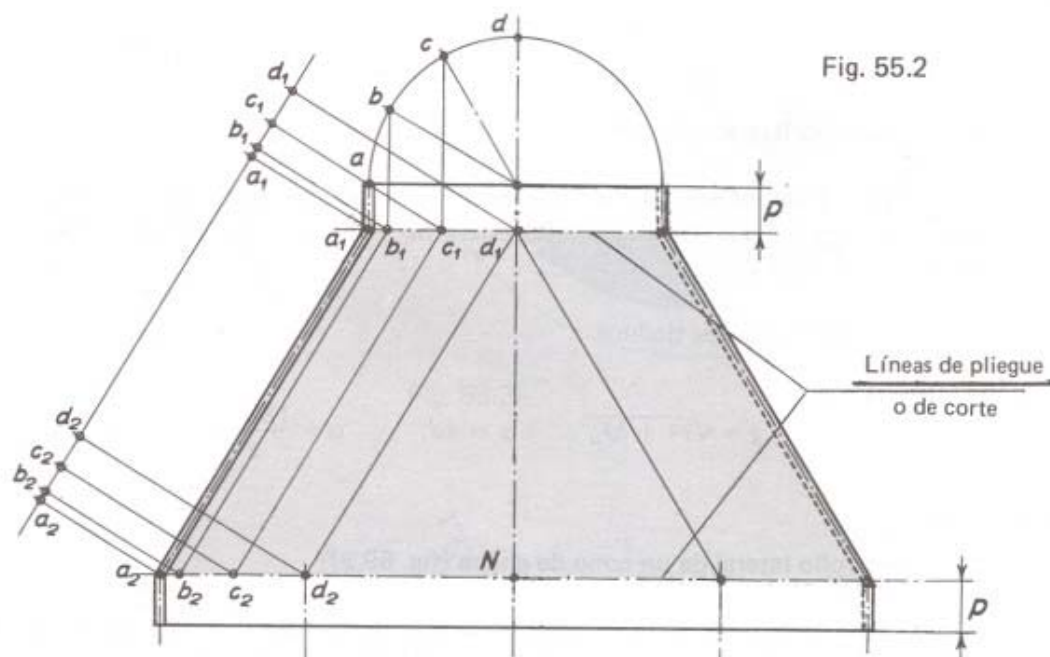


Fig. 55.2

Fig. 56.2

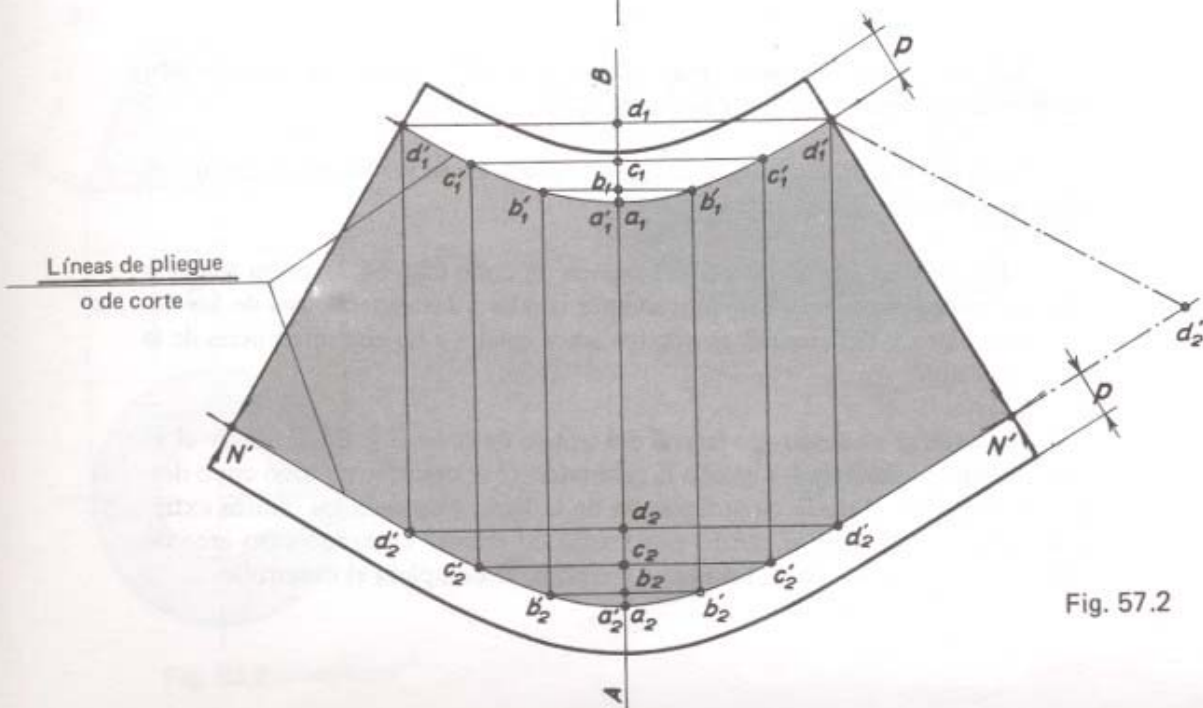
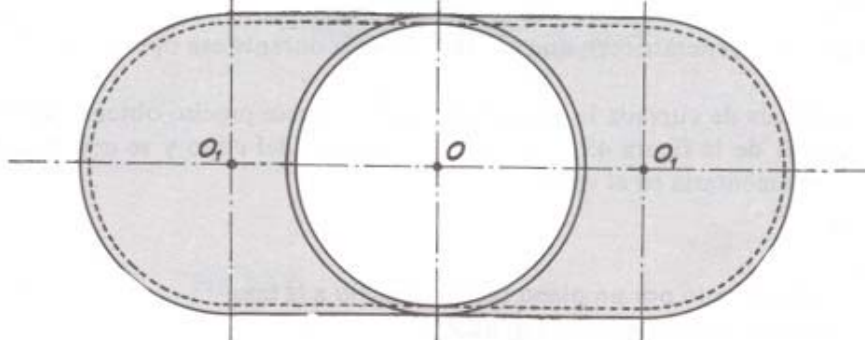


Fig. 57.2

25. Desarrollo lateral del cono

El desarrollo lateral del cono (fig. 58.2) es un sector circular cuyo radio y arco son respectivamente iguales a la generatriz y circunferencia de la base de aquél.

De la figura 58.2 se deduce:

$$g = \sqrt{r^2 + h^2}; \quad a = \pi d; \quad \alpha = \frac{180 \cdot d}{g}.$$

26. Desarrollo lateral de un cono de chapa (fig. 59.2)

Debido al espesor de la chapa, el desarrollo lateral del cono (fig. 60.2) es un trapecio circular cuyo radio y arco mayores son respectivamente iguales a la generatriz y circunferencia medias del cono, siendo el radio menor igual a la diferencia de las generatrices media e interior.

Para facilitar el curvado de la chapa es conveniente trazar en el desarrollo varios radios (generatrices), que servirán de guía durante esa operación.

Después de curvada la chapa (fig. 61.2), si fuese preciso obtener un cuerpo igual al de la figura 49.2, se recortará la base del cono y se colocará una pieza suplementaria en el vértice.

**27. Cono cortado por un plano sector paralelo a la base
(tronco de cono regular, fig. 62.2)**

La sección plana determinada en el cono es un *círculo*.

Los elementos necesarios para el trazado del desarrollo lateral del tronco de cono están determinados en la figura 62.2.

La sección plana (círculo) está representada en su verdadera magnitud en la proyección horizontal (fig. 63.2).

El desarrollo lateral lateral del tronco de cono (fig. 64.2), es un trapecio circular cuyos radios son respectivamente iguales a las generatrices de los conos (completo y deficiente), siendo los arcos iguales a las circunferencias de la base y sección.

Para trazar el desarrollo lateral del tronco de cono (fig. 64.2), desde el V' como centro, con un radio igual a la generatriz G se describe un arco cuyo desarrollo sea igual al de la circunferencia de la base, y se unen los puntos extremos de este arco con el centro por medio de radios. Trazando otro arco de radio igual a G' que corte a los radios trazados, se completa el desarrollo.

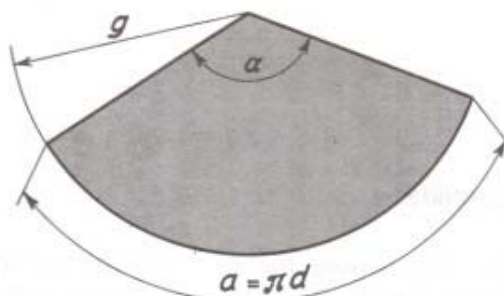
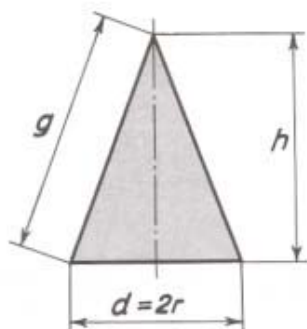


Fig. 58.2

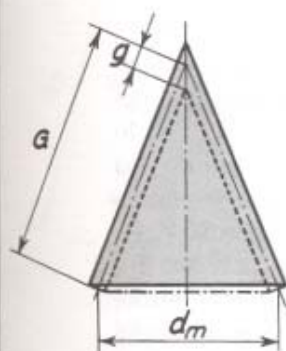


Fig. 59.2

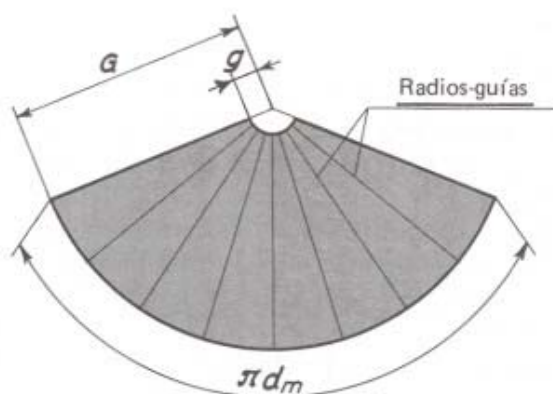


Fig. 60.2

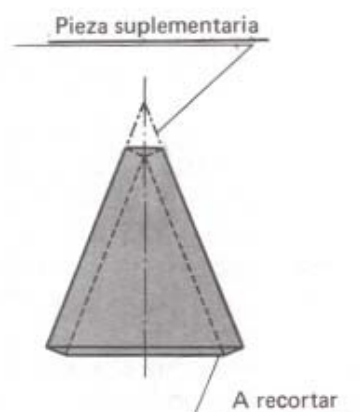


Fig. 61.2

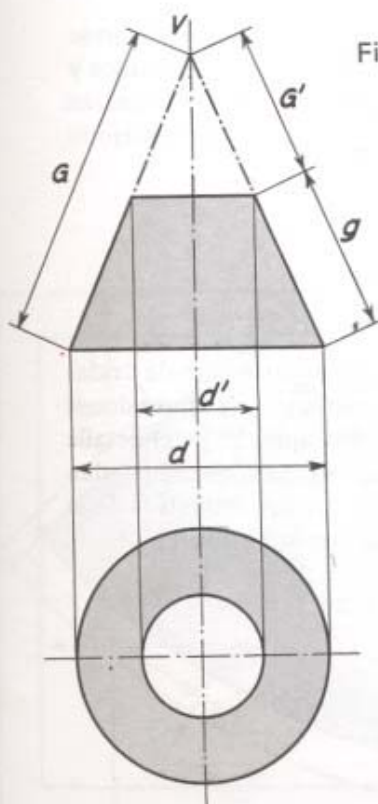


Fig. 63.2

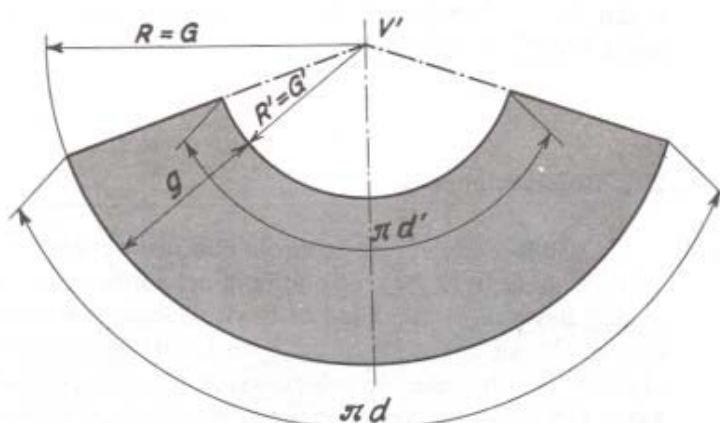


Fig. 64.2

28. Generalidades

En la proposición anterior se han establecido las dimensiones que han de figurar en todo plano o detalle de virolas cónicas, por lo que examinando el dibujo de la virola representada en la fig. 65.2. se observará que constan sus dimensiones principales, por lo que es susceptible de ser trazada siguiendo las orientaciones o métodos expuestos en aquella proposición, sea o no accesible su vértice.

Trazado del desarrollo de la virola

Además de las dimensiones principales de la virola que se indican en la vista principal (fig. 65.2), en el detalle de la fig. 66.2 se fijan otras dimensiones que se habrán obtenido de las fundamentales por trazado o cálculo. Si el vértice O es accesible, con los radios g_1 y $R (= g_1 + g_2)$ se describirán arcos concéntricos, sobre los que a partir de una recta radial central (fig. 68.2) se llevarán a una y otra parte de la misma los semiarcos 1-1 y 2-2 que unidos radialmente, y con los arcos descritos limitan el desarrollo de la virola. Si la junta longitudinal de la virola es remachada, paralelamente a las rectas 1-2 se llevará el ancho b_1 correspondiente al recubrimiento de la junta, y si la virola se dispone con bordes cilíndricos en las bocas, paralelamente a los arcos se dispondrá su ancho u para trazar los arcos correspondientes, que finalizarán en la prolongación de las rectas radiales 1-2 si la junta longitudinal es soldada, o sobre las rectas del reborde b_1 si la junta es remachada.

Si el vértice O no es accesible, después de calculados los valores precisos (como se ha indicado en la proposición anterior) se marcarán los puntos 1-1'-1 y 2-2'-2 extremos y medio de los arcos menor y mayor del desarrollo respectivamente, los cuales se trazarán según los métodos estudiados (núm. 6, pág. 12), para completar el trazado del desarrollo con las rectas radiales 1-2.

29. Observaciones

Cuando el enlace de la virola con otros cuerpos se ha de hacer por medio de bridas (detalle de la fig. 67.2), en el dibujo del conjunto del cuerpo aparecerán las dimensiones principales que no serán las de la virola, como fácilmente se puede apreciar en el detalle (fig. 67.2), ya que la altura de la virola será inferior a la del conjunto para que se puedan efectuar los cordones de soldadura, resultando por este motivo que los diámetros de la virola también son diferentes a los del cuerpo conjuntado (virola con sus bridas).

Fig. 66.2

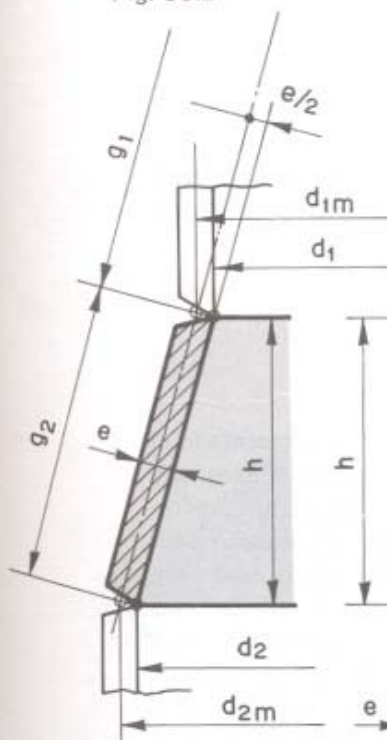


Fig. 65.2

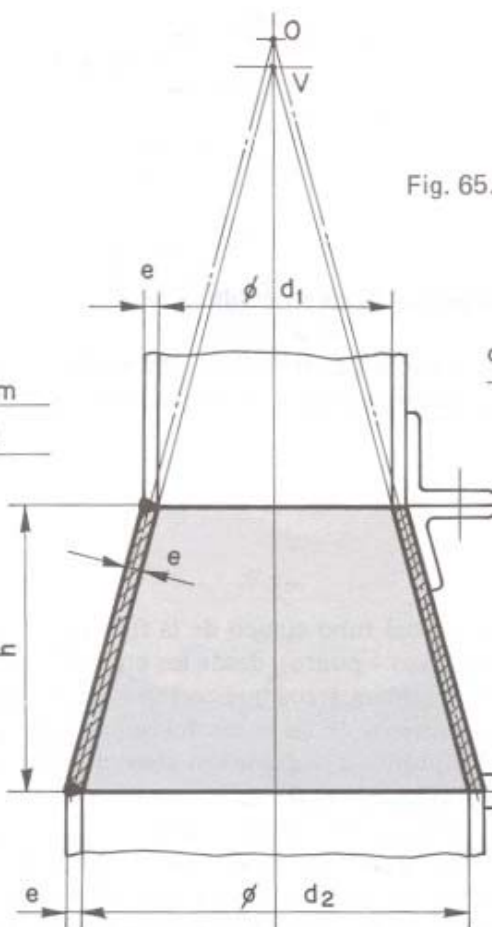


Fig. 67.2

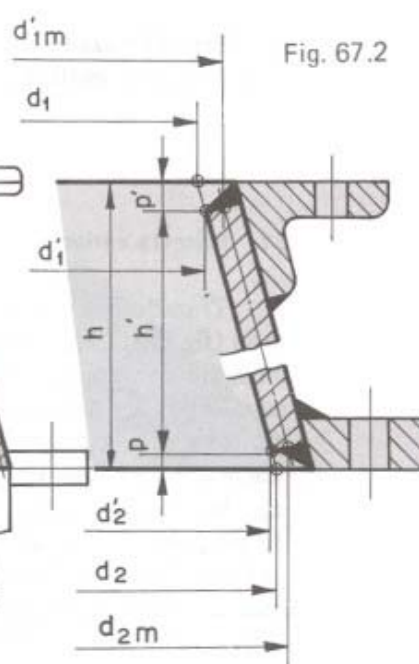
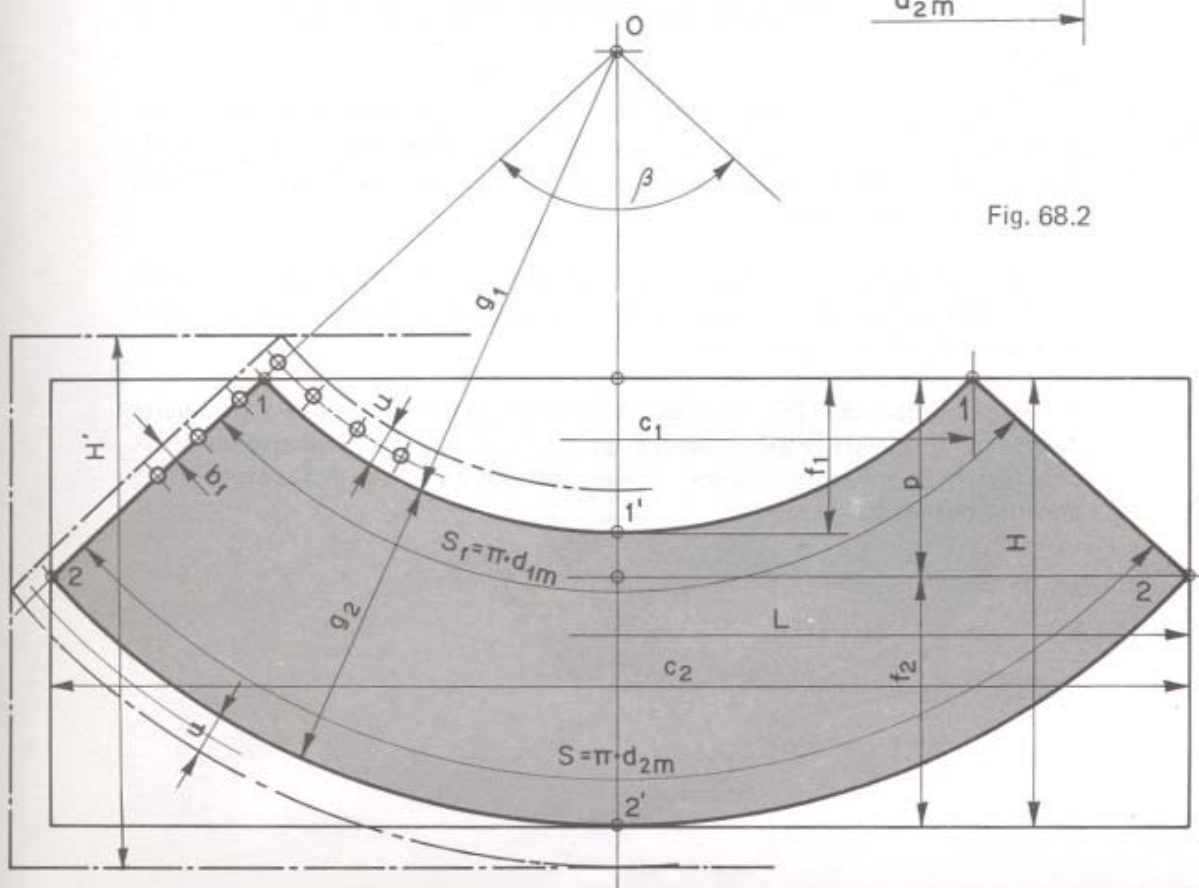


Fig. 68.2



30. Virola cónica cuyo vértice no es accesible

Para el trazado de la virola desarrollada se consideran dos variantes, según se determinen gráfica o numéricamente los elementos necesarios para el trazado.

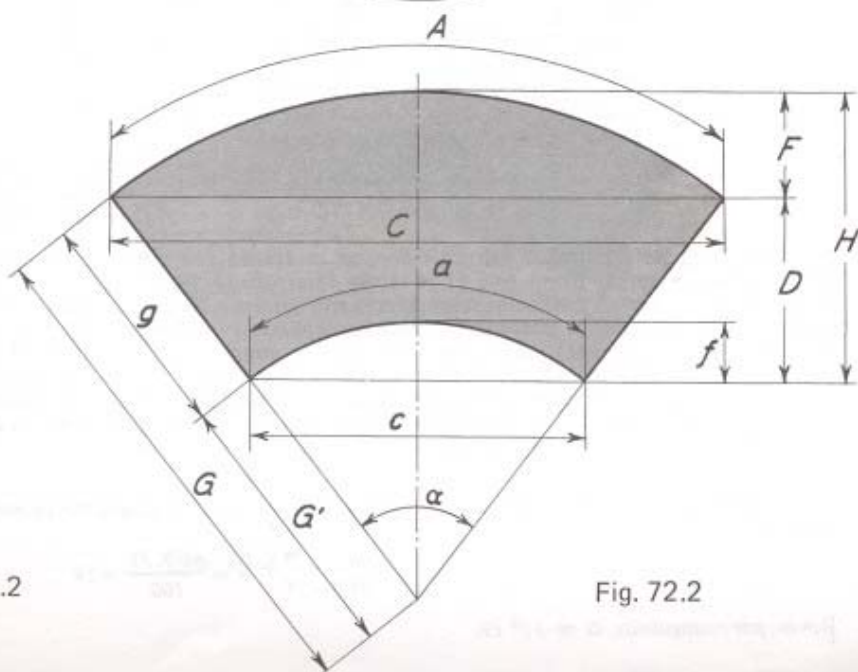
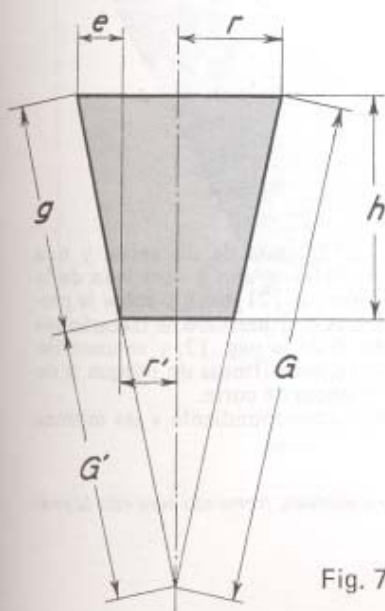
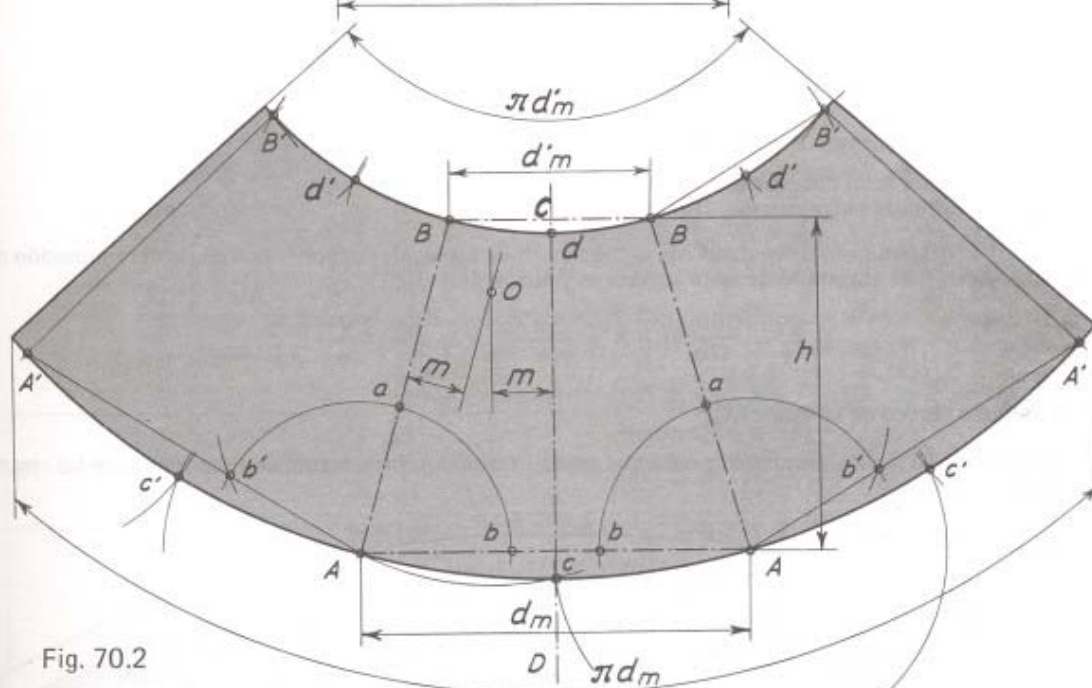
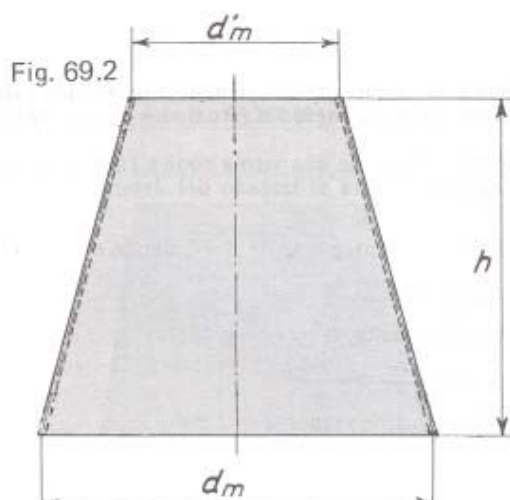
31. Primera variante

Trazado del desarrollo del tubo cónico de la figura 69.2. Representado el tubo (fig. 70.2, líneas de trazo y punto), desde los puntos A como centros, con un radio conveniente se describen arcos que corten a los lados del trapecio formando por los diámetros medios de las bocas del tubo y ejes de la chapa en los puntos a y b , y desde los puntos a se describen arcos que pasando por los puntos b cortan a los arcos anteriormente trazados en los puntos b' que se unen con los A respectivos por medio de rectas; llevando sobre estas rectas a partir de los puntos A , longitudes iguales a AA' , se obtienen los puntos A' , y desde los puntos A' y B , con radios respectivamente iguales a AB y BB se describen arcos que se corten en los puntos B' que se unirán por medio de rectas con los A' y B . Los puntos A', A, A y A' pertenecen al arco mayor, y los B', B, B y B' al arco menor.

Para obtener más puntos del arco mayor se trazan paralelas a igual distancia de los ejes AB y CD , que determinan por su intersección el punto O , y desde éste se describe un arco que pasando por el punto A corte al eje CD en el punto c por el que pasará el arco.

El arco menor se trazará paralelamente al mayor, determinando sus puntos por la intersección de los arcos trazados con los radios correspondientes desde los puntos B y B' , e intermedios.

Una vez trazados los arcos, se llevan sobre los mismos a una y otra parte del eje CD distancias respectivamente iguales a la mitad de los desarrollos de las circunferencias medias de las bocas, y se unen los extremos de los arcos determinados por medio de rectas.



32. Segunda variante

En esta variante se determinan numéricamente los elementos necesarios para el trazado de la virola desarrollada, trazándose los arcos según cualquiera de los métodos estudiados para el trazado de arcos de gran radio sin compás (pág. 10).

Conocidos la altura y diámetros medios de una virola cónica (fig. 71.2, de la página anterior), la determinación numérica de los elementos necesarios para el trazado del desarrollo de la misma (fig. 72.2) se hará de la forma siguiente:

Generatriz del tronco de cono, $g = \sqrt{h^2 + e^2}$, siendo $e = r - r'$.

Generatriz del cono, $G = \frac{g \cdot r}{e}$.

Generatriz del cono deficiente, $G' = G - g$.

Angulo central, $\alpha = \frac{360 \cdot r}{G} = \frac{360 \cdot e}{g}$.

Arco mayor, $A = 2 \pi r$; arco menor, $a = 2 \pi r'$.

Cuerda mayor, $C = 2 G \sin \frac{\alpha}{2}$.

Cuerda menor $c = 2 G' \sin \frac{\alpha}{2}$.

Flecha mayor, $F = G (1 - \cos \frac{\alpha}{2})$.

Flecha menor, $f = G' (1 - \cos \frac{\alpha}{2})$.

Altura total del desarrollo, $H = g + f$.

Distancia entre cuerdas, $D = H - F$.

Nota.— Si el desarrollo está formado por un número n de trapecios circulares iguales, la determinación de los elementos necesarios para el trazado de éstos se hará en función de:

$$\alpha' = \frac{360 \cdot r}{G \cdot n}, \quad A' = \frac{2 \pi r}{n} \quad \text{y} \quad a' = \frac{2 \pi r'}{n}.$$

Desarrollo del tubo cónico de la figura 73.2

La determinación de los elementos necesarios para el trazado se hace según las dimensiones de los ejes de las chapas (líneas medias):

$$r = \frac{1.500 + 10}{2} = 755 \text{ mm}, \quad r' = \frac{1.000 + 10}{2} = 505 \text{ mm}$$

$$e = 755 - 505 = 250 \text{ mm}, \quad h = 1.550 \text{ mm (figura)}$$

$$g = \sqrt{1.550^2 + 250^2} = 1.570 \text{ mm}$$

$$G = \frac{1.570 \times 755}{250} = 4.752 \text{ mm}$$

$$G' = 4.752 - 1.570 = 3.172 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{360 \times 755}{4.752} = 57,31^\circ = 57^\circ 19'(^1)$$

$$A = 2 \times 3,1416 \times 755 = 4.743,8 \text{ mm}$$

$$a = 2 \times 3,1416 \times 505 = 3.173,0 \text{ mm};$$

$$C = 2 \times 4.742 \times 0,47958 = 4.548 \text{ mm};$$

$$c = 2 \times 3.172 \times 0,47958 = 3.042 \text{ mm}$$

$$F = 4.742 \times (1 - 0,8775) = 580,9 \text{ mm}$$

$$f = 3.172 \times (1 - 0,8775) = 388,6 \text{ mm}$$

$$H = 1.570 + 388,6 = 1.958,6 \text{ mm}$$

$$D = 1.958,6 - 580,9 = 1.377,7 \text{ mm}.$$

Una vez determinados estos elementos, se trazan dos rectas paralelas a 1.377,7 mm de distancia, y una perpendicular a ambas líneas (eje de la virola desarrollada, fig. 74.2). Sobre las paralelas, a uno y otro lado de la perpendicular se llevan distancias respectivamente iguales a las semicuerdas (2.274 mm y 1.521 mm), y sobre la perpendicular a partir de las cuerdas, las flechas respectivas (580,9 mm y 388,6 mm). A continuación se trazarán los dos arcos (paralelamente) según cualquiera de los métodos estudiados en el núm. 6 de la pág. 12, y se unen los puntos extremos de los mismos por medio de rectas. Paralelamente a los arcos trazados (líneas de pliegue o de corte), a la distancia correspondiente (ancho de la pestaña, si la lleva) se trazarán las líneas de corte.

Si el ángulo de pliegue de las pestañas es muy grande, se aumentará el ancho correspondiente a las mismas en el trazado, y se recortarán al ancho preciso después de dobladas.

(¹) En el valor de α obtenido, $57,31^\circ$, es necesario reducir las 31 centésimas de grado a minutos, formando para esto la proporción:

$$\frac{100 \dots 60}{31 \dots x} \quad x = \frac{60 \times 31}{100} = 19$$

siendo, por consiguiente, $\alpha = 57^\circ 19$.

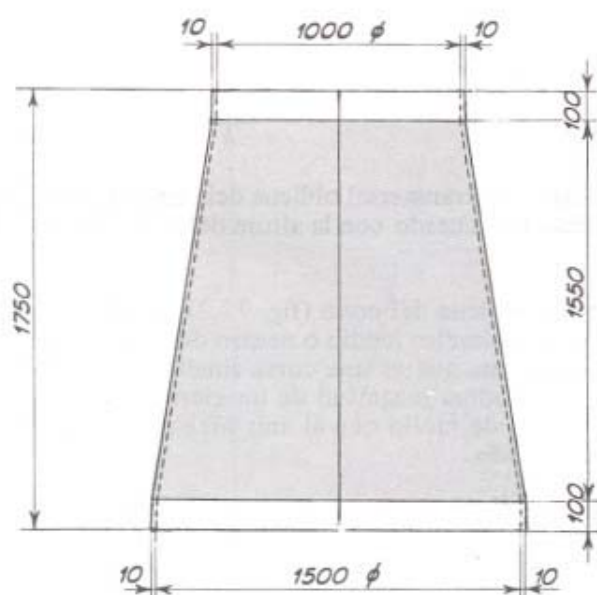


Fig. 73.2

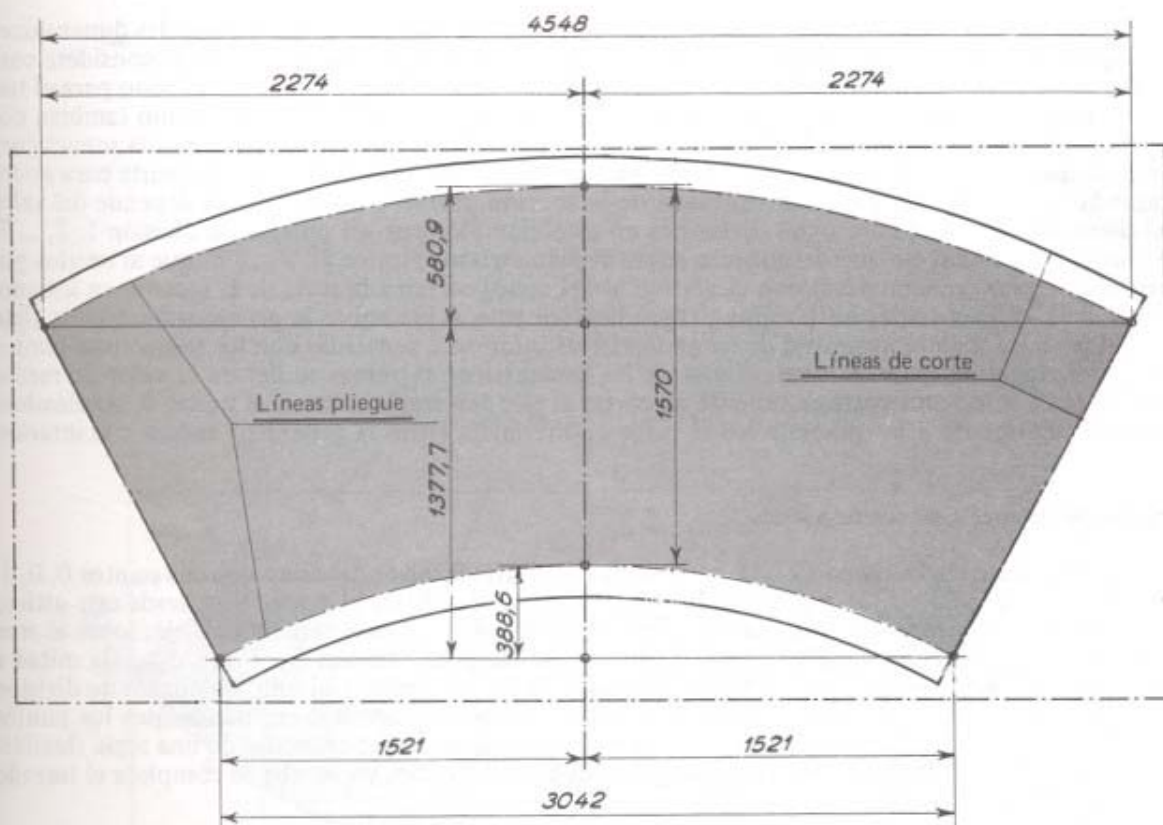


Fig. 74.2

Capítulo II-4	VIOLA CONICA SECCIONADA OBLICUAMENTE. VERTICE ACCESIBLE	Cuerpos cónicos circulares
---------------	--	-------------------------------

33. Generalidades

Como en el cilindro, la sección transversal oblicua del cono es una elipse, variando el valor de los ejes de esta figura o sección de acuerdo con la altura del corte respecto de la base y de la inclinación del plano sector.

El desarrollo de la sección oblicua del cono (fig. 77.2) es en principio un sector circular de arco $S_2 = \pi \cdot d_{2m}$ (siendo d_{2m} el diámetro medio o neutro del cono), sector sobre el que se trazará la transformada de la sección oblicua que es una curva simétrica de forma sinusoidea, para cuyo trazado se precisa conocer la verdadera magnitud de un cierto número de generatrices (seccionadas) dispuestas convenientemente, de modo que al unir sus extremos por medio de una curva continua, ésta sea la que limita el trazado.

Con frecuencia y erróneamente, para el trazado del arco del sector poligonal suele tomarse el valor $d + e$ en lugar del diámetro medio d_m , dando lugar a diferencias por exceso, en virolas de chapa gruesa.

En la fig. 30.2 de la pág. 53 puede apreciarse la diferencia entre los diámetros $d + e$ y d_m .

34. Determinación de los datos precisos para el trazado del desarrollo del cuerpo o virola, siendo el vértice accesible

En la fig. 75.2 está representada la sección oblicua del cono en la que figuran las dimensiones principales y además los diámetros medios, cuyo valor, siempre que sea posible o se considere conveniente, debe figurar en los planos de taller; en la fig. 76.2 se ha representado el cono para el trazado, compuesto por generatrices extremas y diámetros interiores d_1 y d_2 , así como también por la recta oblicua correspondiente al plano sector. Sobre el diámetro d_2 se describirá una semicircunferencia que será dividida en el número de partes iguales que se considere conveniente para poder trazar la curva sinusoidea o transformada de la sección, número de partes que depende del valor del diámetro, considerando ocho divisiones en este ejemplo; por los puntos de división 1, 2, ... 7, se trazan paralelas al eje que determinan sobre el diámetro los puntos $1', 2', \dots 7'$, que al unirlos por medio de rectas (generatrices) con el vértice V del cono, cortan a la recta de la sección en los puntos 1, 2, ... 7, los cuales al llevarlos perpendicularmente al eje sobre la generatriz extrema, fijan sobre ésta la verdadera magnitud de las generatrices interiores, señaladas con los respectivos puntos 0, 1, ... 8; también, paralelamente a una de las generatrices extremas se llevará el valor de medio espesor, $e/2$, y la recta correspondiente al cortar al eje, determina sobre él el punto 0, señalándose perpendicularmente a las generatrices el valor c , diferencia entre la generatriz media y la interior.

Trazado del desarrollo del cuerpo o virola

Sobre el eje de la chapa (77.2), se lleva la generatriz interior del cono con sus puntos 0, 0, 1, 2, ... 8 y V (de la fig. 76.2), y a partir de V la distancia c que fijará el centro 0, y desde este último se describen arcos que pasen por todos los puntos señalados sobre la generatriz o eje; sobre el arco de radio mayor (que pasa por el punto 0 inferior) se lleva la distancia $S_2 = \pi \cdot d_{2m}$ (la mitad a cada lado del eje) y se divide en 16 partes iguales en este ejemplo, y al unir los puntos de división 0, 1, 2, ... 8, ... 2, 1, 0, con el centro 0, se obtiene sobre los arcos correspondientes los puntos 0, 1, 2, ... 2, 1, 0, que se unirán por una curva continua trazada por medio de una regla flexible; esta curva es la transformada de la sección plana oblicua del cono, y con ella se completa el trazado del desarrollo propuesto.

Las dimensiones mínimas de la chapa que se precisa para poder efectuar el trazado del desarrollo, son las L y H, como se señala en la fig. 77.2.

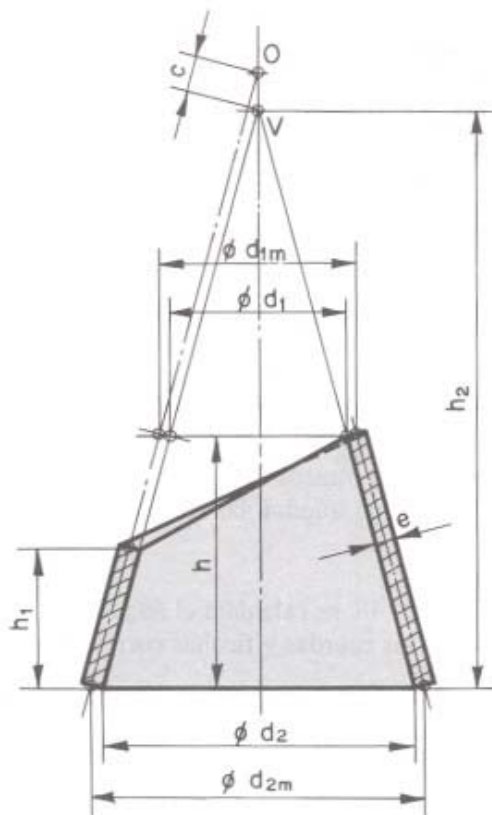


Fig. 75.2

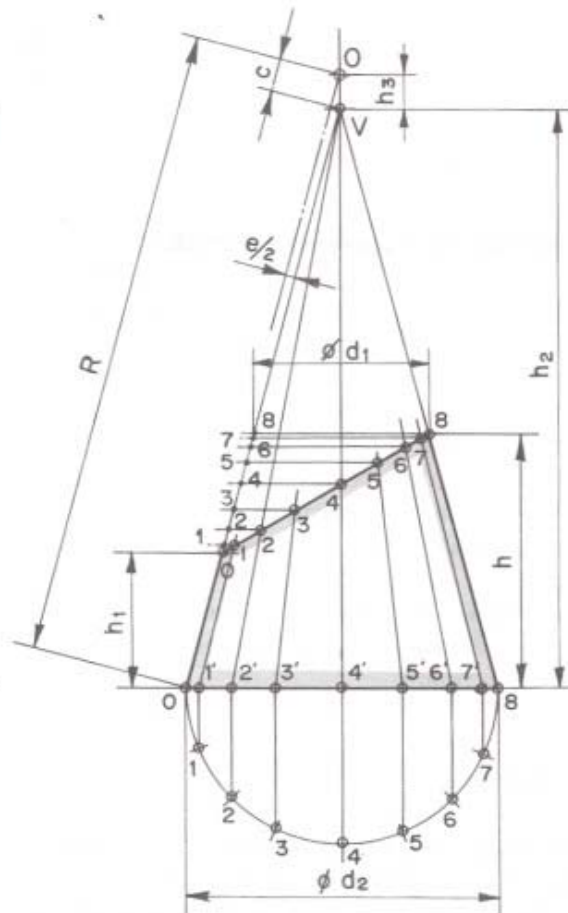


Fig. 76.2

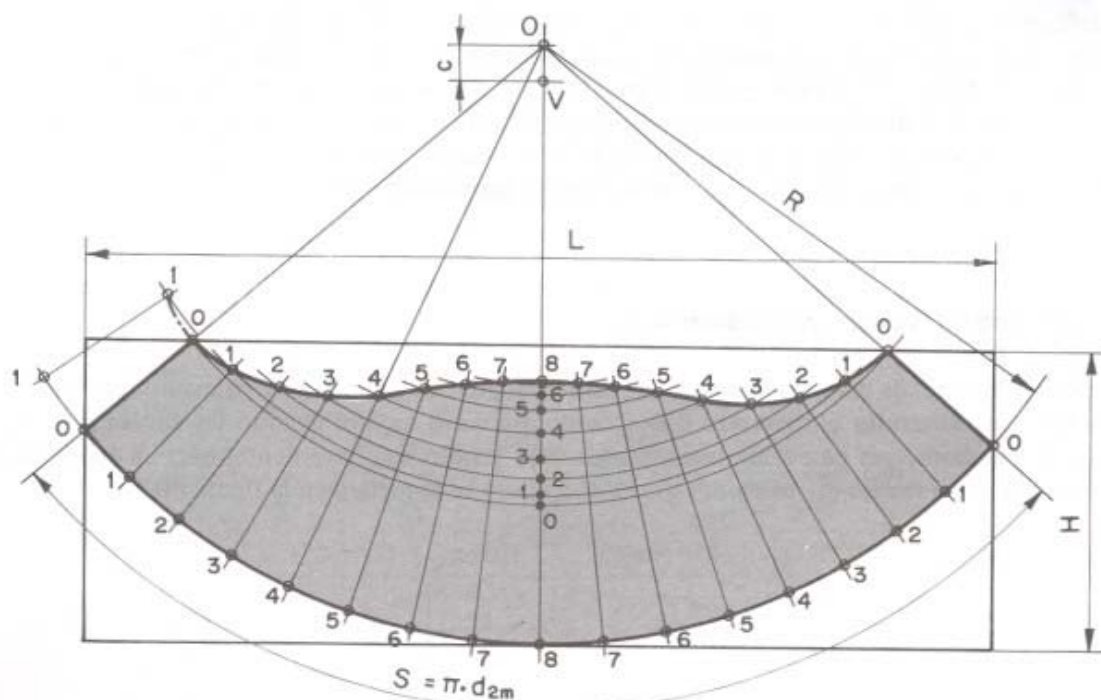


Fig. 77.2

Capítulo II-4	VIROLA CONICA SECCIONADA OBLICUAMENTE. VERTICE INACCESIBLE	Cuerpos cónicos circulares
35. Determinación de datos para el trazado Representada la virola seccionada (78.2), sobre los diámetros interiores d_1 y d_2 se describen semicircunferencias que se dividirán en el mismo número de partes iguales (el conveniente para poder trazar la transformada de la sección por medio de una regla flexible que una los extremos de las generatrices adoptadas), ocho por ejemplo en este caso, y por los puntos de división 1, 2, ... 7, se trazan paralelas al eje que determinan sobre los diámetros los puntos 1', 2', ... 7', que unidos entre sí por medio de rectas, éstas fijan en la línea de sección los puntos 1, 2, ... 7, que se llevan perpendicularmente al eje hasta la generatriz extrema, sobre la que quedan las respectivas generatrices representadas en su verdadera magnitud. Seguidamente y siguiendo lo expuesto en la fig. 71.2, pág. 48, se calculará el ángulo del centro del cono y demás valores del mismo, para después calcular las cuerdas y flechas correspondientes a los arcos extremos. <i>Trazado del desarrollo</i> Sobre el eje de la chapa (79.2) se lleva la generatriz extrema (de la fig. 78. 2) con los puntos 0, 0, 1, 2, ... 8, y relacionados con los puntos extremos 0 y 8 la cuerda y flecha de los arcos respectivos que pasan por estos puntos, los cuales se trazarán según cualquiera de los procedimientos estudiados en el núm. 6 de la pág. 12, figuras 5.1 a 8.1 de la pág. 13. Trazados los arcos extremos, se dividen sus longitudes (que son $S_1 = \pi \cdot d_{1m}$ y $S_2 = \pi \cdot d_{2m}$ respectivamente) en 16 partes iguales, en este caso, y se unen por medio de rectas los puntos del mismo origen (1, 2, ... 8, ... 2, 1) de cada arco; seguidamente y paralelos a los arcos extremos se trazan otros parciales que pasan por los puntos 0, 1, 2, ... 7 del eje, y por su intersección con las rectas correspondientes se obtienen los puntos límites de las generaciones respectivas, puntos que se unirán por medio de una regla flexible, quedando así trazada la transformada de la sección, que con las rectas radiales extremas y el arco inferior completan el trazado del desarrollo propuesto. 36. Diámetro de la virola para el desarrollo Normalmente, en virolas cónicas de reducido ángulo de pendiente y chapa no muy gruesa, se toma para su desarrollo el diámetro $d + e$ como diámetro medio; cuando las virolas tienen gran ángulo de pendiente así como también espesor muy grueso, es conveniente tener en cuenta que el valor del diámetro medio d_m es menor que $d + e$, como se apreciará en la figura 80.2.		

**VIROLA CONICA SECCIONADA
OBLICUAMENTE.
VERTICE INACCESIBLE**

Cuerpos cónicos
circulares

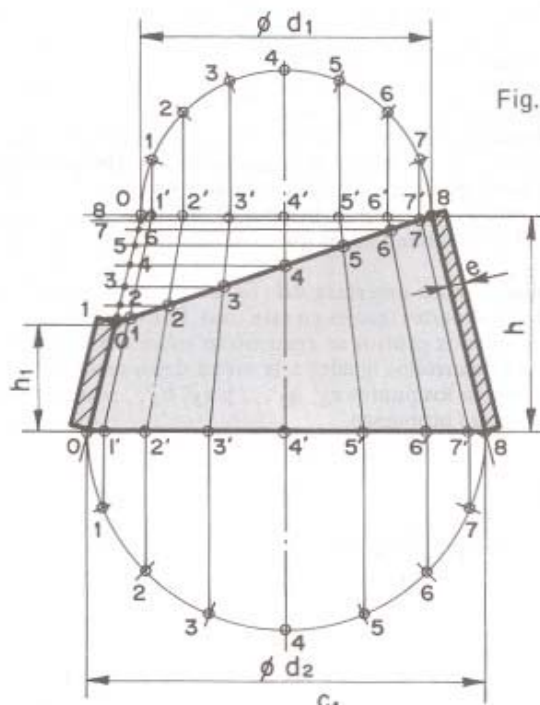


Fig. 78.2

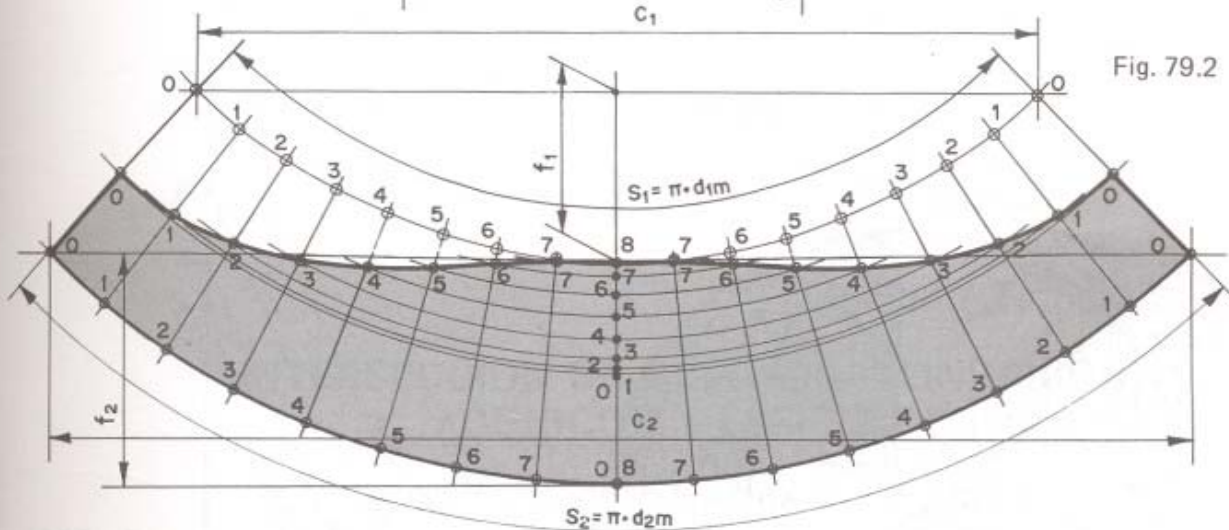
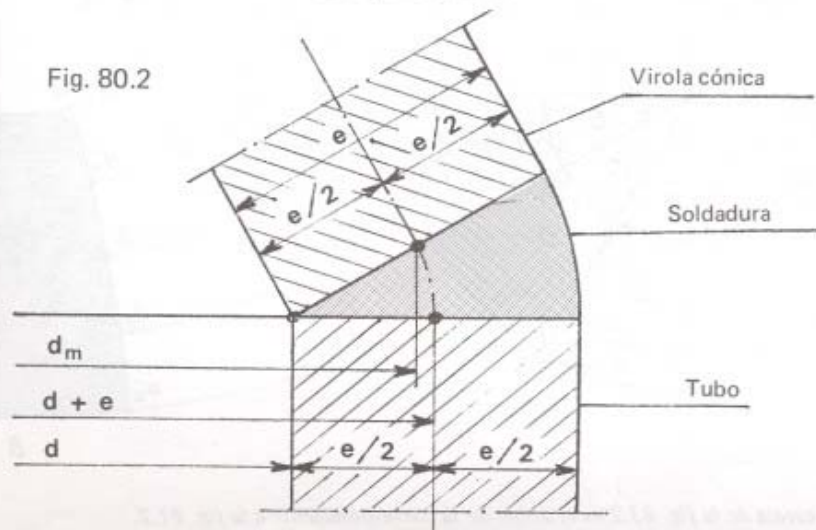


Fig. 79.2

Fig. 80.2



37. Desarrollo de una esfera de chapa

Para efectuar el desarrollo de una esfera de chapa con la aproximación que prácticamente se requiere, se divide ésta por medio de planos paralelos en cierto número de zonas esféricas rematadas por un casquete, que a su vez se dividen en cierto número de partes iguales (figs. 81.2 y 82.2).

La determinación de los elementos necesarios para el trazado de los trozos en que se ha dividido cada una de las zonas, por ejemplo los trozos *B*, se hará del modo siguiente.

Se divide el arco medio correspondiente a este trozo en cierto número de partes iguales, 4 por ejemplo (fig. 81.2), y por los puntos de división *a, b, ...* se trazan tangentes al arco (perpendiculares a los radios que pasan por dichos puntos) que determinan sobre el eje de la esfera los puntos $a_1, b_1, ...$. A continuación, desde los puntos *a, b, ...* se trazan paralelas al eje de la esfera que determinan sobre el diámetro perpendicular al mismo (fig. 82.2) los puntos $a_2, b_2, ...$, y desde el centro *O* se describen arcos que pasando por estos puntos determinan sobre el radio que limita el trozo *B* los puntos $a_3, b_3, ...$.

Para trazar el trozo *B* desarrollado, sobre una recta *AB* (fig. 83.2) se lleva una longitud igual al desarrollo del arco *ae* de la figura 81.2, y se divide en 4 partes iguales en este caso. Por los puntos de división $a', b', ...$ con radios respectivamente iguales a $a-a_1, b-b_1, ...$ cuyos centros se encuentran sobre *AB*, se describen arcos, sobre los que se llevan a una y otra parte de este recta desarrollos iguales a la mitad de los arcos correspondientes $a_2-a_3, b_2-b_3, ...$ tomados sobre la figura 82.2, obteniéndose los puntos $a_2', b_2', ...$ y $a_3', b_3', ...$ que unidos por curvas continuas, con los arcos extremos, determinan el desarrollo propuesto.

38. Sección plana de la esfera

La sección plana de la esfera, es siempre un círculo.

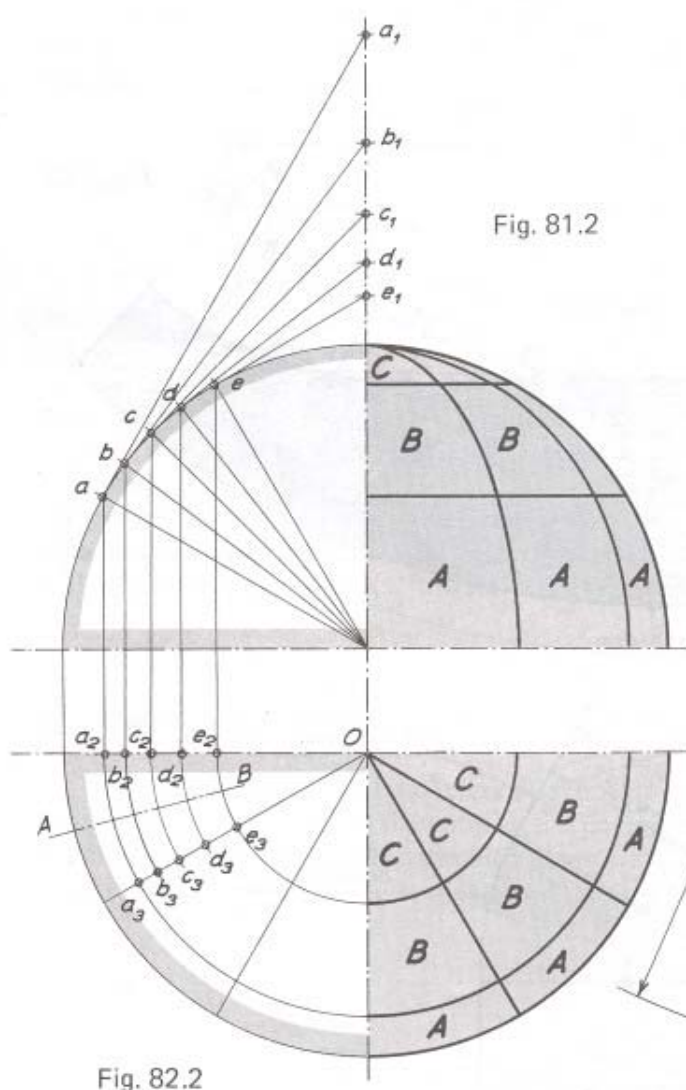


Fig. 82.2

Fig. 81.2

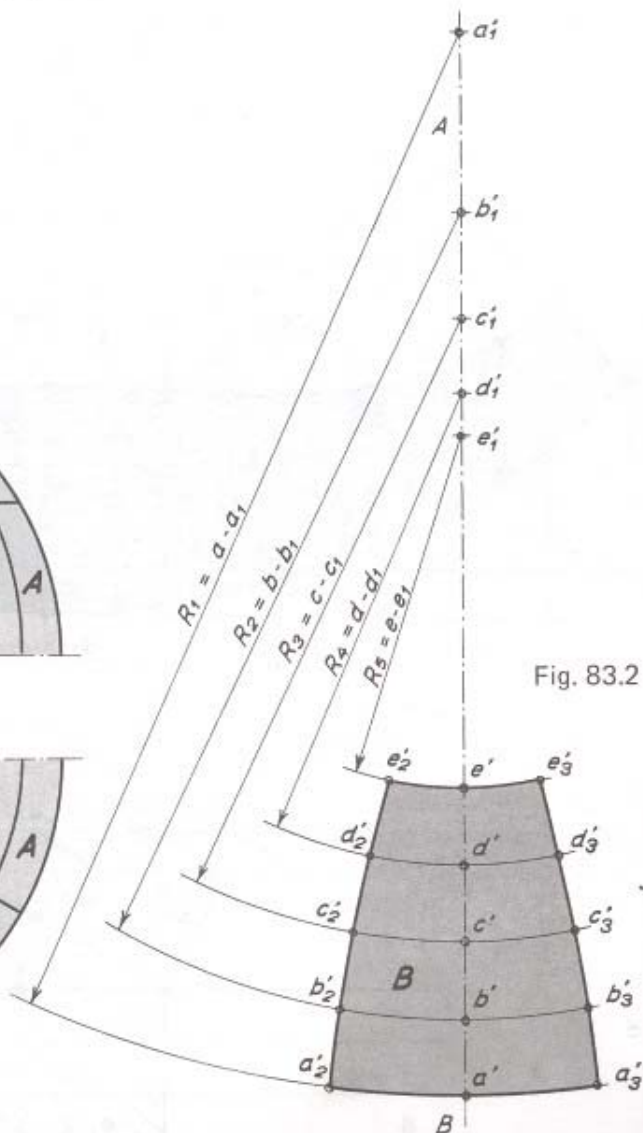


Fig. 83.2

Nota.— La escala de la fig. 83.2 es el doble de la correspondiente a la fig. 81.2.

Sección Tercera

INTERSECCION DE CUERPOS CILINDRICOS, CONICOS Y ESFERICOS (injertos)

Intersección de cilindros y de conos III-1

Injertos cilíndricos sobre cilindros III-2

Injertos cilíndricos sobre conos III-3

Injertos cónicos sobre cilindros III-4

Injertos cónicos sobre conos III-5

Injertos especiales III-6

Injertos cilíndricos y cónicos sobre esferas III-7

1. Línea de intersección de cilindros

La línea de intersección de dos cilindros es una curva común a ambos, que limita la superficie lateral de los mismos.

2. Determinación de la línea de intersección de dos cilindros

Si los ejes de los dos cilindros están contenidos en un mismo plano (fig. 1.3), para determinar la línea de intersección de los mismos en el alzado se describen desde el punto de intersección de los ejes arcos que corten a las generatrices extremas de los dos cilindros y se unen los puntos determinados en cada cilindro por medio de rectas; el punto de intersección de las rectas correspondientes a un mismo arco, pertenece a la línea de intersección, la cual se determina uniendo los puntos obtenidos por una curva continua.

Este procedimiento está basado en que la línea de intersección de un cilindro con una esfera cuando los ejes de los dos cuerpos coinciden, es una circunferencia.

3. Línea de intersección de cilindro con cono y de cono con cilindro

La línea de intersección de un cilindro con un cono es una curva continua que limita la superficie de ambos cuerpos.

Para determinar la línea de intersección se utilizan planos sectores auxiliares que cortan al cono, pasando por el vértice en unos casos y perpendicularmente al eje del mismo en otros, conteniendo a la vez en todos ellos a determinadas generatrices del cilindro.

Cuando los ejes de los dos cuerpos están contenidos por un mismo plano, la línea de intersección se puede determinar describiendo, desde el punto de intersección de los mismos, arcos que corten a las generatrices extremas de ambos cuerpos (fig. 2.3 y 3.3), y uniendo los puntos determinados por el mismo arco en cada uno de éstos, se obtienen puntos de la línea de intersección, que se determinará al unirlos por una curva continua.

4. Determinación de la intersección de dos conos

Para determinar la línea de intersección de dos conos se utilizan planos sectores auxiliares, que pasando por sus vértices determinan secciones triangulares. Los puntos de intersección de los lados de los triángulos determinados por el mismo plano sector pertenecen a la línea de intersección de los dos conos, la cual se obtiene al unir estos puntos por una curva continua.

Cuando los ejes de los dos conos están contenidos en un mismo plano, se puede determinar la línea de intersección de los dos cuerpos describiendo, desde el punto de intersección de los ejes de los conos (fig. 4.3), arcos que corten a las generatrices extremas de los mismos. El punto de intersección de las rectas (cuerdas) que unen los puntos determinados por el mismo arco en cada cono, pertenece a la línea de intersección, que se trazará uniendo estos puntos por una curva continua.

Fig. 1.3

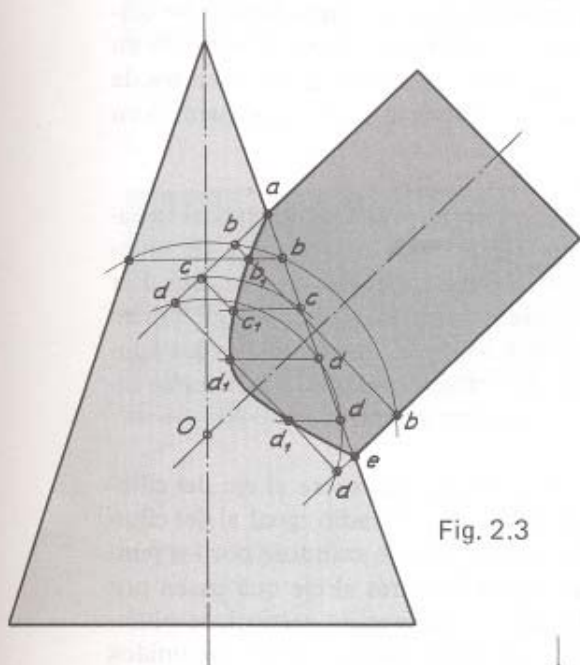
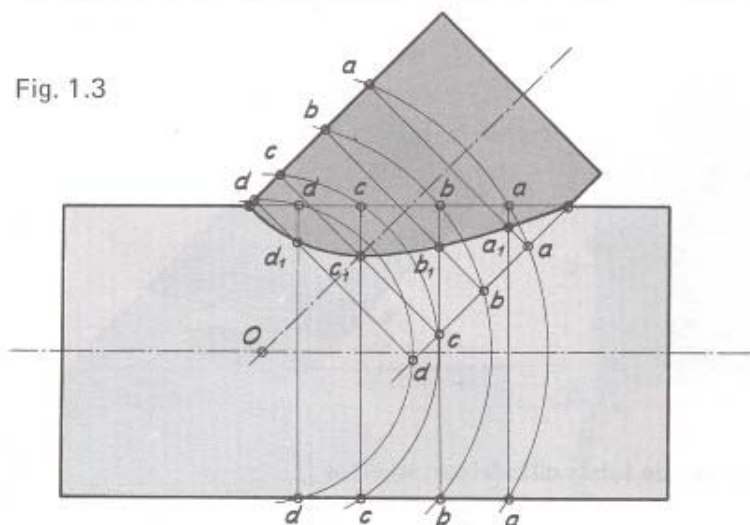


Fig. 2.3

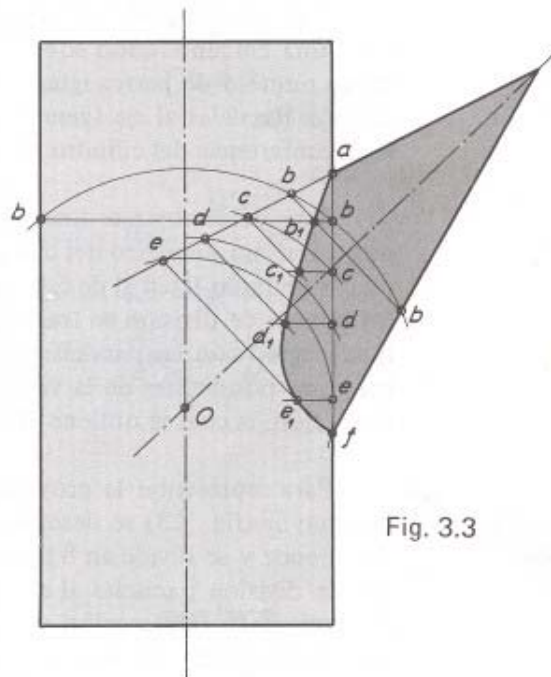


Fig. 3.3

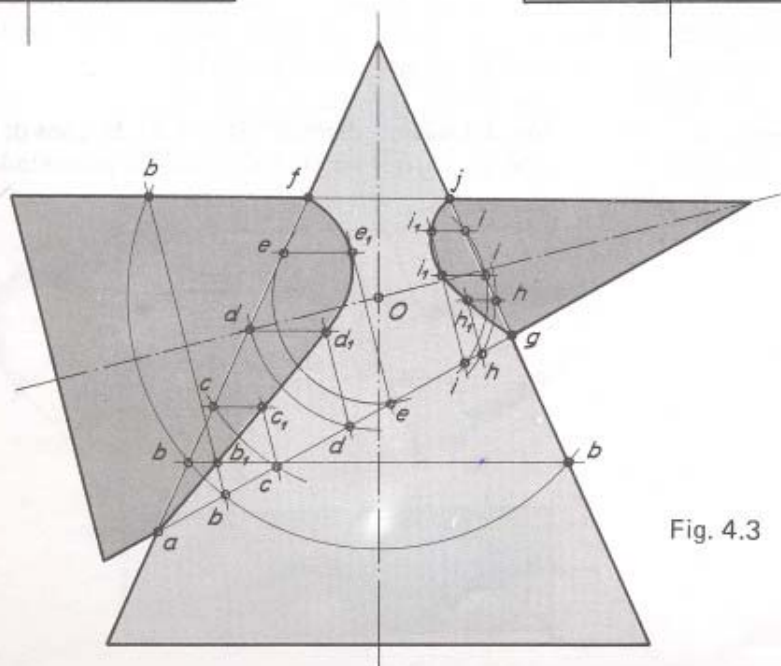


Fig. 4.3

5. Intersección de tubos cilíndricos. Injertos

Representada la vista de perfil (fig. 5.), en la cual la intersección de los dos cilindros está determinada por la circunferencia del cilindro mayor, se describe una circunferencia sobre un diámetro del cilindro menor y se divide en cierto número de partes iguales (8 por ejemplo) trazándose por los puntos de división paralelas al eje (generatrices) que se prolongan hasta su encuentro en la circunferencia del cilindro mayor.

Para determinar la línea de intersección en la proyección vertical (alzado), sobre un diámetro del cilindro menor (fig. 6. 3), se describe una circunferencia de radio igual al de éste, y se divide en 8 partes iguales en este caso. Por los puntos de división se trazan paralelas al eje del cilindro menor, que por su intersección con las paralelas al eje del cilindro mayor, que pasan por los puntos correspondientes de la vista de perfil, determinan puntos de la línea de intersección, la cual se obtiene al unirlos por una curva continua.

Para representar la proyección horizontal (planta), sobre el eje del cilindro mayor (fig. 7.3) se describe una circunferencia de radio igual al del cilindro menor y se divide en 8 partes iguales en este caso, trazándose por los puntos de división paralelas al eje; bajando perpendiculares al eje que pasen por los puntos de intersección determinados en la proyección vertical, se obtienen, por su intersección con las paralelas correspondientes, puntos que unidos por una curva continua determinan la línea de intersección.

Cuando los cilindros son del mismo diámetro (fig. 8.3), la línea de intersección está formada por semielipses, que en el alzado están representadas por elementos rectilíneos.

Fig. 6.3

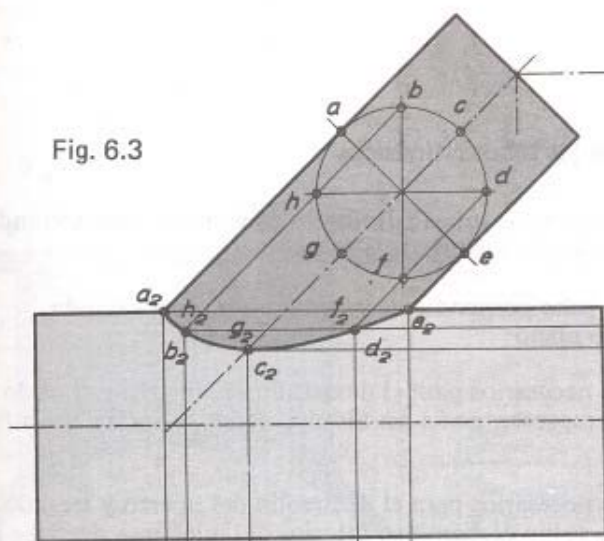


Fig. 5.3

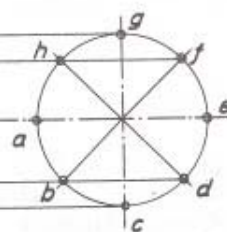
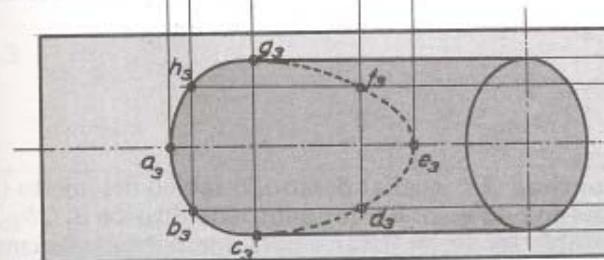
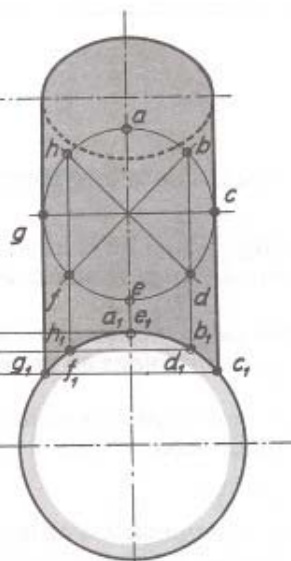


Fig. 7.3

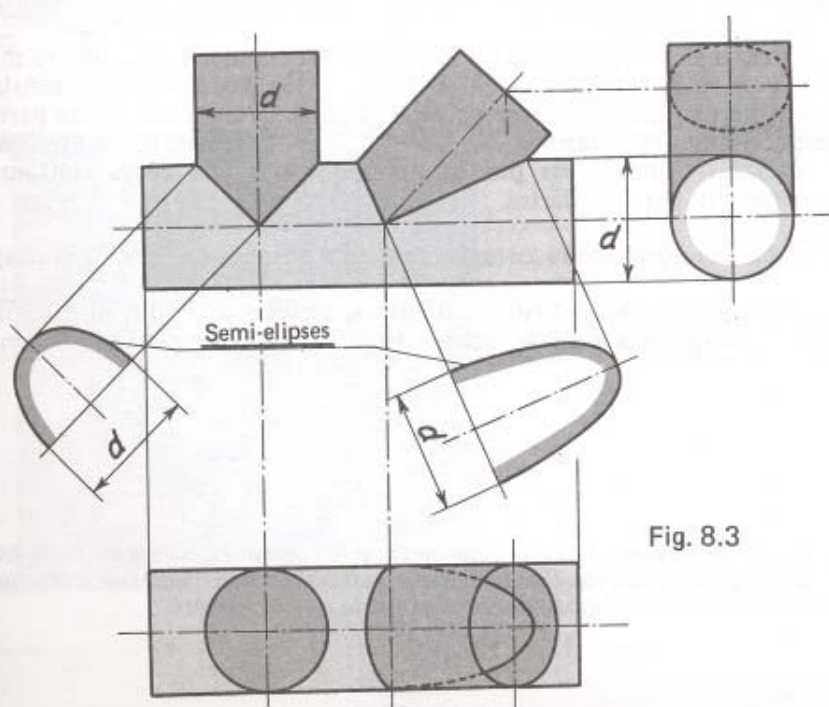


Fig. 8.3

Capítulo III-2	INJERTO DE TUBOS CILINDRICOS EJES PERPENDICULARES CONTENIDOS EN EL MISMO PLANO	Injertos cilíndricos sobre cilindros
6. Disposición de la intersección de los tubos cilíndricos La disposición de la intersección de los tubos cilíndricos es variable, considerándose varios casos según la relación de los ejes de los tubos. 7. Primer caso: intersección de un tubo perpendicularmente sobre otro, estando sus ejes contenidos en un mismo plano Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo del injerto y trazado del agujero en el tubo, es suficiente la representación en alzado, como se indica en la figura 9.3. Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo del injerto y trazado del agujero correspondiente en el tubo, sobre el diámetro interior del injerto se describe una semicircunferencia que se divide en cierto número de partes iguales (6 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje del injerto que determinan sobre el diámetro del mismo los puntos $a_1, b_1, \dots$ y los $a_2, b_2, \dots$ sobre la circunferencia exterior del tubo. Uniendo los puntos $a_2, b_2, \dots$ por medio de rectas con el centro del tubo, se obtienen sobre la circunferencia media de éste los puntos $a_2, b_2, \dots$ <i>Desarrollo del injerto</i> Sobre una recta se lleva una longitud AB igual al desarrollo medio del injerto (fig. 10.3), y se divide en 12 partes iguales en este caso. Por los puntos de división $a_1', b_1', \dots$ se trazan perpendiculares a la recta, sobre las que se llevan a partir de la misma distancias respectivamente iguales a $a_2', b_2', \dots$ que se unen por una curva continua. Esta curva, con la recta AB y las perpendiculares extremas limitan el desarrollo del injerto. <i>Trazado del agujero para el injerto en el tubo</i> Sobre una regla flexible adaptada a la circunferencia media del tubo se marcan los puntos $a_3, b_3, \dots$ y se llevan sobre el eje $X-X$ (fig. 11.3). Por los puntos señalados $a_3', b_3', \dots$ se trazan perpendiculares al eje sobre las que se llevan a una y otra parte de éste distancias respectivamente iguales a $b-b_1, c-c_1, \dots$ de la figura 9.3, obteniéndose los puntos $a_2'', b_2'', \dots$. Uniendo los puntos obtenidos por una curva continua, queda determinado el agujero para el injerto. El agujero para el injerto se recortará totalmente después de curvada la chapa. Las juntas longitudinales del tubo e injerto no deben coincidir, disponiendo la de este último, siempre que sea posible, sobre el eje del tubo, como se indica en la figura 12.3. <i>Nota.— Las consideraciones hechas en esta variante se tendrán en cuenta en todos los casos de intersecciones de cilindros, conos, etc. Siendo el caso estudiado el más frecuente en la práctica, los problemas que siguen se resolverán del modo similar al expuesto en esta variante.</i>		

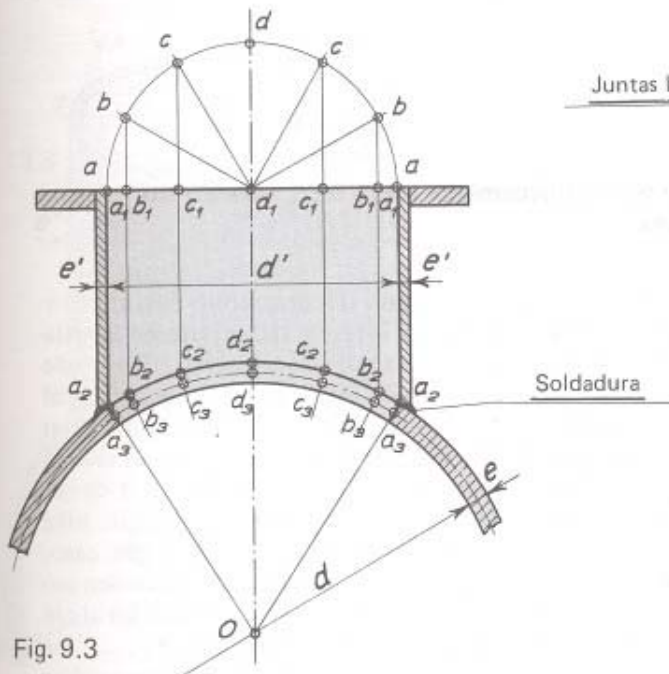


Fig. 9.3

Juntas longitudinales

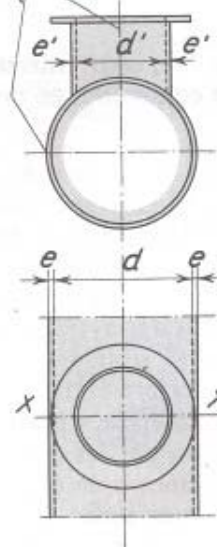


Fig. 12.3

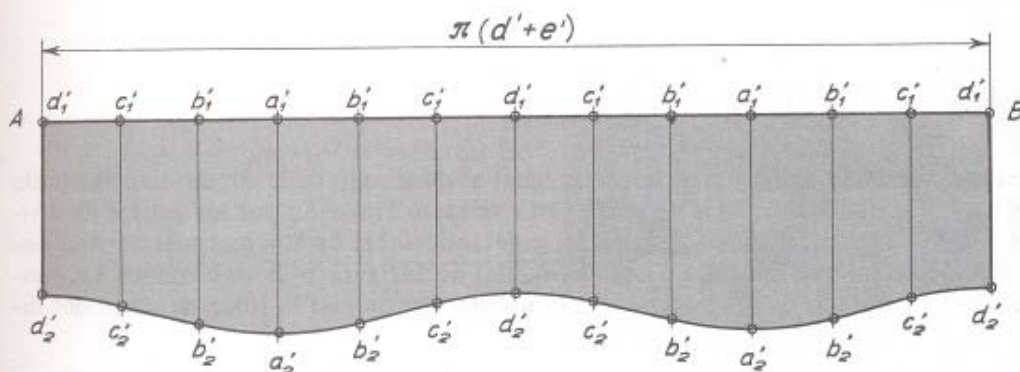


Fig. 10.3

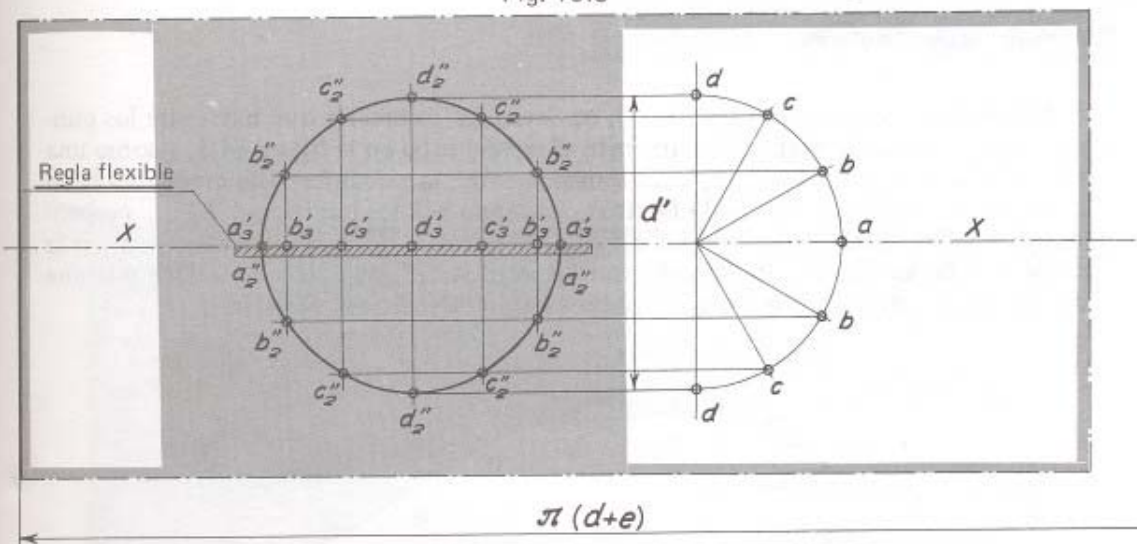


Fig. 11.3

8. Segundo caso: intersección de un tubo oblicuamente sobre otro, estando sus ejes contenidos en un mismo plano

Para determinar los elementos necesarios para el trazado del desarrollo del injerto y del agujero correspondiente en el tubo, sobre el diámetro interior del injerto en la vista de perfil (fig. 13.3) se describe una semicircunferencia que se divide en cierto número de partes iguales (6 por ejemplo), y trazando por los puntos de división $a, b, \dots$ paralelas al eje del injerto, se determinan por su intersección con la circunferencia exterior del tubo los puntos $a_1, b_1, \dots$ y uniendo por medio de rectas los puntos $a_1, b_1, \dots$ con el centro del tubo, se obtienen sobre la circunferencia media de éste los puntos $a_2, b_2, \dots$. A continuación, sobre el diámetro inferior del injerto, en el alzado (fig. 14.3) se describe otra semicircunferencia igual que la anterior, que se dividirá en 6 partes iguales en este caso, y trazando por los puntos de división $a, b, \dots$ paralelas al eje del injerto, se obtienen sobre el diámetro de éste los puntos $a_3, b_3, \dots$ y por su intersección con las paralelas al eje del tubo que pasan por los puntos correspondientes de la vista de perfil ($a_1, b_1, \dots$), los $a_4, b_4, \dots$ que se unirán por medio de una curva continua, que es la línea de intersección de los dos cuerpos.

Desarrollo del injerto (fig. 15.3)

Sobre una recta se lleva una longitud igual al desarrollo de la circunferencia media del injerto, y se divide en 12 partes iguales en este caso. Trazando por los puntos de división $a_3', b_3', \dots$ perpendiculares a la recta, y llevando sobre éstas a partir de aquélla distancias respectivamente iguales a $a_3-a_4, b_3-b_4, \dots$ de la figura 14.3, se obtienen los puntos $a_4', b_4', \dots$, que unidos por una curva continua determinan la línea de corte del injerto.

Trazado del agujero en el tubo

Sobre el eje longitudinal (fig. 16.3), se llevan las distancias que hay entre los puntos $a_4, b_4, \dots$ tomadas perpendicularmente al eje del tubo en la figura 14.3, y sobre una perpendicular, los puntos $a_2', b_2', \dots$ tomados sobre la circunferencia media del tubo (fig. 13.3) por medio de una regla flexible. Trazando por los puntos $a_4', b_4', \dots$ perpendiculares al eje longitudinal y por los $a_2', b_2', \dots$ paralelas al mismo, se obtienen por la intersección de las rectas correspondientes los puntos $a_4'', b_4'', \dots$ que unidos por una curva continua determinan la línea de intersección o de corte del agujero.

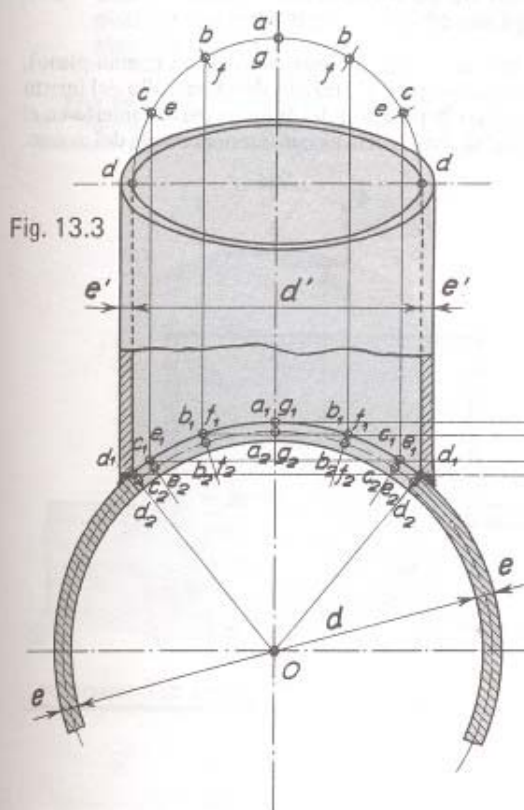
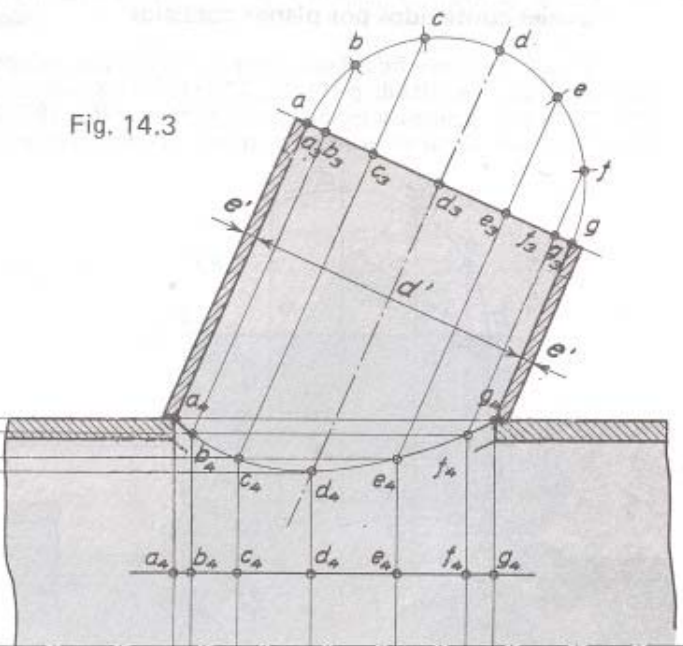


Fig. 14.3



Eje longitudinal

Regla flexible

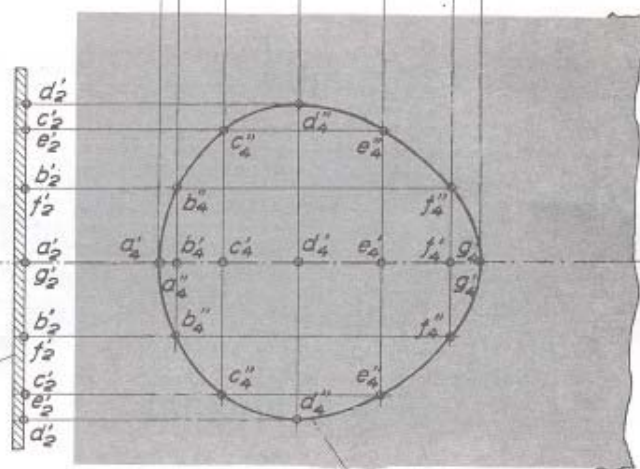


Fig. 16.3

Línea de corte

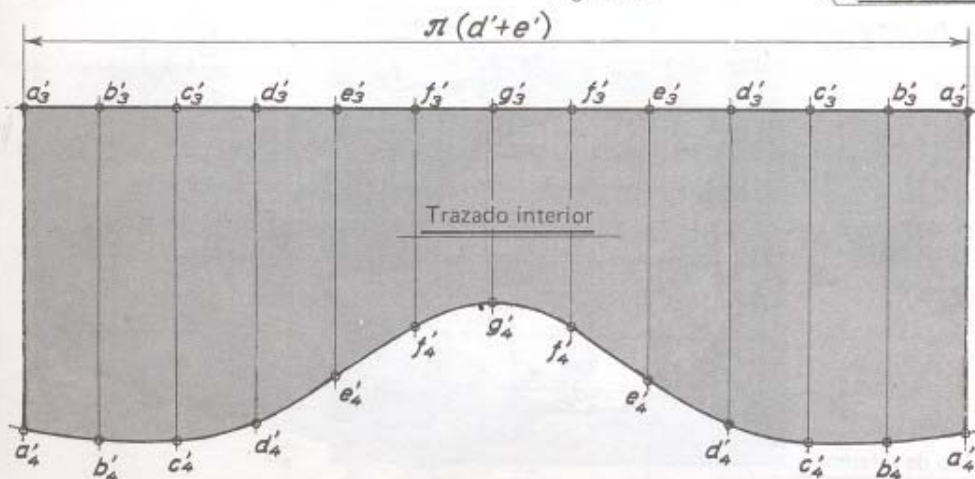


Fig. 15.3

9. Tercer caso: interacción de un tubo cilíndrico perpendicularmente sobre otro, estando sus ejes contenidos por planos paralelos

Este caso se resuelve del modo expuesto en el caso primero (ejes de los tubos contenidos en un mismo plano), deduciéndose de la vista de perfil (fig. 17.3) todos los elementos necesarios para el trazado del desarrollo del injerto (fig. 18.3), y del agujero correspondiente en el tubo (fig. 19.3). Para fijar la posición del agujero para el injerto en el tubo, se tomará como referencia el punto p , intersección de eje vertical de éste con la circunferencia media del mismo.

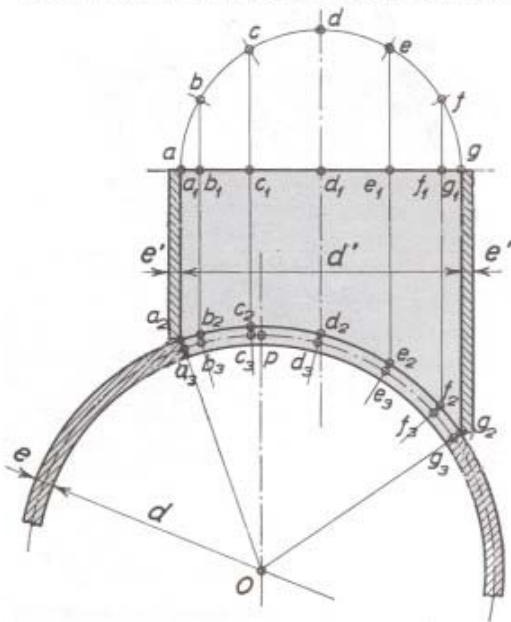


Fig. 17.3

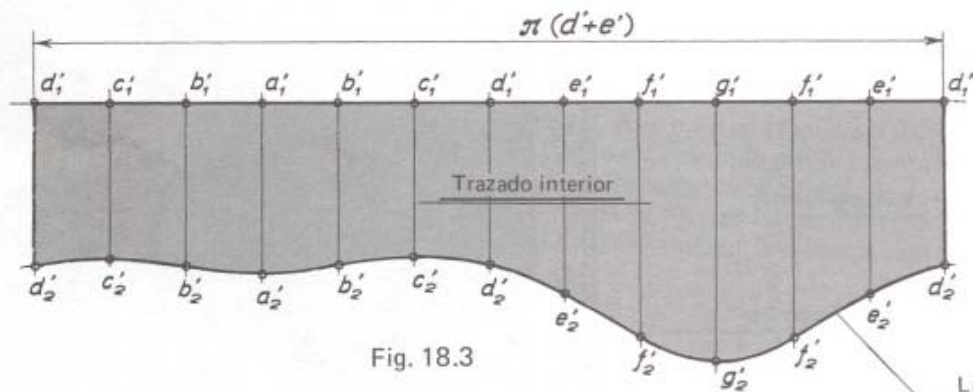
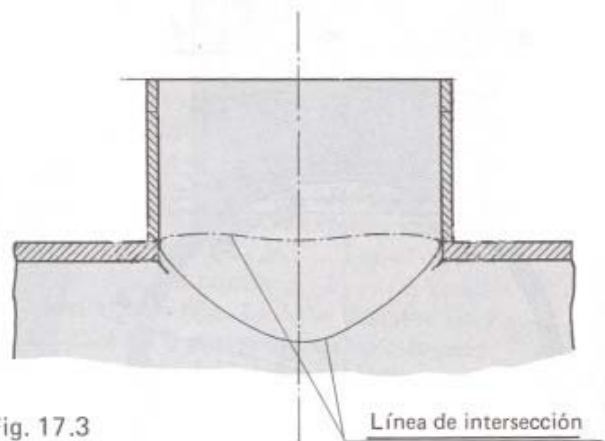


Fig. 18.3

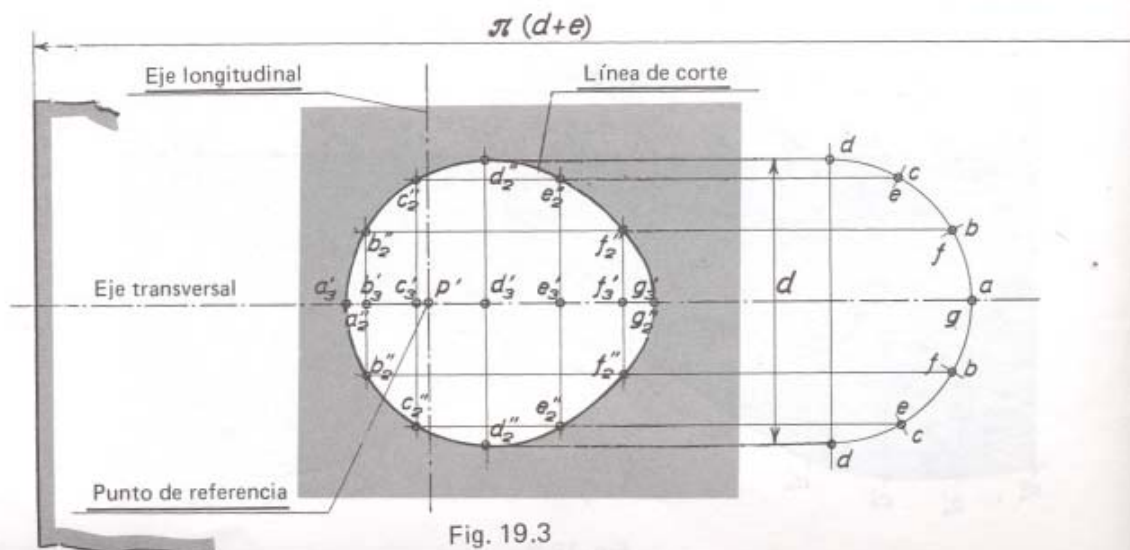


Fig. 19.3

10. Cuarto caso: intersección de un tubo oblicuamente sobre otro, estando sus ejes contenidos por planos paralelos

Para determinar los elementos necesarios para el trazado del desarrollo del injerto y agujero correspondiente en el tubo, se procederá igual en el caso segundo describiendo una circunferencia sobre el diámetro interior del injerto en la vista de perfil (fig. 20.3) y alzado (fig. 21.3). En esta última figura las generatrices auxiliares se proyectan en su verdadera magnitud.

El desarrollo del injerto (fig. 22.3) y agujero correspondiente en el tubo (fig. 23.3) se trazarán del modo expuesto en el caso anterior, tomando de referencia para el trazado del agujero en el tubo el punto p , intersección del eje vertical de éste con la circunferencia media del mismo (véase la figura 20.3).

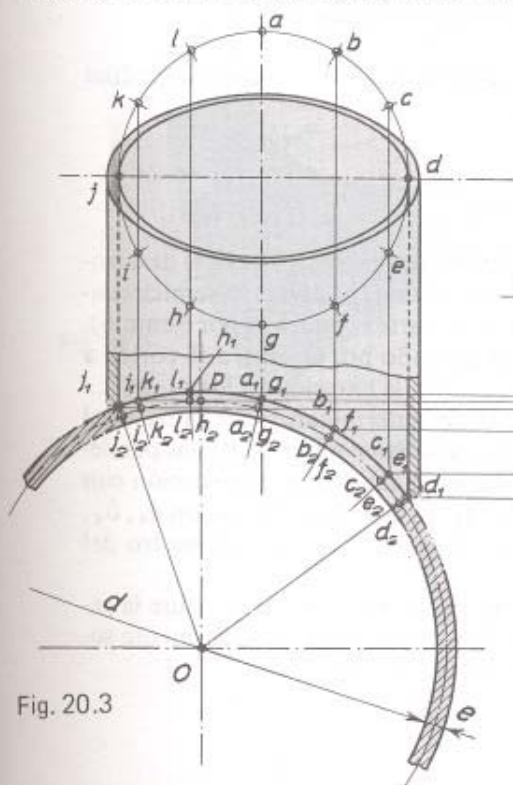


Fig. 20.3

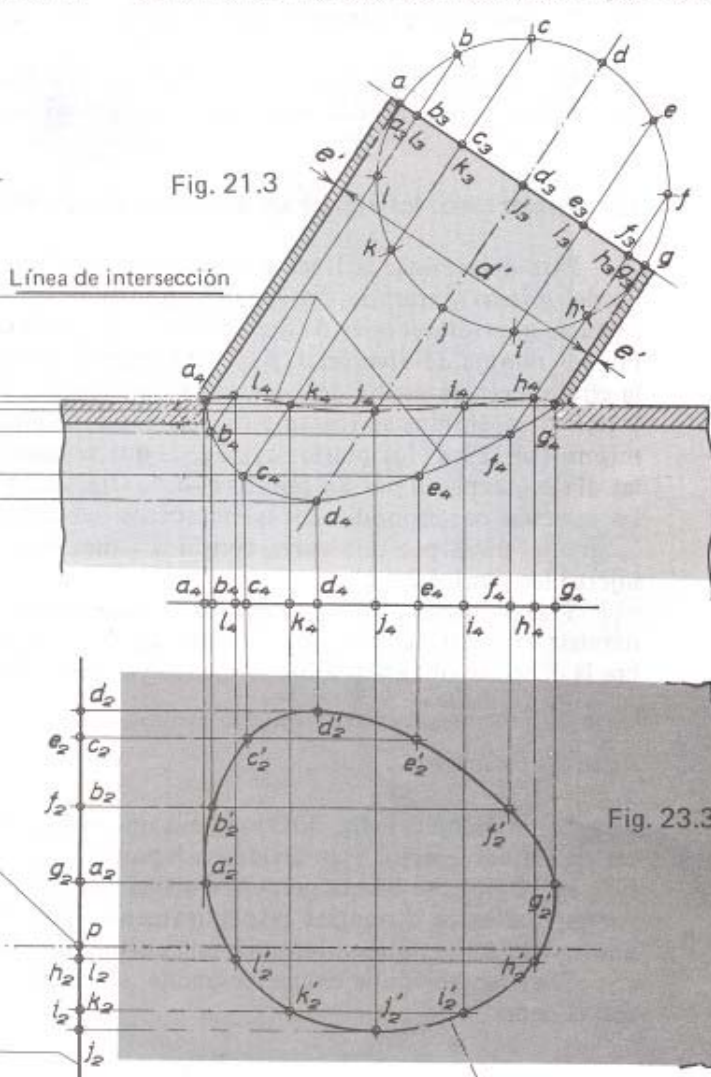


Fig. 21.3

Línea de intersección

Punto de referencia

Eje longitudinal

Regla flexible

Fig. 23.3

Línea de corte

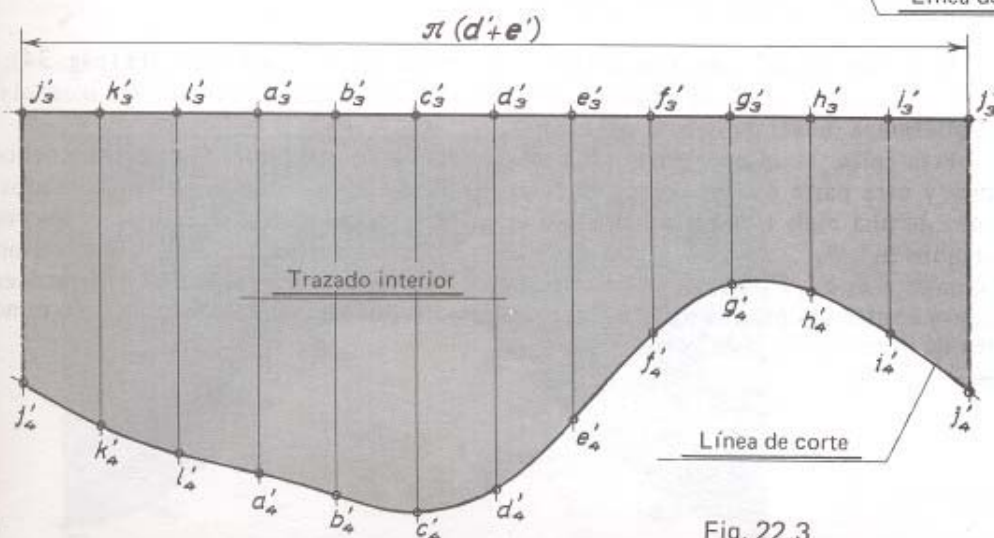


Fig. 22.3

11. Disposición de la intersección de injertos cilíndricos sobre conos

La disposición de los injertos cilíndricos sobre conos, es variable, considerándose varios casos según la relación de los ejes de los tubos.

12. Primer caso: los ejes de los dos tubos son paralelos

Para determinar la línea de intersección y los elementos necesarios para el desarrollo del injerto y trazado del agujero correspondiente en el cono, se divide la semicircunferencia interior del injerto (fig. 28.3) en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan rectas que pasando por el centro P' corten a la circunferencia media del cono en los puntos $a_1, b_1, \dots$ y a la exterior en los $a_2, b_2, \dots$ y por estos últimos se trazan paralelas al eje de aquél que determinan sobre la base del mismo (fig. 29.3) los puntos $a_3, b_3, \dots$ que se unen con el vértice exterior P . Las paralelas al eje que pasan por los puntos $a, b, \dots$ (fig. 28.3) determinan, por su intersección con las oblicuas correspondientes (generatrices del cono), los puntos de penetración $a_4, b_4, \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección) y sobre el diámetro del injerto los puntos $a_5, b_5, \dots$

Trazando por $a_4, b_4, \dots$ perpendiculares al eje del cono, se determinan sobre la generatriz exterior del mismo los puntos $a_6, b_6, \dots$ y al llevar éstos perpendicularmente sobre la chapa se obtienen sobre su eje (línea media) los puntos $a_7, b_7, \dots$

Desarrollo del injerto

Sobre una recta (fig. 30.3) se lleva una longitud igual al desarrollo de la circunferencia media del injerto, y se divide en 8 partes iguales en este caso. Por los puntos de división $a_5', b_5', \dots$ se trazan perpendiculares a la recta, y llevando sobre las perpendiculares correspondientes distancias respectivamente iguales a $a_5-a_4, b_5-b_4, \dots$ se obtienen los puntos $a_4', b_4', \dots$ que unidos por una curva continua determinan la línea de corte.

Si el espesor de la chapa es grande, se biselará el borde en la zona de interferencia con el cono.

Desarrollo del cono y trazado del agujero para el injerto

El desarrollo del cono (fig. 31.3) se efectuará en la forma expuesta (pág. 34), describiendo un arco de radio igual a la generatriz media, cuyo desarrollo sea igual al de la circunferencia media de la base del mismo.

Para trazar el agujero para el injerto, sobre el arco que limita el desarrollo del cono, a una y otra parte del eje correspondiente se llevan los puntos $a_1, b_1, \dots$ tomados por medio de una regla flexible adaptada a la circunferencia media de la base, y los puntos marcados $a_1', b_1', \dots$ se unen con P_1 . Desde P_1 como centro, con radios respectivamente iguales a $P_1-a_7, P_1-b_7, \dots$ se describen arcos que determinan sobre las generatrices correspondientes los puntos $a_4'', b_4'', \dots$ que unidos por una curva continua determinan la línea de intersección o de corte.

Fig. 31.3

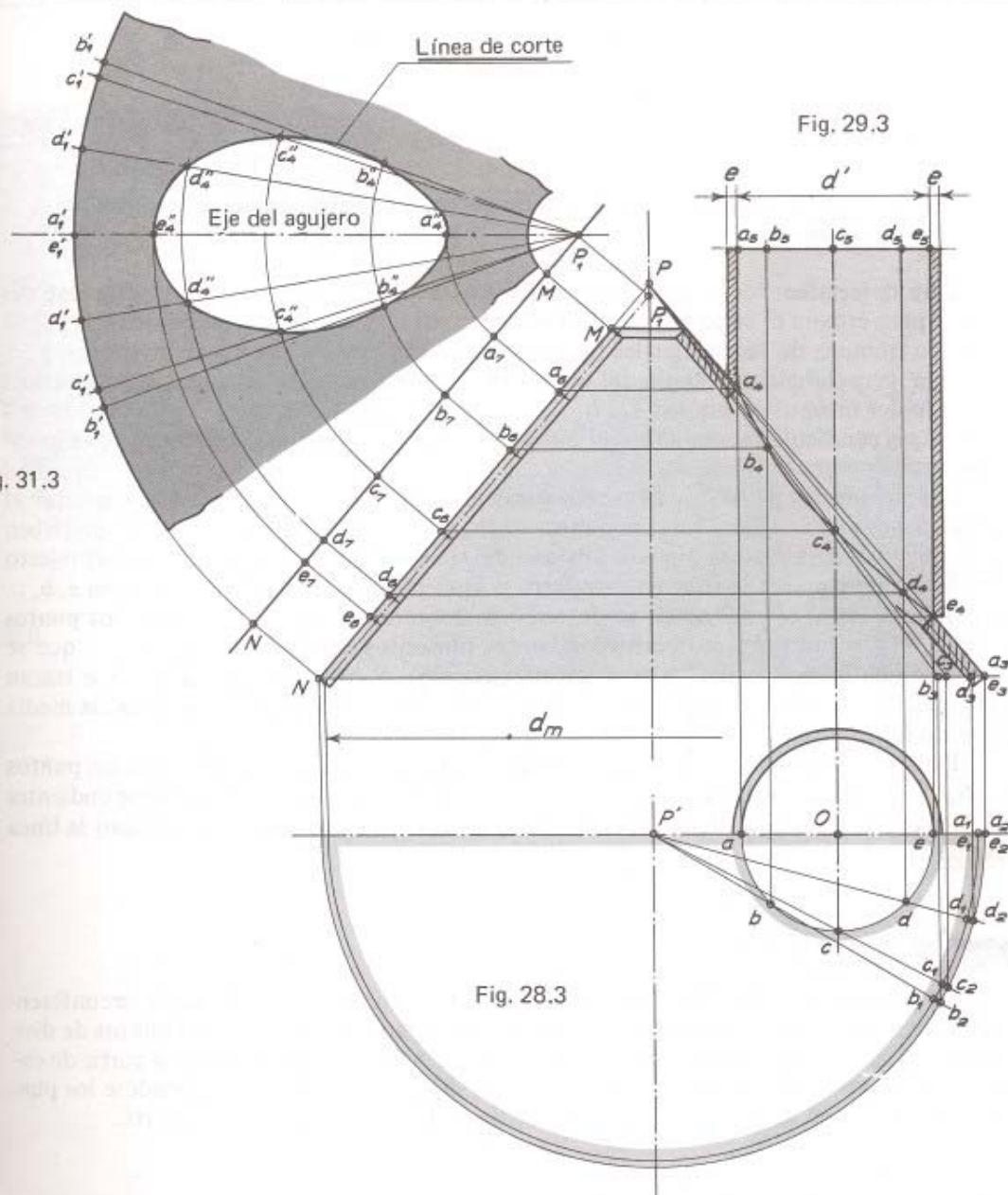


Fig. 28.3

Fig. 29.3

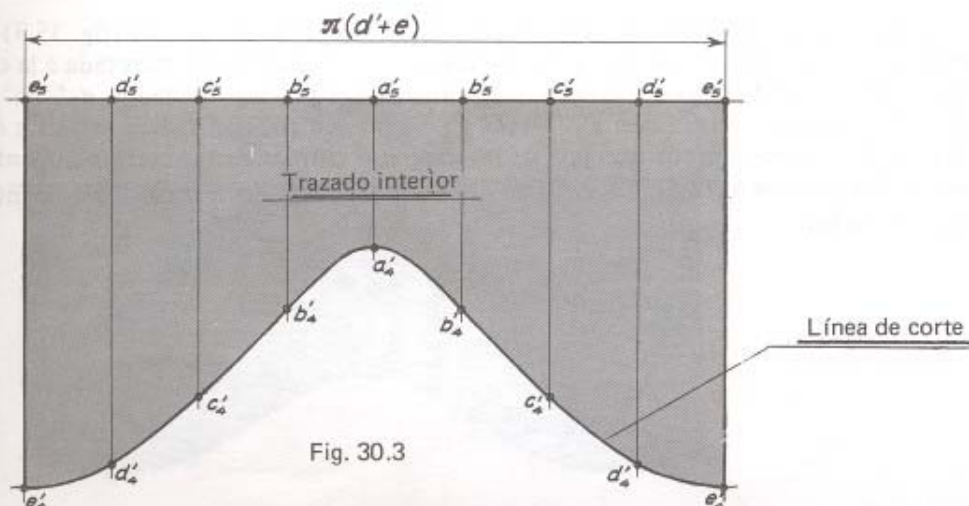


Fig. 30.3

13. Segundo caso: Los ejes de los tubos son perpendiculares y están contenidos en un mismo plano

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo del injerto y trazado del agujero para éste en el cono, se divide la semicircunferencia interior del injerto (fig. 32.3) en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo), y por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan perpendiculares al eje del cono que determinan sobre una de las generatrices extremas del mismo los puntos $a_1, b_1, \dots$ y sobre la otra los $a_2, b_2, \dots$ y llevando estos últimos perpendicularmente sobre el eje de la chapa, se obtienen sobre éste los puntos $a_3, b_3, \dots$

Por los puntos $a_1, b_1, \dots$ se trazan paralelas al eje del cono que determinan sobre el diámetro del mismo (fig. 33.3) los puntos $a_4, b_4, \dots$ y desde P' como centro se describen arcos que pasen por estos puntos. Dividiendo la semicircunferencia interior del injerto (fig. 33.3) en 4 partes iguales en este caso, y trazando por los puntos de división $a, b, \dots$ perpendiculares al eje del cono, se determinan sobre el diámetro del injerto los puntos $a_5, b_5, \dots$ y sobre los arcos correspondientes (descritos desde P') los $a_6, b_6, \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección). A continuación, desde P' se trazan rectas que pasando por los puntos $a_6, b_6, \dots$ determinan sobre la circunferencia media del cono los puntos $a_7, b_7, \dots$

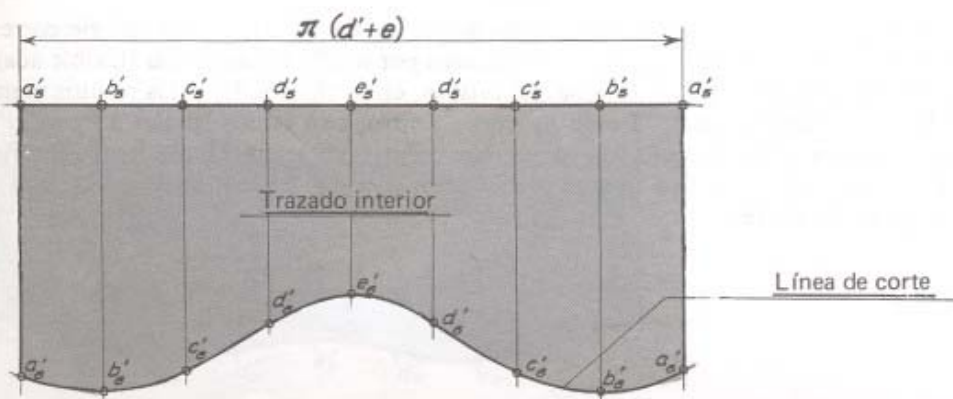
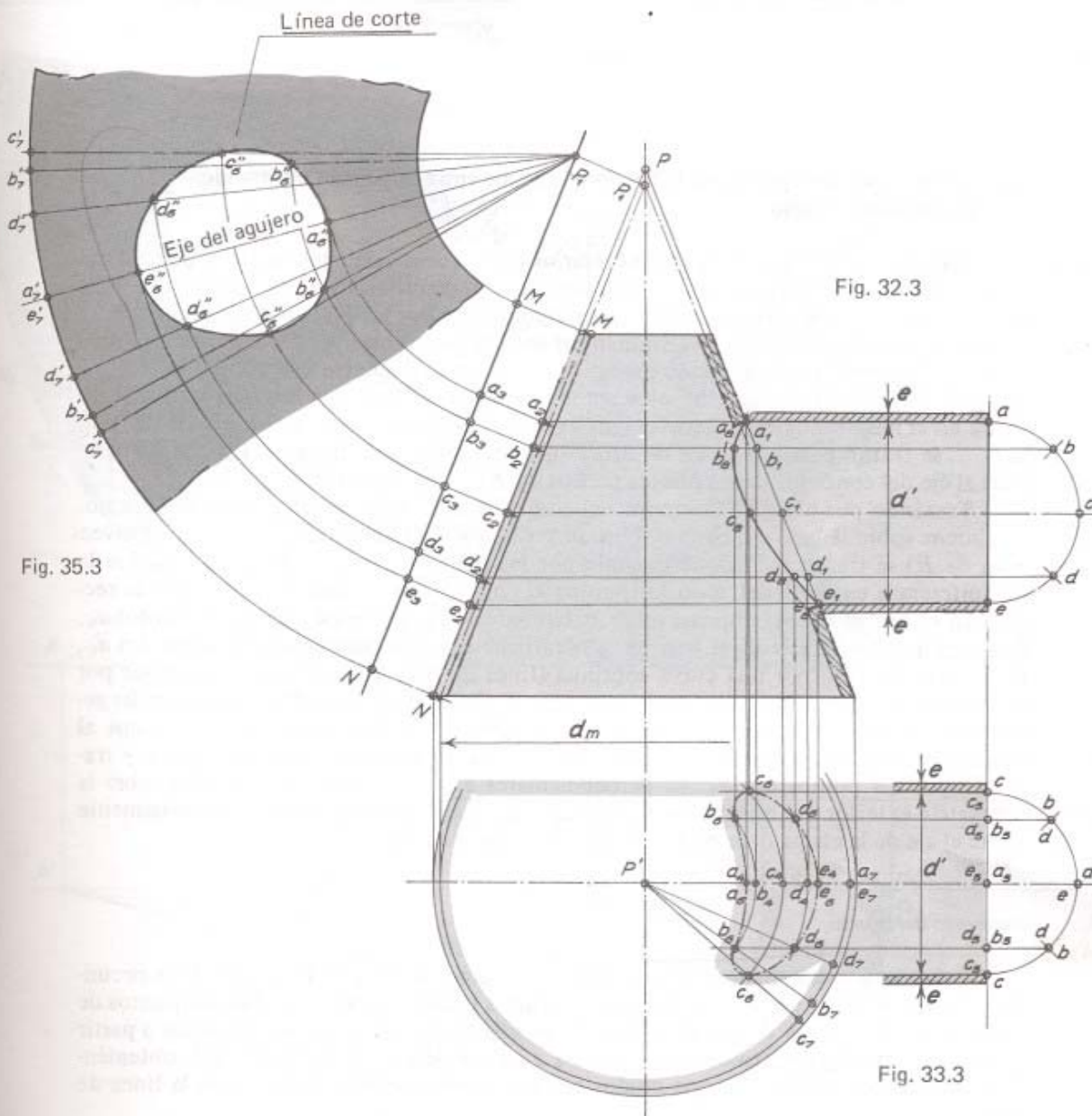
Para determinar la línea de intersección en la figura 32.3, trazando por los puntos $a_6, b_6, \dots$ paralelas al eje del cono, se obtienen sobre las generatrices correspondientes del injerto los puntos $a_8, b_8, \dots$ que unidos por una curva continua determinan la línea propuesta.

Desarrollo del injerto

Sobre una recta (fig. 34.3) se lleva una longitud igual al desarrollo de la circunferencia media del injerto, y se divide en 8 partes iguales en este caso. Por los puntos de división $a_5', b_5', \dots$ se trazan perpendiculares a la recta, sobre las que se llevan a partir de ésta distancias respectivamente iguales a $a_5-a_6, b_5-b_6, \dots$ (fig. 33.3), obteniéndose los puntos $a_6', b_6', \dots$ que unidos por una curva continua determinan la línea de corte.

Trazado del agujero para el injerto en el cono

Sobre el arco del cono de radio igual a la generatriz media de éste (fig. 35.3) se llevan los puntos $a_7, b_7, \dots$ tomados por medio de una regla flexible adaptada a la circunferencia media de la base del mismo (fig. 33.3), y los puntos marcados, $a_7', b_7', \dots$ se unen por medio de rectas con P_1 . Desde P_1 como centro, con radios iguales a $P_1-a_3, P_1-b_3, \dots$ se describen arcos que por su intersección con las rectas correspondientes determinan los puntos $a_6'', b_6'', \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección o de corte).



14. Tercer caso: los ejes de los tubos son oblicuos entre sí y están contenidos en un mismo plano

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo del injerto y trazado del agujero para éste en el cono, se divide la semicircunferencia interior del injerto (fig. 36.3) en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo), y por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje que determinan sobre el diámetro interior del injerto los puntos $a_1, b_1, \dots$ y sobre la base del cono los $a_2, b_2, \dots$. Sobre el diámetro interior del injerto, en la planta (fig. 37.3), se describe otra semicircunferencia igual que la anterior, que se dividirá en el mismo número de partes iguales (4 en este caso), y por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje de aquél que determinan (por intersección con las paralelas al eje del cono que pasan por los puntos $a_2, b_2, \dots$) los puntos $a_3, b_3, \dots$.

Trazando por el vértice exterior del cono (fig. 36.3) una paralela al eje del injerto, se obtiene sobre la base del cono o sobre su prolongación el punto R , y desde R' (proyección de R) se trazan rectas que pasando por los puntos $a_3, b_3, \dots$ determinan sobre la circunferencia exterior del cono los puntos $a_4, b_4, \dots$ que, al unirlos por medio de rectas con el centro P' , determinan sobre la circunferencia media del mismo los puntos $a_5, b_5, \dots$ y por su intersección con las generatrices correspondientes del injerto, los $a_6, b_6, \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección). Haciendo pasar por los puntos $a_6, b_6, \dots$ paralelas al eje del cono, se obtienen por su intersección con las generatrices correspondientes del injerto, en la figura 36.3, los puntos $a_7, b_7, \dots$ que al unirlos por una curva continua determinan la línea de intersección en esta figura, y trazando por los puntos $a_7, b_7, \dots$ perpendiculares al eje del cono, se obtienen sobre la generatriz exterior del mismo los puntos $a_8, b_8, \dots$ que al llevarlos perpendicularmente sobre el eje de la chapa determinan en éste los puntos $a_9, b_9, \dots$.

Desarrollo del injerto

Sobre una recta (figura 38.3) se lleva una longitud igual al desarrollo de la circunferencia media del injerto, y se divide en 8 partes iguales en este caso. Por los puntos de división $a_1', b_1', \dots$ se trazan perpendiculares a la recta, sobre las que se llevan a partir de ésta distancias respectivamente iguales a $a_1-a_7, b_1-b_7, \dots$ de la figura 36.3, obteniéndose los puntos $a_7', b_7', \dots$ que unidos por una curva continua determinan la línea de corte.

Trazado del agujero para el injerto

Sobre el arco exterior del desarrollo del cono (fig. 39.3), a partir del eje correspondiente se llevan los puntos $a_5, b_5, \dots$ (tomados por medio de una regla flexible adaptada a la circunferencia media de la base del mismo, en la fig. 37.3), y los puntos marcados $a_5', b_5', \dots$ se unen con P_1 . Desde P_1 como centro, con radios iguales a $P_1-a_9, P_1-b_9, \dots$ se describen arcos que por su intersección con las rectas correspondientes determinan los puntos $a_7'', b_7'', \dots$ que unidos por una curva continua proporcionan la línea de intersección o de corte.

Fig. 39.3

Línea de corte.

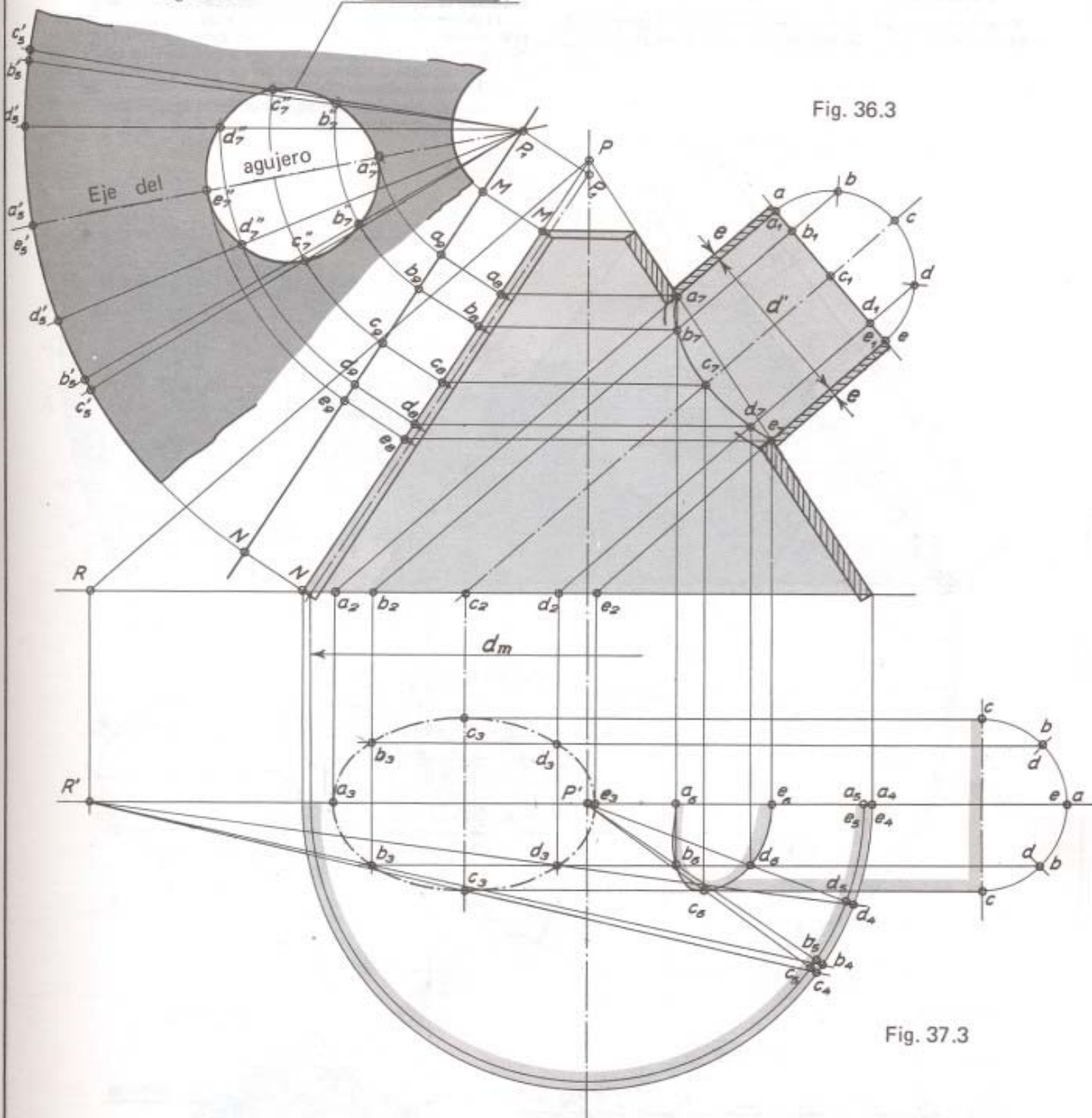


Fig. 37.3

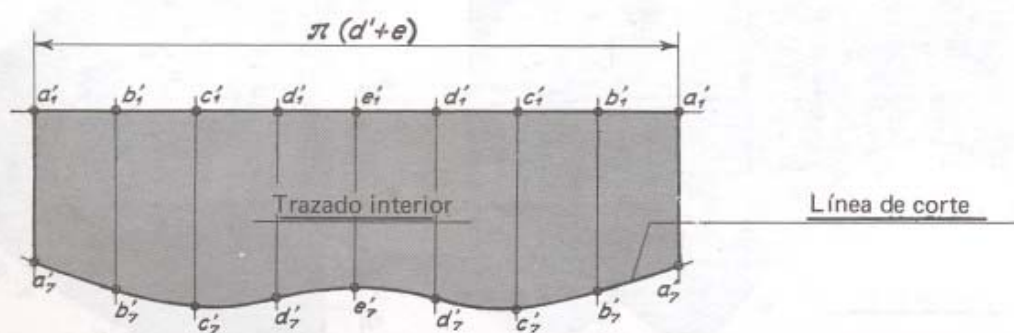


Fig. 38.3

15. Cuarto caso: los ejes de los tubos son perpendiculares y están contenidos por planos paralelos

Para determinar los elementos necesarios para el trazado del desarrollo del injerto y del agujero correspondiente en el cono,

sobre el eje del injerto (figs. 40.3 y 41.3) se describe una circunferencia de diámetro igual al interior de éste y se divide en el número de partes iguales conveniente (8 por ejemplo), continuándose el trazado del modo expuesto en el caso segundo.

El desarrollo del injerto (fig. 42.3) y trazado del agujero para éste en el cono (fig. 43.3) se efectúa igual que en el caso citado, tomando de referencia, para fijar la posición del agujero en el cono, el punto S , intersección del eje de éste con la circunferencia media del mismo (fig. 41.3).

Tanto el desarrollo del injerto como el agujero en el cono son asimétricos en este caso.

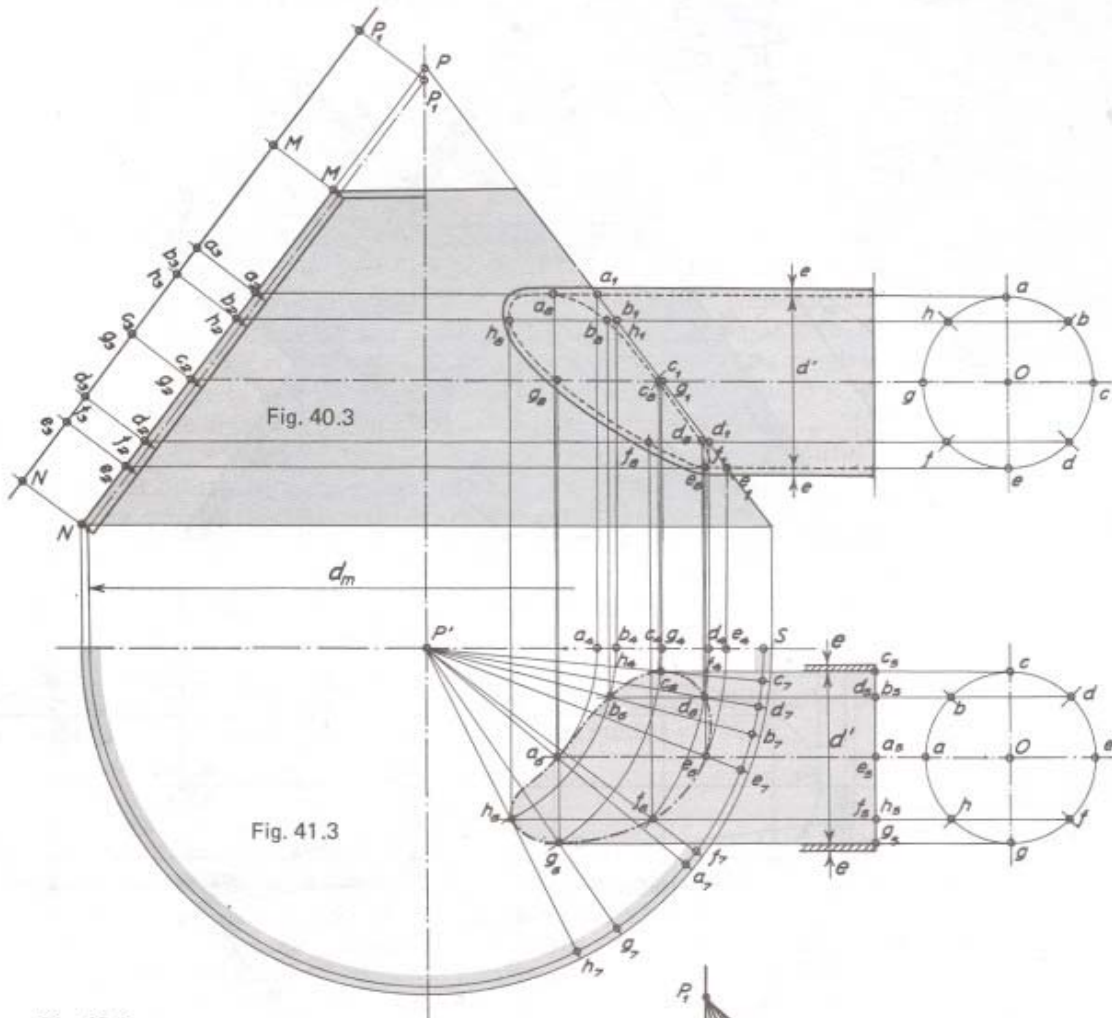


Fig. 42.3

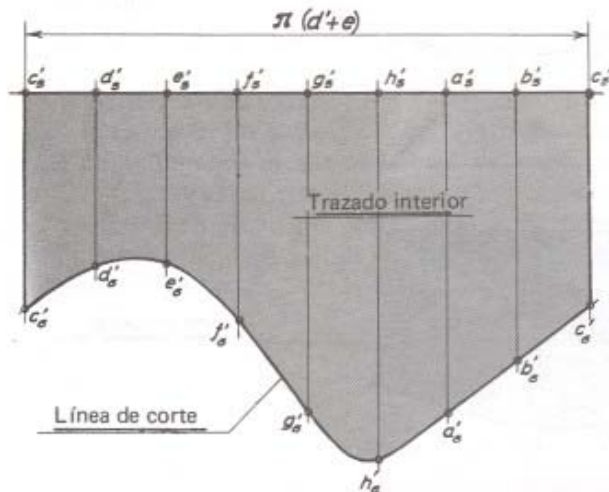
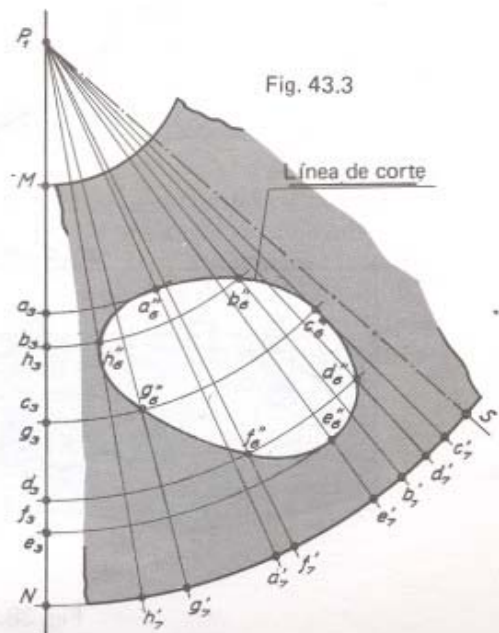


Fig. 43.3



El trazado del injerto desarrollado (fig. 46.3) y el del agujero para este en el cono (fig. 47.3) se efectuará igual que en el caso tercero, tomando de referencia, para fijar la posición del agujero, el punto *S*, intersección del eje del cono con la circunferencia media del mismo (fig. 45.3). Estos dos trazados son asimétricos en este caso.



Capítulo III-4	INJERTO DE TUBOS CONICO Y CILINDRICO EJES PERPENDICULARES CONTENIDOS EN EL MISMO PLANO	Injertos cónicos sobre cilindros
----------------	---	-------------------------------------

17. Disposición de los injertos cónicos sobre cilindros

La disposición de los injertos de tubos cónicos sobre cilindros es variable considerándose varios casos según la relación de los ejes de los tubos.

18. Primer caso: los ejes de los tubos son perpendiculares y están contenidos en un mismo plano

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo del injerto y trazado del agujero correspondiente en el tubo, sobre el diámetro interior del injerto (fig. 48.3) se describe una semicircunferencia que se divide en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje del injerto que determinan sobre el diámetro del mismo los puntos $a_1, b_1, \dots$ por los que se trazan rectas que pasando por el vértice interior del injerto determinan sobre la circunferencia exterior del tubo los puntos $a_2, b_2, \dots$, y al unir estos puntos con el centro de éste, se obtienen sobre la circunferencia media del mismo los puntos $a_3, b_3, \dots$

En el alzado (fig. 49.3), sobre el diámetro interior del injerto se describe otra semicircunferencia que se dividirá en 4 partes iguales en este caso, y por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje que determinan sobre el diámetro de aquél los puntos $a_1, b_1, \dots$ por los que se trazan rectas (generatrices) que pasen por su vértice interior.

Las paralelas al eje del tubo que pasan por los puntos $a_2, b_2, \dots$ (fig. 48.3) determinan por su intersección con las generatrices correspondientes del injerto (fig. 49.3) los puntos $a_4, b_4, \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección), y sobre la generatriz interior extrema (fig. 48.3), los puntos $a_5, b_5, \dots$ que al llevarlos perpendicularmente sobre el eje de la chapa determinan sobre éste los puntos $a_6, b_6, \dots$

Desarrollo del injerto

Con un radio igual al P_1-e_1 se describe un arco de longitud igual al desarrollo $\pi d'_m$ de la circunferencia media del injerto (fig. 50.3), y se divide en 8 partes iguales en este caso.

Por los puntos de división $a_1', b_1', \dots$ de ellas se trazan rectas que pasen por el centro P_1 , y describiendo desde éste arcos de radios iguales a $P_1-a_6, P_1-b_6, \dots$ determinan por su intersección con las rectas correspondientes los puntos $a_4', b_4', \dots$ que se unen por una curva continua (línea de corte de la chapa).

Trazado del agujero para el injerto

Sobre el eje correspondiente (fig. 51.3) se llevan las distancias que hay entre los puntos $a_4, b_4, \dots$ de la figura 49.3 tomadas perpendicularmente al eje del tubo, y por los puntos marcados $a_4', b_4', \dots$ se trazan perpendiculares al eje. Por medio de una regla flexible, adaptada a la circunferencia media del tubo, se toman los puntos $a_3, b_3, \dots$ (fig. 45.3) y se llevan sobre una de las perpendiculares de modo que el punto c_3' coincida con el eje, y trazando por los puntos $a_3', b_3', \dots$ paralelas a éste determinan, por su intersección con las perpendiculares correspondientes, los puntos $a_4'', b_4'', \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección o de corte).

Fig. 49.3

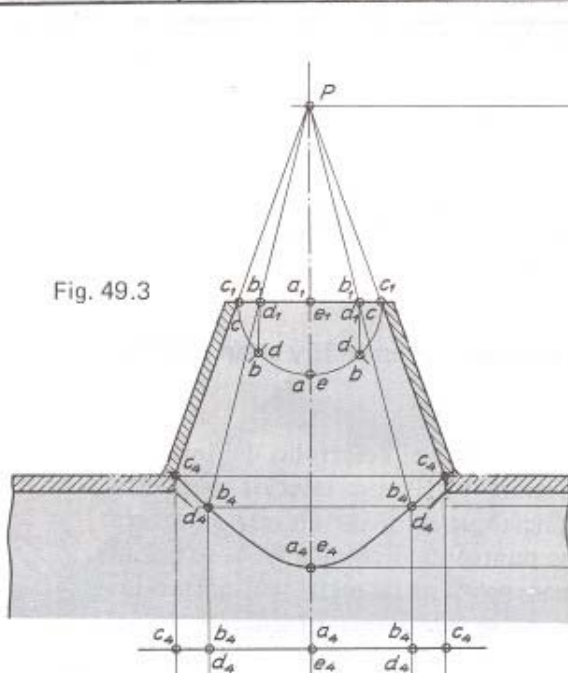


Fig. 48.3

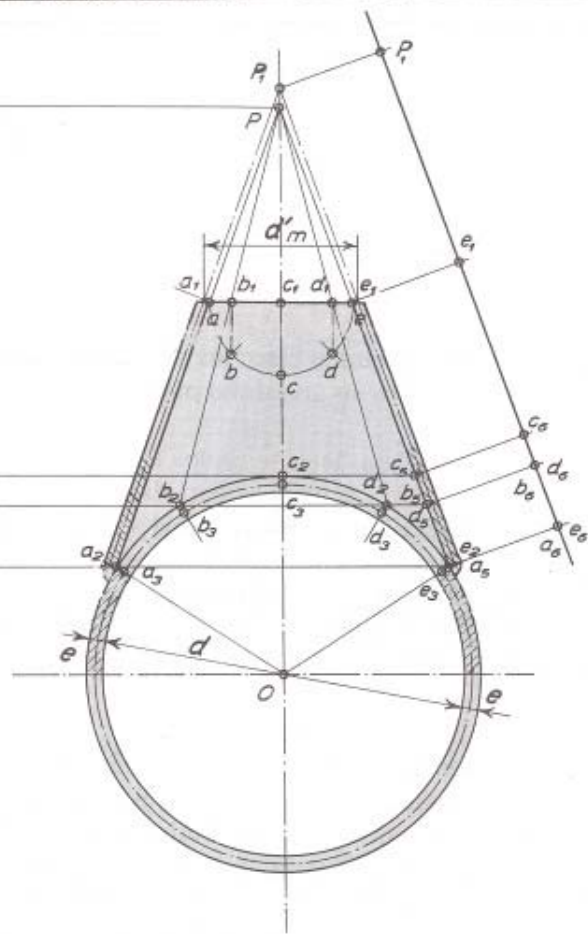


Fig. 51.3

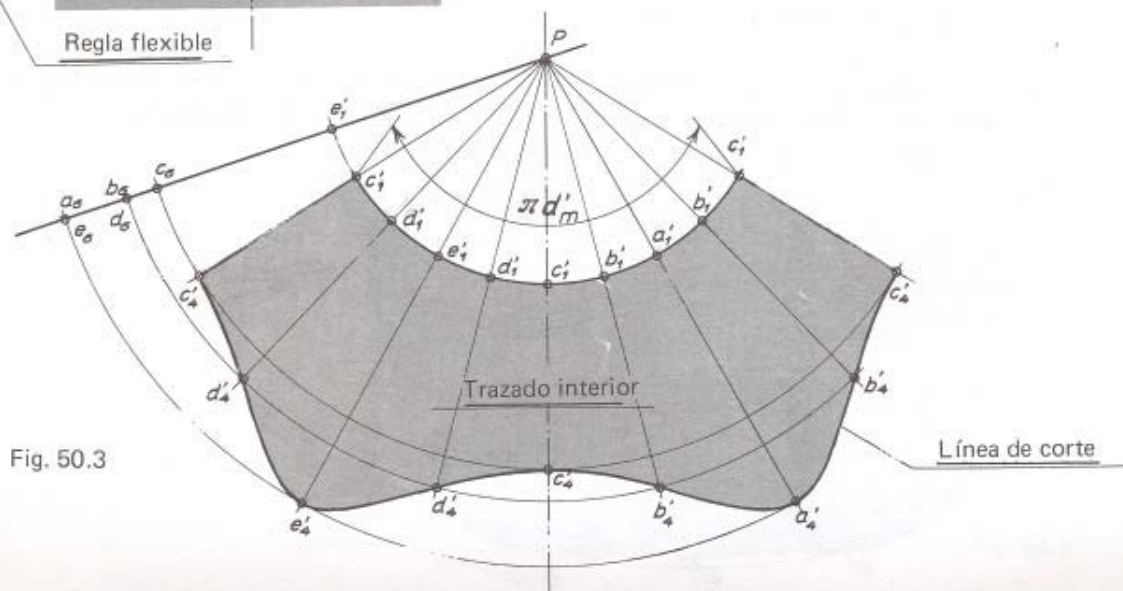
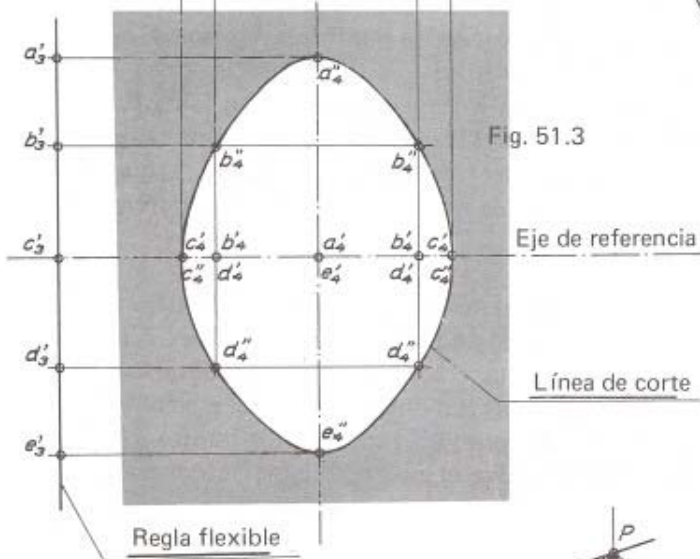


Fig. 50.3

19. Segundo caso: los ejes de los tubos son oblicuos entre sí y están contenidos en un mismo plano

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo del injerto y trazado del agujero para éste en el tubo, sobre el diámetro interior del injerto (fig. 52.3) se describe una semicircunferencia que se divide en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje del injerto que determinan sobre el diámetro del mismo los puntos $a_1, b_1, \dots$ y desde el vértice interior P se trazan rectas (generatrices del cono) que pasen por estos puntos.

Sobre una perpendicular al eje del injerto (fig. 53.3), se describe una semicircunferencia igual a la anterior y se divide en el mismo número de partes iguales que aquella (4 en este caso). Trazando por los puntos de división $a, b, \dots$ paralelas al eje del injerto se obtienen, por su intersección con las perpendiculares correspondientes que pasan por los puntos $a_1, b_1, \dots$ (de la figura 52.3), los puntos $a_2, b_2, \dots$ y desde P se trazan rectas que pasando por éstos determinan sobre la circunferencia exterior del tubo los puntos $a_3, b_3, \dots$ que al unirlos por medio de rectas con el centro de éste dan sobre la circunferencia media del mismo los puntos $a_4, b_4, \dots$

Trazando por los puntos $a_3, b_3, \dots$ paralelas al eje del tubo, se obtienen por su intersección con las generatrices correspondientes del injerto (fig. 52.3) los puntos $a_5, b_5, \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección), y trazando por los puntos obtenidos perpendiculares al eje del injerto se determinan, sobre la generatriz extrema (interior) del mismo, los puntos $a_6, b_6, \dots$ que al llevarlos perpendicularmente sobre el eje de la chapa determinan en el mismo los puntos $a_7, b_7, \dots$

Obtenidos estos elementos, el desarrollo del injerto (fig. 54.3) y el trazado del agujero para éste en el tubo (fig. 55.3) se efectúan igual que en el caso anterior, como fácilmente se deduce de las figuras.

Fig. 52.3

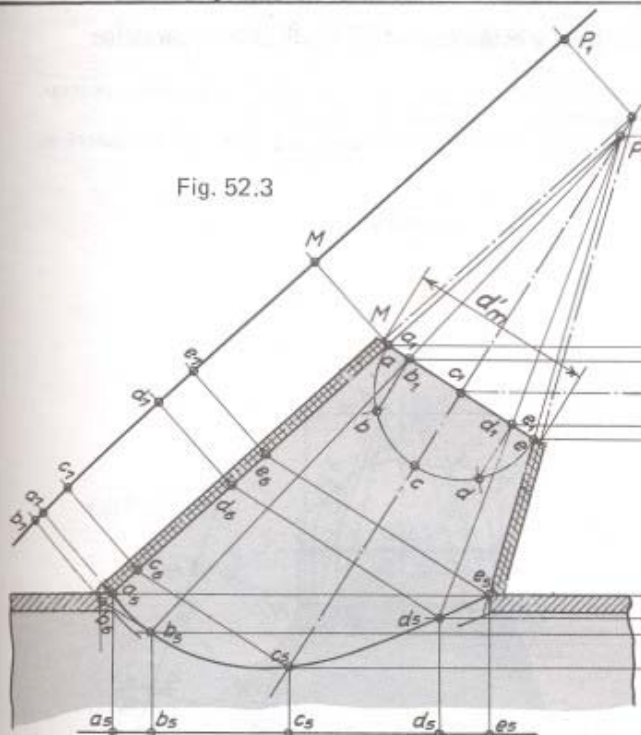


Fig. 53.3

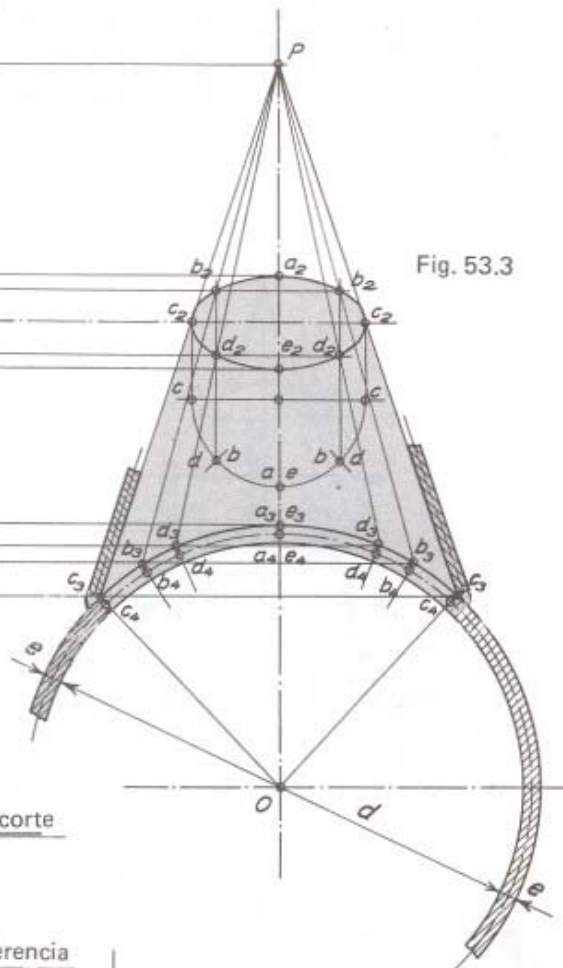
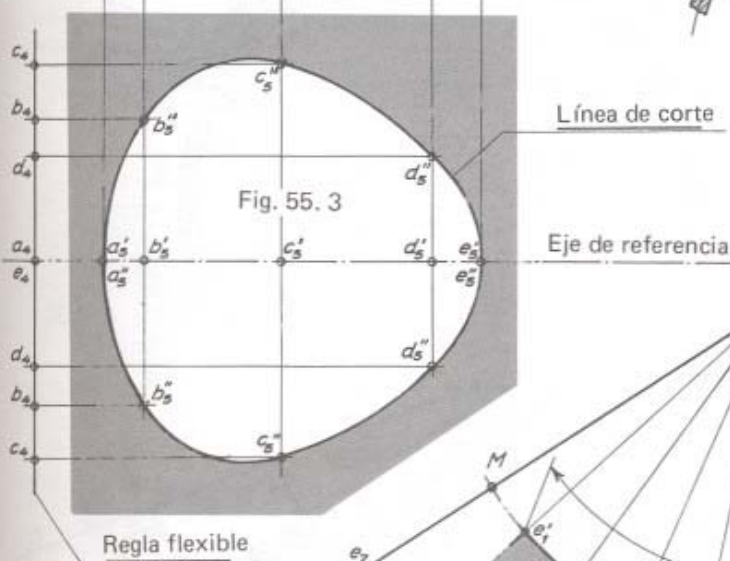


Fig. 55.3



Regla flexible

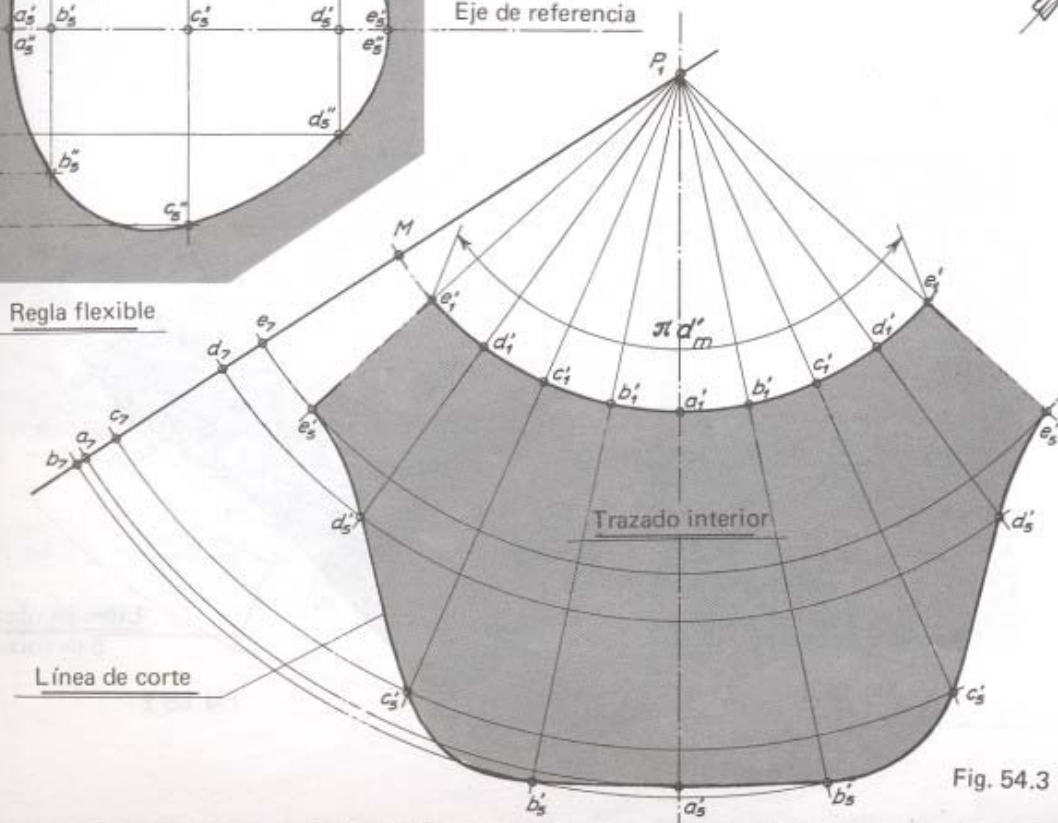
Línea de corte

Eje de referencia

Trazado interior

Línea de corte

Fig. 54.3



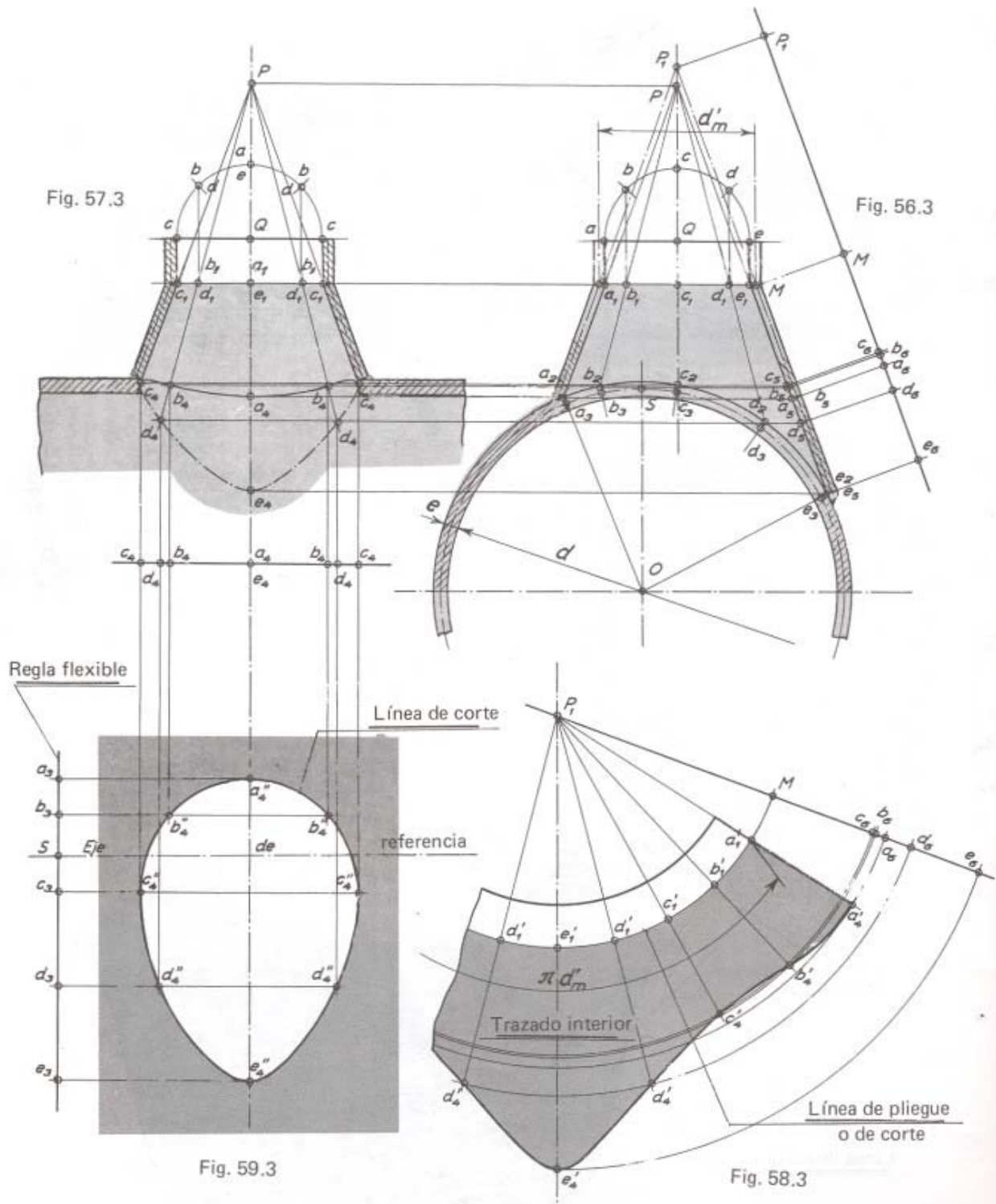
INJERTO DE TUBOS CONICO Y CILINDRICO EJES PERPENDICULARES CONTENIDOS EN PLANOS PARALELOS

Injertos cónicos sobre cilindros

20. Tercer caso: los ejes de los tubos son perpendiculares y están contenidos por planos paralelos

Este caso se resuelve igual que el primero, deduciéndose de las figuras 56.3 y 57.3 todos los elementos necesarios para el desarrollo del injerto (fig. 58.3) y trazado del agujero para éste en el tubo (fig. 59.3).

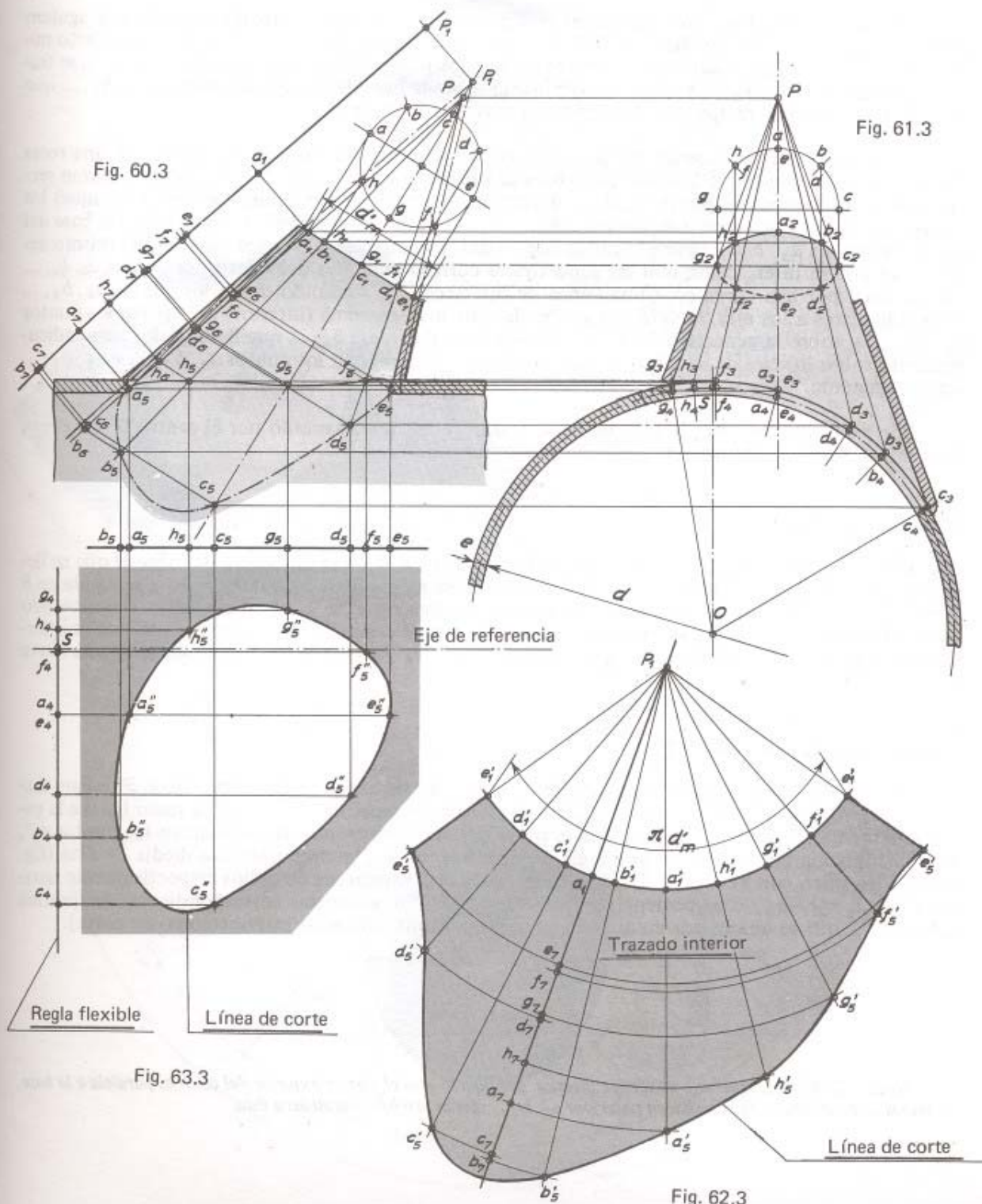
Para fijar la posición del agujero para el injerto en el tubo, se tomará como referencia el punto S , intersección del eje de éste con la circunferencia media del mismo (fig. 56.3).



21. Cuarto caso: los ejes de los tubos son oblicuos entre sí y están contenidos por planos paralelos

Para resolver este problema se procederá igual que en el caso segundo, deduciéndose de las figuras 60.3 y 61.3 todos los elementos necesarios para los trazados.

El desarrollo del injerto (fig. 62.3) y el trazado del agujero para éste en el tubo (fig. 63.3) se efectuarán de la misma manera que en los casos anteriores, tomando de referencia, para fijar la posición del agujero en el tubo, el punto S , intersección del eje de éste con la circunferencia media del mismo (véase la figura 61.3).



Capítulo III-5	INJERTO DE TUBOS CONICOS EJES PARALELOS CONTENIDOS EN EL MISMO PLANO	Injertos cónicos sobre conos
----------------	---	---------------------------------

22. Disposición de los injertos cónicos sobre tubos cónicos

La disposición de los injertos de tubos cónicos sobre otros tubos también cónicos es variable, considerándose varios casos según la relación de los ejes de los tubos.

23. Primer caso: los ejes de los dos tubos cónicos son paralelos

Para determinar los elementos necesarios para el trazado del desarrollo del injerto y agujero para éste en el cono, se divide la semicircunferencia de la base del injerto (fig. 64.3) en cierto número de partes iguales (cuatro por ejemplo) y por los puntos de división de aquélla $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje del injerto, que determinarán sobre la base del mismo los puntos $a_1, b_1, \dots$ que se unen por medio de rectas (generatrices) con el vértice interior.

Uniendo el vértice interior del injerto P con el exterior del cono Q por medio de una recta (fig. 65.3), se obtiene en la base del cono o en su prolongación el punto R , por el que se trazan rectas que pasando por los puntos $a, b, \dots$ determinan sobre la circunferencia exterior de aquél los puntos $a_2, b_2, \dots$; trazando por los puntos $a_2, b_2, \dots$ paralelas al eje, se obtienen sobre la base del cono los puntos $a_3, b_3, \dots$ que al unirlos por medio de rectas con el vértice exterior del mismo determinan por su intersección con las generatrices correspondientes del injerto los puntos $a_4, b_4, \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección). Trazando desde los puntos $a_4, b_4, \dots$ perpendiculares a los ejes, se determina sobre la generatriz extrema (interior) del injerto los puntos $a_5, b_5, \dots$ y sobre la generatriz exterior del cono los puntos $a_6, b_6, \dots$ que llevándolos perpendicularmente sobre los ejes de las chapas correspondientes determinan los puntos $a_7, b_7, \dots$ y $a_8, b_8, \dots$ respectivamente.

Por los puntos $a_2, b_2, \dots$ (fig. 64.3) se trazan rectas que, pasando por el centro Q' del cono, determinan sobre la circunferencia media de éste los puntos $a_9, b_9, \dots$

Desarrollo del injerto

Con un radio igual a $P_1 - c$ (de la figura 65.3) se describe un arco (fig. 66.3) sobre el que se lleva una longitud igual al desarrollo de la circunferencia media de la base del injerto y se divide en 8 partes iguales en este caso, uniéndose los puntos de división $a', b', \dots$ con el centro. Describiendo desde el centro arcos de radios respectivamente iguales a $P_1 - a_7, P_1 - b_7, \dots$ determinan por su intersección con las rectas del mismo origen los puntos $a_4', b_4', \dots$ que se unen por medio de una curva continua (línea de corte).

Trazado del agujero para el injerto en el cono

El desarrollo del cono se efectuará del modo expuesto al tratar del mismo (pág. 36). Para trazar el agujero para el injerto, sobre el arco que limita el desarrollo del cono (de radio igual a la generatriz media), figura 67.3, a una y otra parte del eje correspondiente se marcan los puntos $a_9', b_9', \dots$ tomados por medio de una regla flexible adaptada a la circunferencia media de éste (fig. 64.3), y se unen con el centro. Describiendo desde el centro arcos de radios respectivamente iguales a $Q_1 - a_8, Q_1 - b_8, \dots$ se obtiene por su intersección con las rectas correspondientes los puntos $a_4'', b_4'', \dots$ que se unirán por medio de una curva continua (línea de intersección o de corte).

Nota. — Si la recta que une el vértice interior del injerto con el vértice exterior del cono es paralela a la base, las rectas que partiendo de R se hacen pasar por $a_2, b_2, \dots$ serán también paralelas a ésta.

INJERTO DE TUBOS CONICOS
EJES PARALELOS
CONTENIDOS EN EL MISMO PLANO

Injertos cónicos
sobre conos



Fig. 67.3

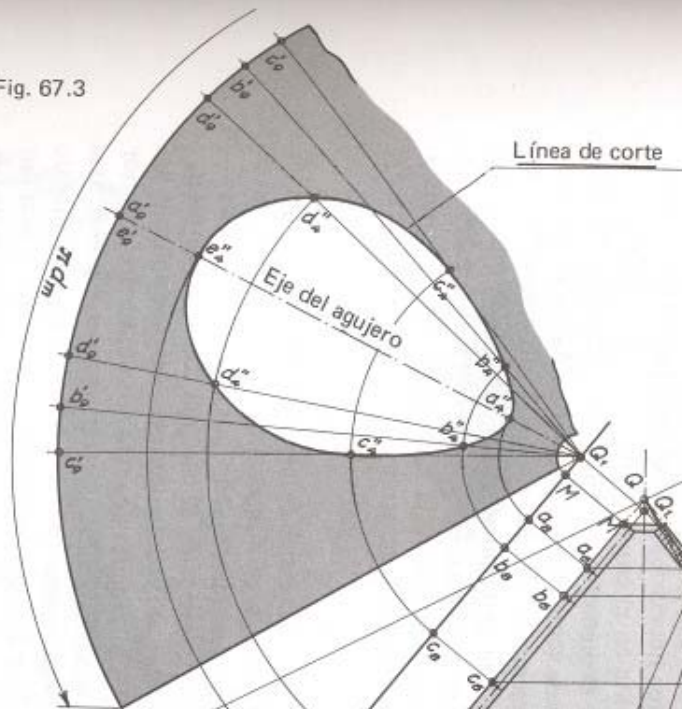


Fig. 66.3

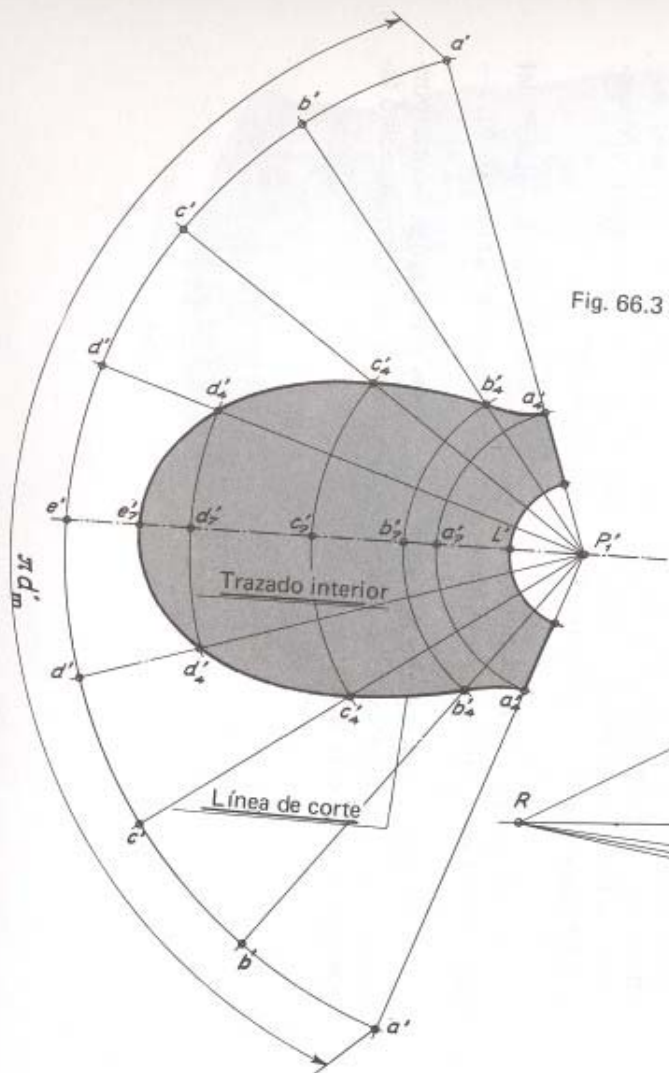


Fig. 65.3

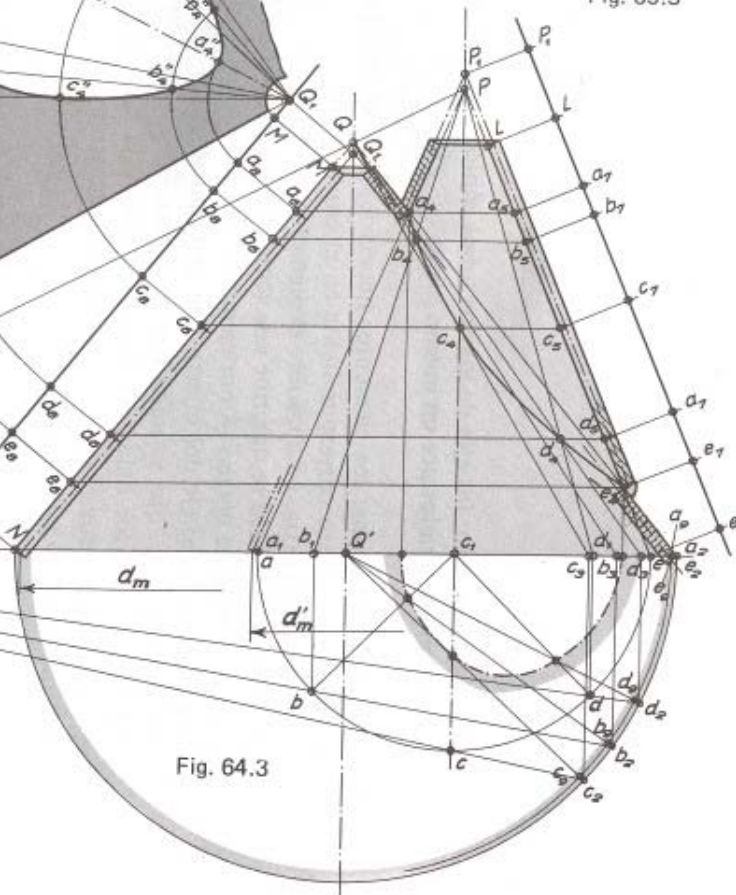
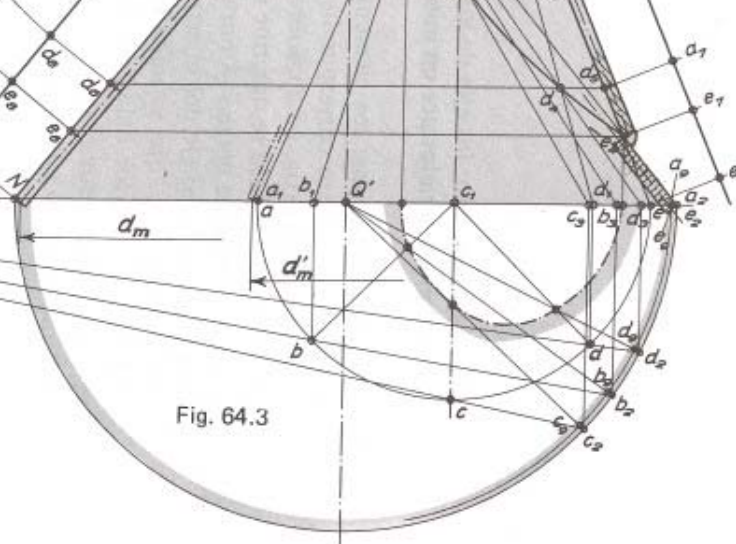


Fig. 64.3



24. Segundo caso: los ejes de los dos tubos cónicos son perpendiculares y están contenidos por un mismo plano

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo del injerto y trazado del agujero correspondiente en el cono, desde el punto O de intersección de los ejes (fig. 68.3), sobre el diámetro determinado por las generatrices interiores del injerto se describe una semicircunferencia que se divide en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje del injerto que determinan sobre la base del mismo los puntos $a_1, b_1, \dots$ que se unen con su vértice interior, y rectas que partiendo del vértice exterior del cono determinan sobre la base del mismo los puntos $a_2, b_2, \dots$ que desde P' como centro se trasladan sobre el eje de éste (fig. 69.3), obteniéndose los puntos $a_3, b_3, \dots$

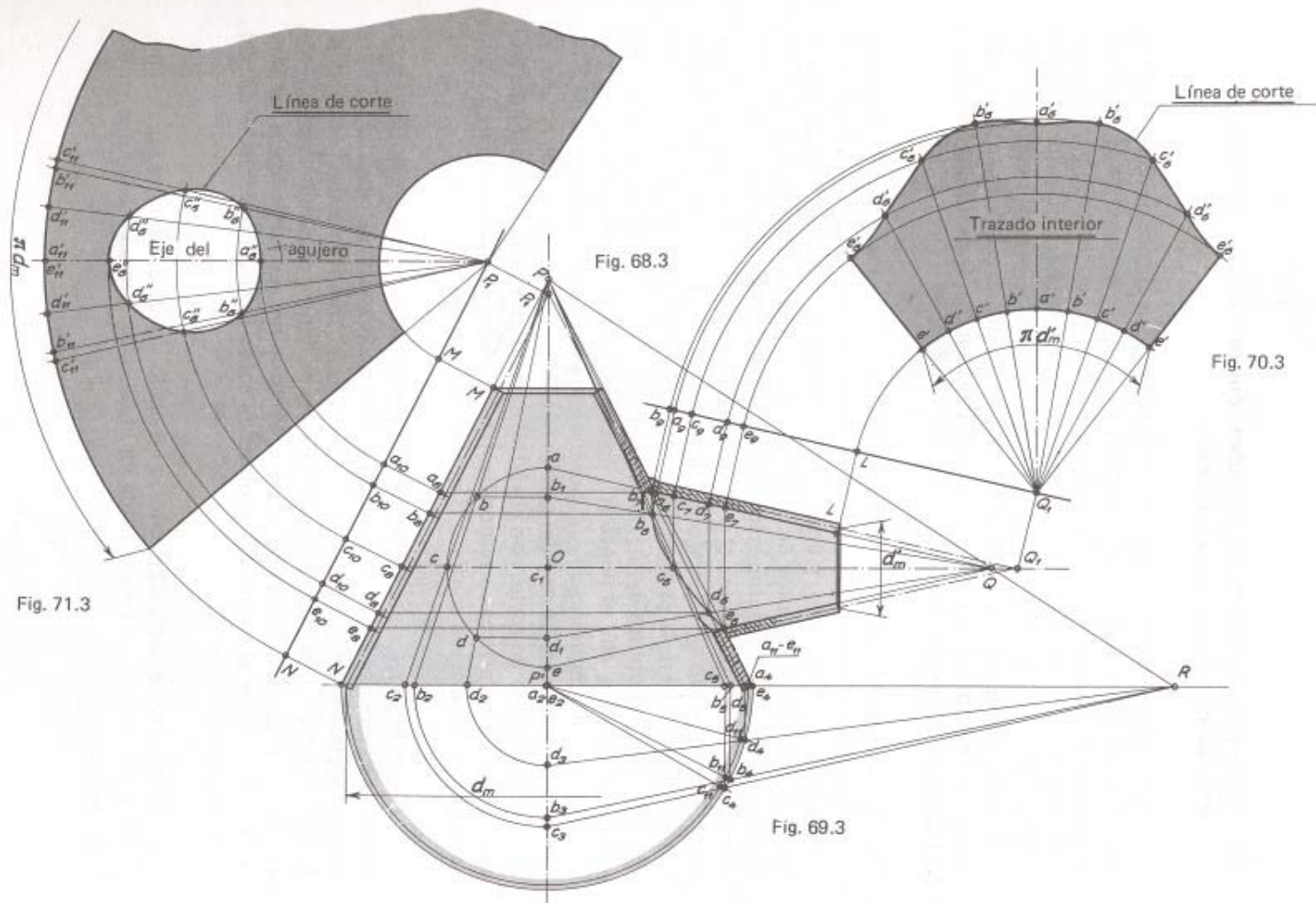
Uniendo por medio de una recta el vértice exterior del cono, P , con el interior del injerto, Q , se obtiene sobre la prolongación de la base del cono el punto R , desde el que se trazan rectas que pasando por los puntos $a_3, b_3, \dots$ determinan sobre la circunferencia exterior de la base del cono los puntos $a_4, b_4, \dots$ por los que trazando paralelas al eje del mismo se obtienen sobre la base los puntos $a_5, b_5, \dots$ que unidos por medio de rectas con el vértice exterior de éste determinan por su intersección con las generatrices correspondientes del injerto los puntos $a_6, b_6, \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección). Las perpendiculares a los ejes del injerto y tubo que pasan por los puntos obtenidos ($a_6, b_6, \dots$), determinan sobre la generatriz extrema (interior) del injerto los puntos $a_7, b_7, \dots$ y sobre la exterior del cono los $a_8, b_8, \dots$ que al llevarlos perpendicularmente sobre los ejes de las chapas proporcionan los puntos $a_9, b_9, \dots$ y los $a_{10}, b_{10}, \dots$ respectivamente.

Las rectas que unen los puntos $a_4, b_4, \dots$ (fig. 69.3) con el centro P' del cono, determinan sobre la circunferencia media de éste los puntos $a_{11}, b_{11}, \dots$

El trazado del desarrollo del injerto (fig. 70.3) y del agujero correspondiente (fig. 71.3) en el cono se efectúa igual que en el caso anterior, como fácilmente se deduce de las figuras.

**INJERTO DE TUBOS CONICOS
EJES PERPENDICULARES
CONTENIDOS EN EL MISMO PLANO**

Injertos cónicos
sobre conos



25. Tercer caso: los ejes de los dos tubos cónicos son perpendiculares y están contenidos por planos paralelos

Para determinar los elementos necesarios para el trazado del desarrollo del injerto y del agujero correspondiente en el cono, desde el punto O de intersección de los ejes (fig. 72.3), sobre el diámetro determinado por las generatrices interiores del injerto se describe una semicircunferencia que se divide en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo), y por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje del injerto que determinan sobre su diámetro los puntos $a_1, b_1, \dots$ que se unen por medio de rectas (generatrices) con el vértice interior del mismo.

En la vista de perfil (fig. 73.3), se divide la circunferencia correspondiente al injerto (de radio igual al de la semicircunferencia de la figura 72.3) en 8 partes iguales en este caso, y desde el vértice exterior del cono se trazan rectas que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ determinen sobre la base los puntos $a_2, b_2, \dots$. A continuación, sobre el eje del tubo, se proyectan en la planta (fig. 74.3) los puntos Q y R , y uniendo por medio de una recta el centro P' con el punto Q' (intersección de la proyección de Q con el eje del injerto), se obtiene sobre la proyección de R el punto R' , y se llevan sobre el otro eje del cono los puntos $a_2, b_2, \dots$ de la figura 73.3. Las rectas que unen los puntos $a_2', b_2', \dots$ con el punto R' , determinan sobre la circunferencia exterior del cono los puntos $a_3, b_3, \dots$ por los que se trazan paralelas al eje de éste, que determinan sobre la base del mismo (fig. 72.3) los puntos $a_4, b_4, \dots$ que al unirlos por medio de rectas con el vértice exterior determinan por su intersección con las generatrices correspondientes del injerto los puntos $a_5, b_5, \dots$ que se unirán por una curva continua (línea de intersección).

Trazando por los puntos $a_5, b_5, \dots$ perpendiculares a los ejes del tubo e injerto, se obtienen sobre la generatriz extrema, exterior del primero e interior del segundo, los puntos $a_6, b_6, \dots$ y $a_7, b_7, \dots$ que al llevarlos perpendicularmente sobre los ejes de las chapas correspondientes determinan los puntos $a_8, b_8, \dots$ y $a_9, b_9, \dots$ respectivamente. Uniendo por medio de rectas los puntos $a_3, b_3, \dots$ con el centro P' , se obtienen sobre la circunferencia media del cono los puntos $a_{10}, b_{10}, \dots$

Determinados estos elementos, el trazado del desarrollo del injerto (fig. 75.3) y del agujero correspondiente en el tubo, se efectuará igual que en los casos anteriores.

INJERTO DE TUBOS CONICOS
EJES PERPENDICULARES
CONTENIDOS EN PLANOS PARALELOS

Injertos cónicos
sobre conos

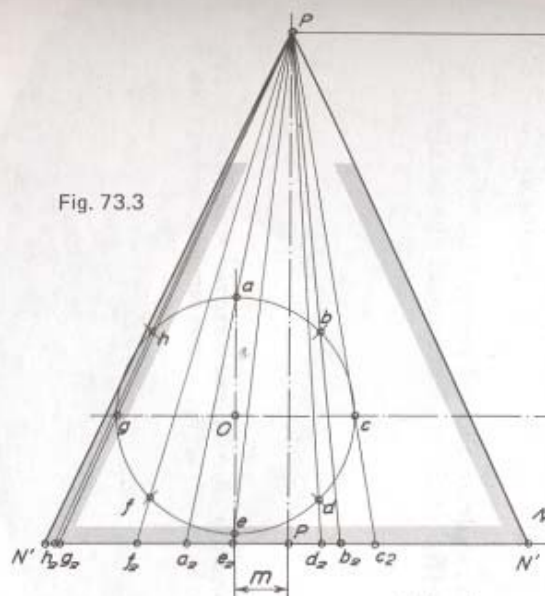


Fig. 73.3

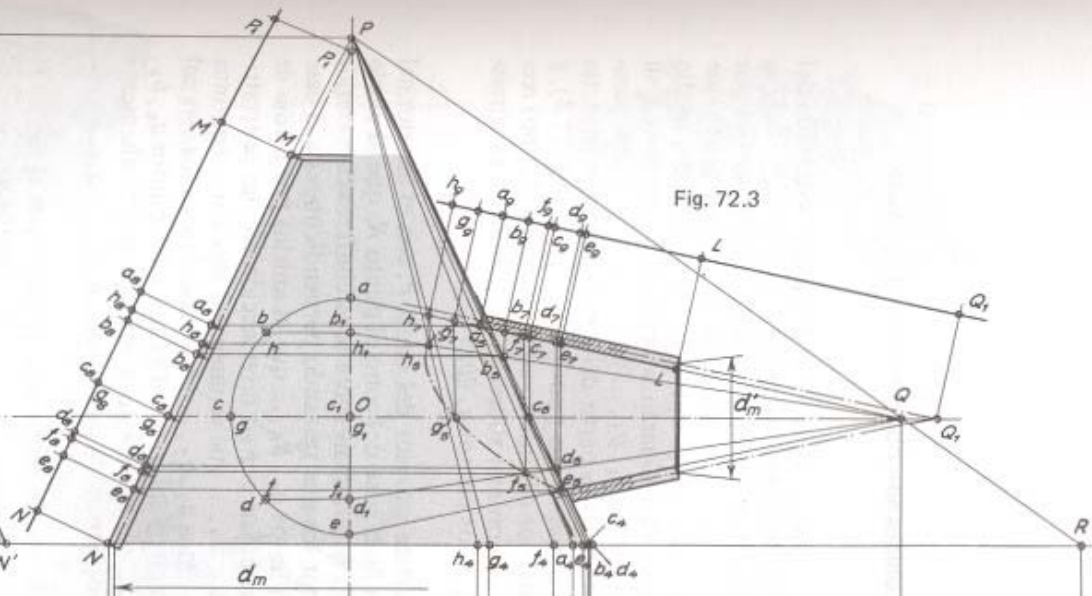


Fig. 72.3

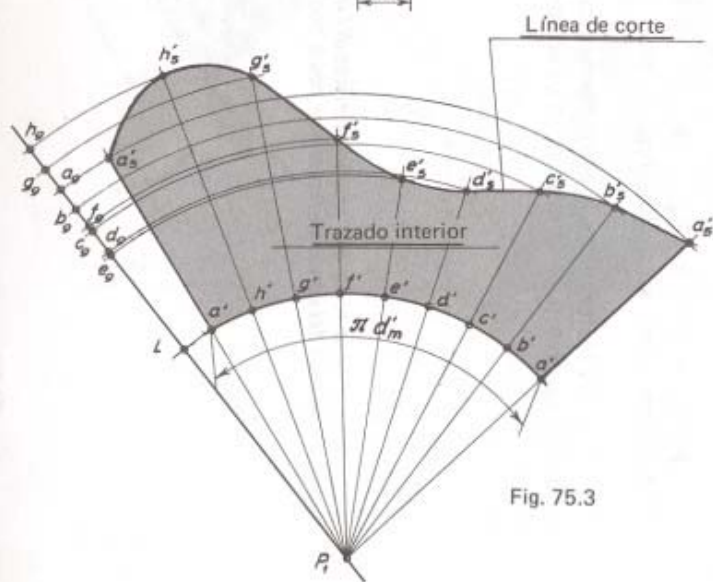


Fig. 75.3

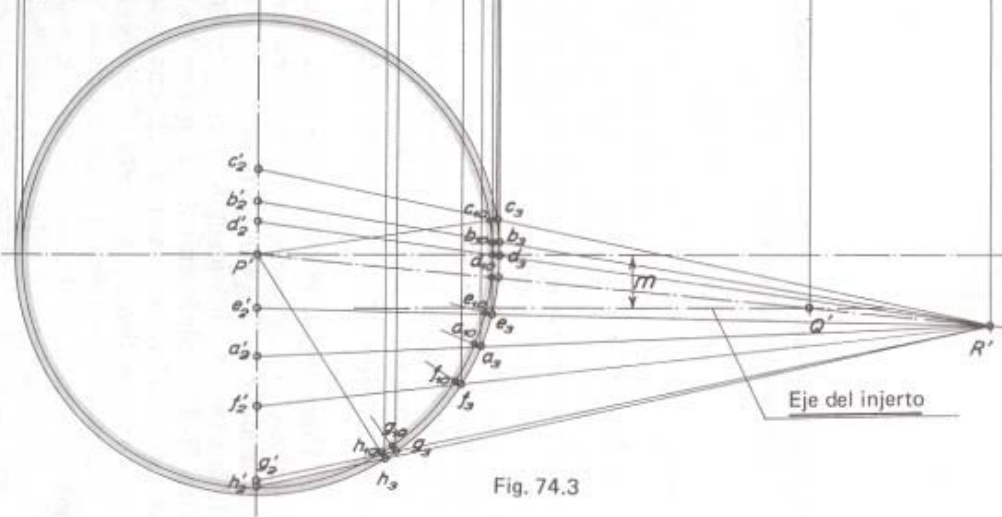


Fig. 74.3

26. Cuarto caso: los ejes de los dos tubos cónicos son oblicuos entre sí y están contenidos en un mismo plano

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo del injerto y trazado del agujero correspondiente en el cono, sobre un diámetro interior del injerto (fig. 76.3) se describe una semicircunferencia y se divide en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje del injerto que determinan sobre el diámetro del mismo los puntos $a_1, b_1, \dots$ que al unirlos por medio de rectas (generatrices) con el vértice interior determinarán sobre la base del cono o su prolongación los puntos $a_2, b_2, \dots$. Desde los puntos $a_1, b_1, \dots$ y $a_2, b_2, \dots$ se trazan paralelas al eje del cono, y llevando sobre las primeras, a partir de la base de éste, distancias respectivamente iguales a $b-b_1, c-c_1, \dots$ se obtienen los puntos $a_3, b_3, \dots$ (fig. 77.3), y trazando desde Q' (proyección del vértice interior del injerto sobre la base del cono) rectas que pasen por los puntos $a_3, b_3, \dots$ se determinan sobre las perpendiculares correspondientes que pasan por los puntos $a_2, b_2, \dots$ los puntos $a_4, b_4, \dots$

Uniendo por medio de una recta el vértice exterior del cono, P , con el interior del injerto, Q , se obtiene sobre la prolongación de la base del cono el punto R , que al unirlo por medio de rectas con los puntos $a_4, b_4, \dots$ determinan sobre la circunferencia exterior de la base del cono los puntos $a_5, b_5, \dots$ por los que trazando perpendiculares a la base (fig. 76.3) se obtienen sobre la misma los puntos $a_6, b_6, \dots$ que al unirlos por medio de rectas con el vértice exterior del cono determinan por su intersección con las generatrices correspondientes del injerto los puntos $a_7, b_7, \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección). Trazando por los puntos $a_7, b_7, \dots$ perpendiculares a los ejes del injerto y cono, se determinan sobre la generatriz interior del primero los puntos $a_8, b_8, \dots$ y sobre la exterior del segundo los $a_9, b_9, \dots$ y al llevar estos puntos perpendicularmente sobre los ejes de las chapas respectivas, se obtienen los puntos $a_{10}, b_{10}, \dots$ y $a_{11}, b_{11}, \dots$

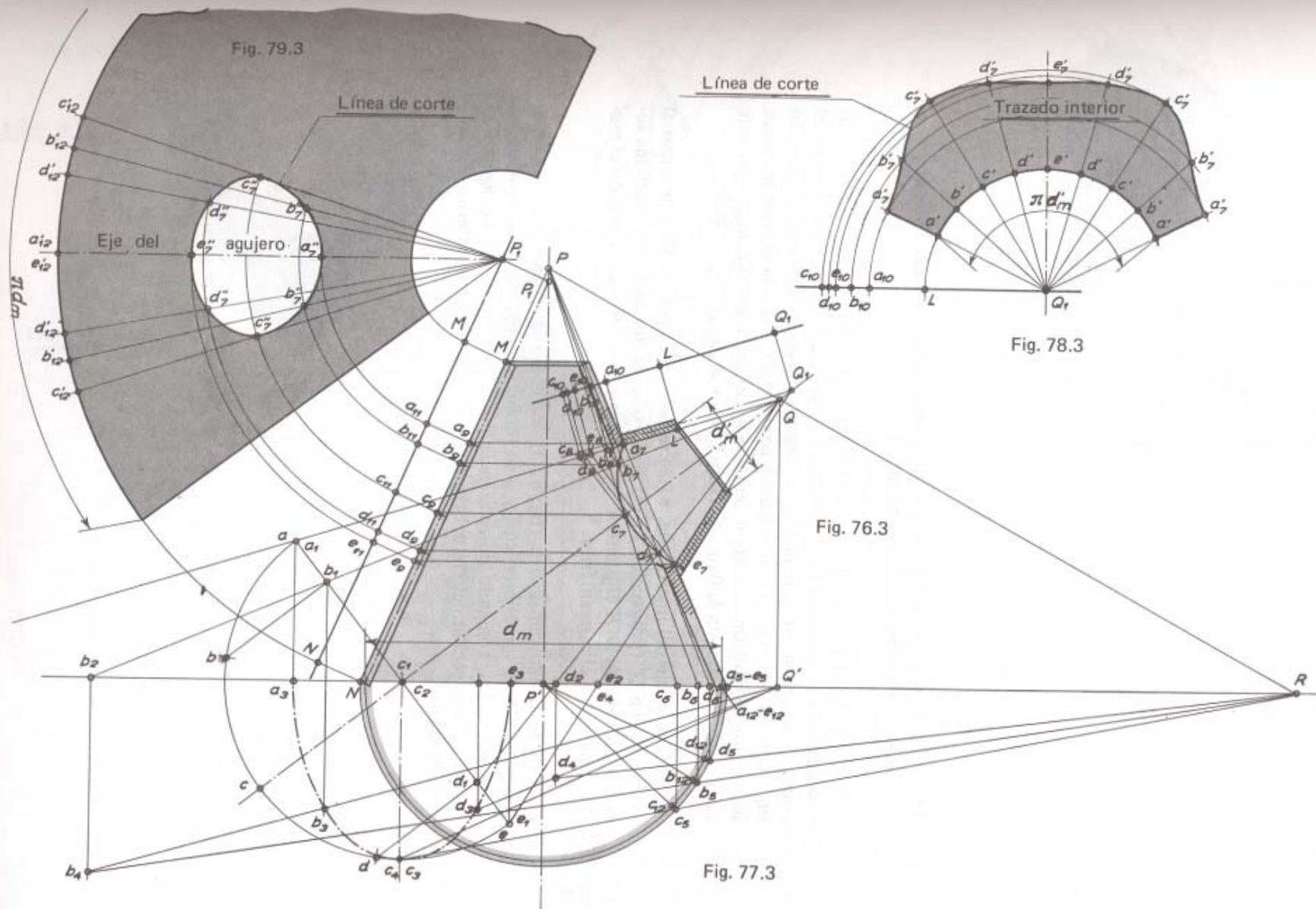
Por los puntos $a_5, b_5, \dots$ (fig. 77.3), se trazan rectas que pasando por el centro P' determinen sobre la circunferencia media de la base del cono los puntos $a_{12}, b_{12}, \dots$

Una vez determinados estos elementos, el desarrollo del injerto (fig. 78.3) y el trazado del agujero para el mismo en el cono (fig. 79.3) se efectúa igual que en el primer caso.

Nota.— Si la recta que une los vértices del injerto y cono (interior y exterior respectivamente) es paralela a la base del cono, las rectas que pasan por los puntos $a_4, b_4, \dots$ serán también paralelas a ésta.

INJERTO DE TUBOS CONICOS
EJES OBLICUOS
CONTENIDOS EN EL MISMO PLANO

Injertos cónicos
sobre conos



Capítulo III-5	INJERTO DE TUBOS CONICOS EJES OBLICUOS CONTENIDOS EN PLANOS PARALELOS	Injertos cónicos sobre conos
----------------	--	---------------------------------

27. Quinto caso: los ejes de los dos tubos cónicos son oblicuo entre sí y están contenidos por planos paralelos

Este caso se resuelve igual que el anterior. Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo del injerto y trazado del agujero para éste en el cono, se divide la semicircunferencia descrita sobre un diámetro interior del injerto en el número de partes iguales conveniente (fig. 80.3), y se numeran los puntos de división correspondientes a la circunferencia ($a, b, \dots h$, en este caso), obteniéndose en la figura 81.3 los puntos $a_3, b_3, \dots h_3$.

Sobre el eje del injerto (fig. 81.3) se proyecta el punto Q , y uniendo el centro P' con Q' (proyección de Q) por medio de una recta, se determina sobre la proyección de R el punto R' y desde éste se continúa el trazado del modo expuesto en el caso anterior.

El desarrollo del injerto (fig. 82.3), así como el agujero para éste en el cono (fig. 83.3) son asimétricos, y a su trazado se efectuará igual que en los casos anteriores, tomando de referencia para fijar la posición del agujero el punto s , intersección del eje del cono con la circunferencia exterior del mismo (fig. 81.3).

Fig. 83.3

Línea de corte

Eje de referencia

Línea de corte

Fig. 82.3

Fig. 80.3

Eje del injerto

Fig. 81.3

28. Disposición de los cuerpos

Se dispondrán los dos cuerpos, injerto y cilindro perpendicularmente (fig. 85.3), y fijando la posición de las piezas intermedias disponiendo el punto 0 a la distancia 1 del eje del cilindro, a 45° se trazarán las rectas interiores de aquellas piezas (correspondiente a la parte interior del espesor), y los puntos 0 extremos de las mismas se unen con el punto 3 de la intersección de los ejes de ambos cuerpos.

Para reducir pérdidas de carga en los fluidos que han de circular a través de estos cuerpos se recomienda que el valor de 1 sea como mínimo, igual al diámetro de de ambos cuerpos.

Para el trazado de los desarrollos se considerarán dos variantes, y para la determinación de datos precisos para el trazado, sobre el diámetro interior del injerto (fig. 85.3) se describe una semicircunferencia que se dividirá en el número de partes iguales que proceda para poder trazar el desarrollo de todos los cuerpos de modo conveniente, seis en este ejemplo, y por los puntos de división 0, 1, ... 3, ... 1, 0, se trazan paralelas al eje (generatrices) que cortan a la primera línea de intersección en los puntos 0, 1, ... 3, por los que a su vez, trazando paralelas a la línea exterior 0-0 se obtienen sobre la segunda línea de intersección los puntos 0, 1, ... 3; los puntos de intersección así determinados se llevarán sobre las reglillas R_1 , R_2 y R_3 del modo indicado en la figura 85.3 y también se llevarán sobre la figura 84.3 para completar su trazado.

Como los adaptadores B son de sección elíptica, para determinar su longitud rectificada, con el diámetro d y la longitud 1 (igual a 3-3) se trazará la semi-elipse correspondiente, para la cual se describirá una semicircunferencia sobre el diámetro d (86.3) y con un cuadrante de radio igual a 1, al dividir la primera en seis partes iguales en este ejemplo, y la segunda en tres, por la intersección de las rectas correspondientes se obtendrán los puntos 3, 2, ... 0, ... 2, 3, que corresponden a la semi-elipse interior; paralelamente a la misma y a la distancia $e/2$ se trazará la elipse media (neutra) sobre la que se trazarán perpendiculares a las tangentes respectivas de aquellos puntos, obteniéndose los medios (neutros) 3', 2', ... 0', ... 2', 3'.

a) Trazado del injerto A

1ª Variante.— Una recta de longitud $S = \pi \cdot (d + e)$ se divide en 12 partes iguales en este ejemplo (87.3), y por los puntos de división 0, 1, ... 3, ... 0, ... 3, ... 1, 0, como abscisas se trazan perpendiculares a S, y sobre otra recta también perpendicular a S y a partir de esta se llevan los puntos 0, 0, 1, ... 3, de la reglilla R_1 , por los que como ordenadas se trazan paralelas a S, que por su intersección con las abscisas correspondientes anteriormente trazadas determinan los puntos 0, 1, ... 3, ... 0, ... 3, ... 1, 0, que se unirán por medio de las curvas correspondientes, las cuales, con las rectas extremas 0-0 y la S completan el trazado del desarrollo propuesto.

2ª Variante.— Después de dispuesta la recta S y trazadas las abscisas que pasan por sus puntos 0, 1, ... 3, ... 0, ... 3, ... 1, 0, a partir de S se dispone la reglilla R_1 con sus puntos 0, 0, 3, y desde el punto 3 como centro con radio igual a 3-0 se describe un cuadrante de circunferencia que se dividirá en tres partes iguales en este ejemplo, y por los puntos de división 0, 1, ... 3, se trazan paralelas a S que por su intersección con las abscisas correspondientes determinan los mismos puntos 0, 1, ... 3, ... 0, ... 3, ... 1, 0, que se han obtenido en la variante anterior, completándose el desarrollo como en aquella.

b) Trazado de los adaptadores B

1ª Variante.— sobre una recta (88.3) se llevan los puntos 3', 2', ... 0', ... 2', 3', situados a la misma distancia que los de la semi-elipse media (neutra) de la figura 86.3 después de rectificadas, por los que como abscisas se trazan perpendiculares a la recta primeramente dispuesta, y sobre otra perpendicular se llevan los puntos 0, 1, ... 3, ... 1, 0, de la reglilla R_2 por los que como ordenadas se trazan paralelas a aquella recta, las cuales por su intersección con las abscisas correspondientes determinan los puntos 3, 2, ... 0, ... 2, 3, (dos veces), siendo las curvas continuas que los unen, las que limitan el desarrollo de los adaptadores B.

2ª Variante.— Trazadas las abscisas como en la 1ª variante, sobre una paralela a ellas se describe una semicircunferencia de radio 3-0 (mitad de la distancia entre puntos 0-0 de la reglilla R_2), y se divide en seis partes iguales en este ejemplo, y por los puntos de división 0, 1, ... 3, ... 1, 0, se trazan perpendiculares a las abscisas, que por su intersección con las respectivas determinan los mismos puntos 0, 1, ... 3, ... 1, 0, que en la variante anterior.

c) Desarrollo del cilindro C

1ª Variante.— El desarrollo del cilindro (fig. 89.3) es un cuadrilátero rectángulo de longitud $S = \pi \cdot (d + e)$ y de ancho igual a la longitud L del cilindro (de la fig. 85.3), el cual lleva en su parte interior un agujero correspondiente al de intersección de los dos cuerpos después de desarrollado, para cuyo trazado, una longitud igual a $S/2$ debidamente centrada, se divide en seis partes iguales en este ejemplo, y por los puntos de división 3', 2', ... 0', ... 2', 3' como abscisas se trazan perpendiculares a S, y sobre otra perpendicular se llevan los puntos 0, 1, ... 3, ... 1, 0, de la reglilla R_3 por los que al hacer pasar las ordenadas correspondientes paralelamente a S, por su intersección con las abscisas respectivas determinan los puntos 0, 1, ... 3, ... 1, 0, (dos veces), siendo las curvas continuas que los unen, las que forman el agujero de intersección después de desarrollado.

2ª Variante.— Como en la 1ª variante, se trazará el cuadrilátero rectángulo con sus abscisas que pasan por los puntos 3', 2', ... 0', ... 2', 3', y sobre una perpendicular a S desde el punto correspondiente 3 se describirá una semicircunferencia de radio igual a 3-0 que se dividirá en seis partes iguales en este ejemplo, y por los puntos de división 0, 1, ... 3, ... 1, 0, al trazar paralelas a S (ordenadas), por su intersección con las abscisas correspondientes se obtendrán los mismos puntos 0, 1, ... 3, ... 1, 0, que en la 1ª variante.

Nota.— Estas piezas adaptadoras, se curvarán sacando plantilla de la elipse interior de la fig. 86.3.

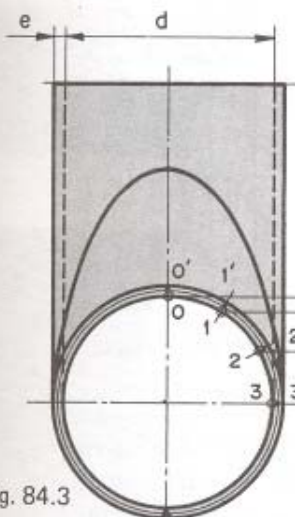


Fig. 84.3

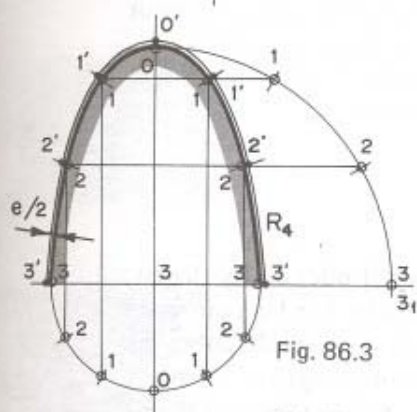


Fig. 86.3

Fig. 87.3

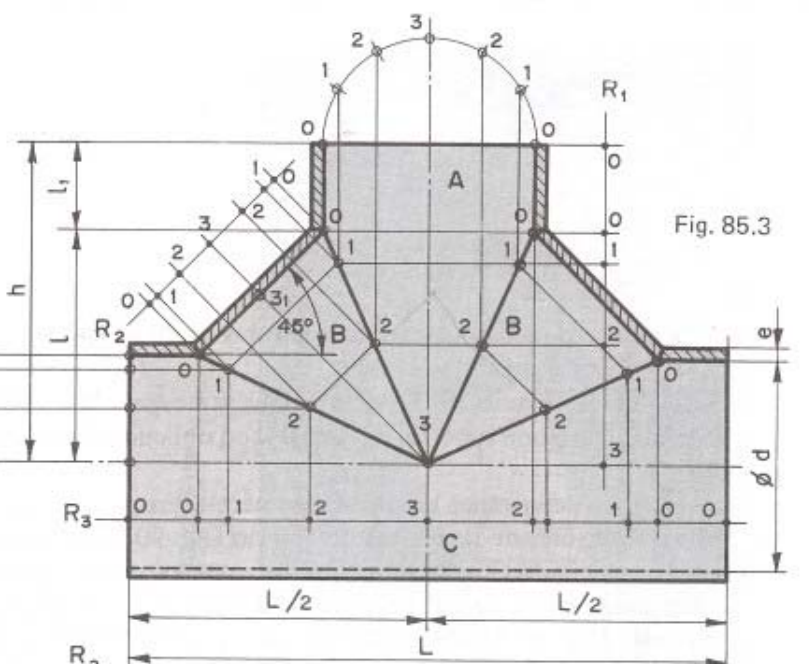
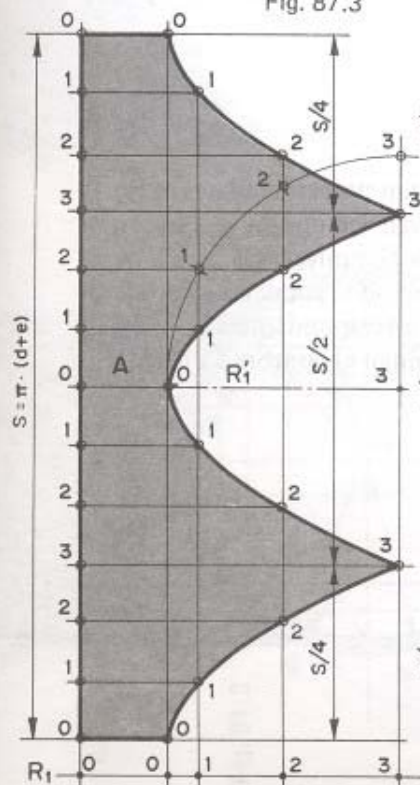


Fig. 85.3

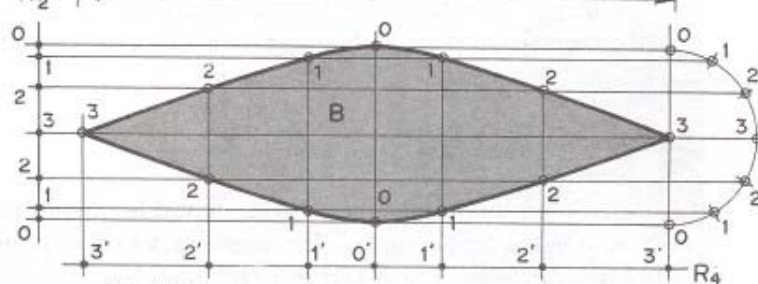


Fig. 88.3

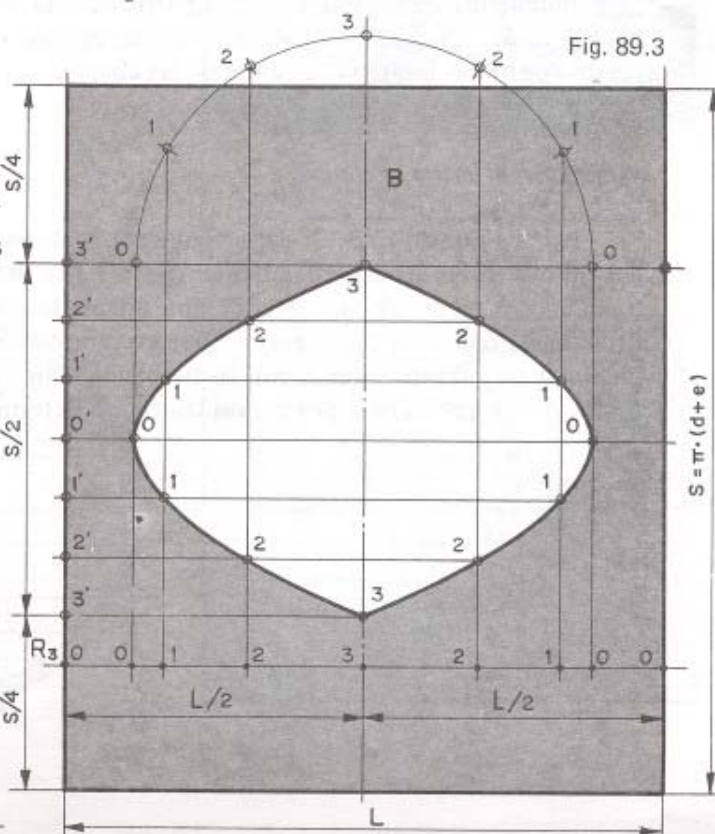


Fig. 89.3

29. Injerto rectangular sobre una tubería cilíndrica

En las figuras 90.3 y 91.3 se ha representado un injerto rectangular perpendicular a una tubería, cuyos ejes son oblicuos al de ésta.

Para determinar los elementos necesarios para el trazado, se dividen las líneas interiores de las chapas del injerto (fig. 90.3) en el número de partes iguales conveniente (2 y 3 por ejemplo), y por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje del tubo que determinan, sobre la circunferencia exterior de éste (fig. 91.3), los puntos $a_1, b_1, \dots$ y sobre la boca del injerto los $a_2, b_2, \dots$. Uniendo por medio de rectas los puntos $a_1, b_1, \dots$ con el centro del tubo, se obtienen sobre la circunferencia media de éste los puntos $a_3, b_3, \dots$.

Trazado de las chapas

Sobre una recta (fig. 92.3) se llevan las distintas longitudes de las chapas, y se dividen en el número de partes iguales correspondiente. Por los puntos de división $a_2', b_2', \dots$ se trazan perpendiculares a la recta, y llevando sobre las perpendiculares correspondientes, a partir de ésta, distancias iguales a $a_1-a_2, b_1-b_2, \dots$ de la figura 91.3, se obtienen los puntos $a_1', b_1', \dots$ que unidos por curvas continuas limitan el trazado de las chapas.

Agujero para el injerto en el tubo

Por los puntos $a, b, \dots$ de la figura 90.3. se trazan perpendiculares al eje del tubo, y sobre otra perpendicular (fig. 93.) se llevan los puntos $a_3, b_3, \dots$ tomados por medio de una regla flexible adaptada a la circunferencia media de aquél en la figura 91.3 y trazando por los puntos marcados paralelas al eje, se obtienen por su intersección con las perpendiculares correspondientes los puntos $a', b', \dots$ que unidos por curvas continuas determinan el contorno del agujero.

Fig. 91.3

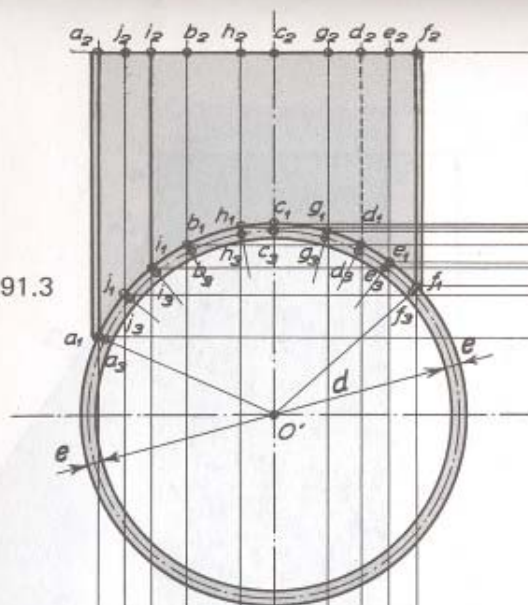


Fig. 92.3

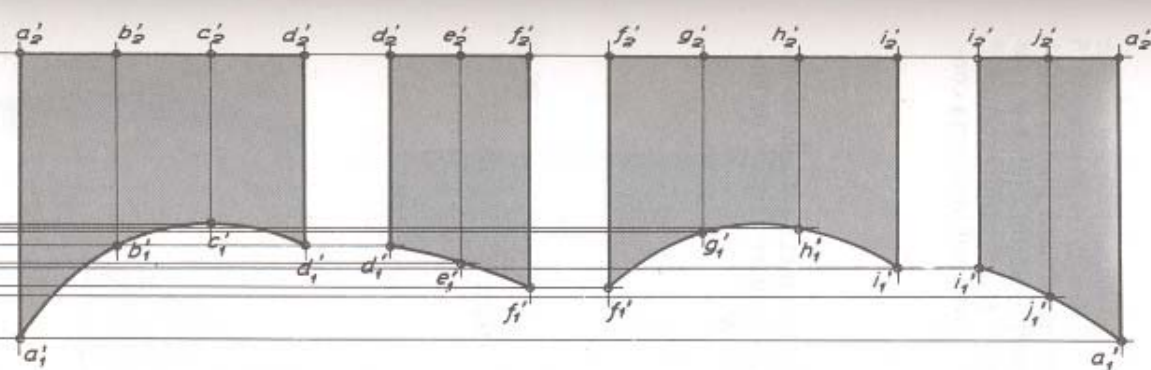


Fig. 90.3

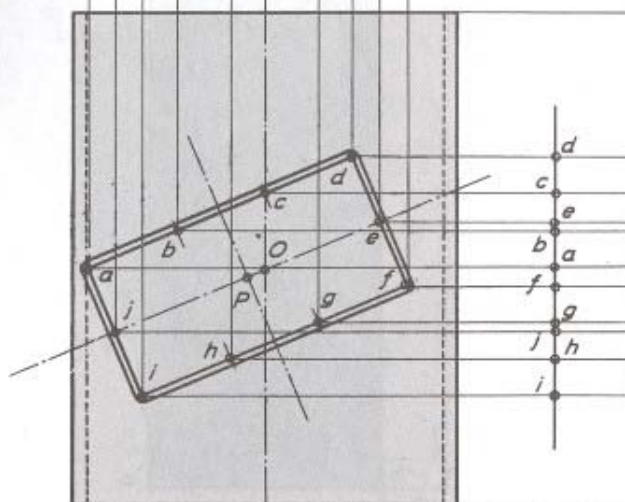
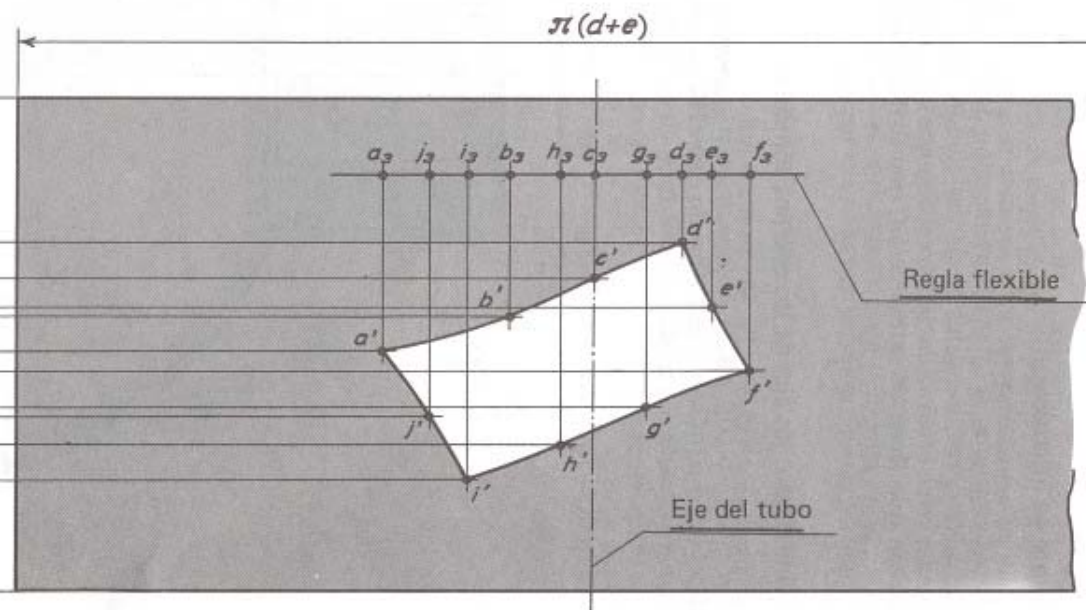


Fig. 93.3



30. Línea de intersección

Para determinar la línea de intersección de un cilindro con una esfera, se utilizan planos sectores auxiliares perpendiculares al eje del cilindro, que cortan a ambos cuerpos según círculos. Los puntos de intersección, de las circunferencias determinadas por cada uno de los planos sectores, pertenecen a la línea de intersección, que se determinará uniendo estos puntos por una curva continua.

31. Primer caso: los ejes de los cuerpos coinciden

En este caso (fig. 94.3) la línea de intersección de los dos cuerpos es una recta, y todas las generatrices del injerto son iguales, por lo que el desarrollo de éste (fig. 95.3) es un rectángulo de longitud igual al desarrollo medio del mismo y cuya altura es igual a la generatriz.

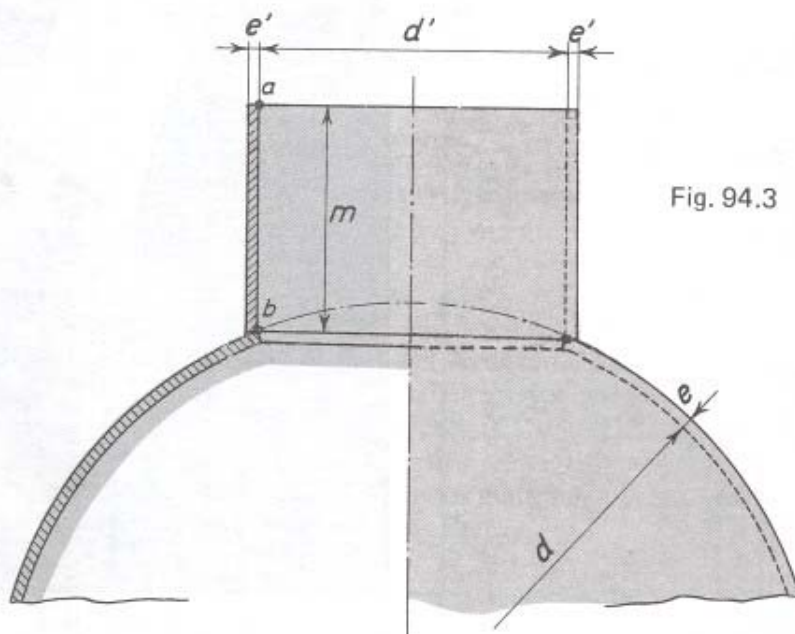


Fig. 94.3

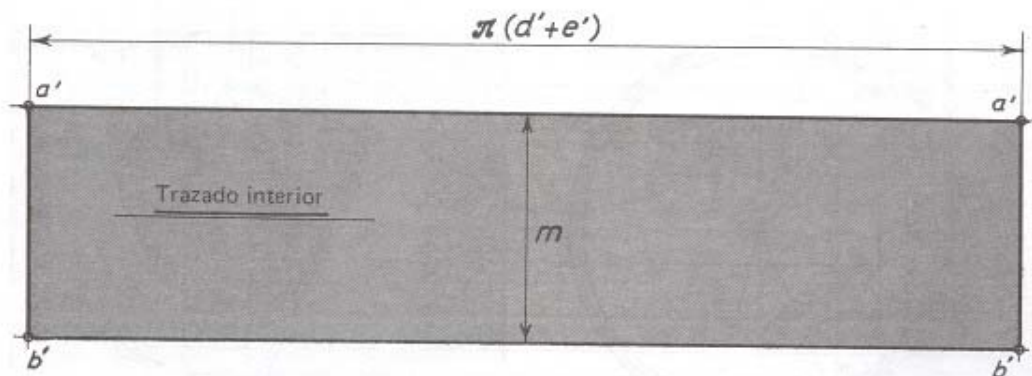


Fig. 95.3

32. Segundo caso: los ejes de los dos cuerpos son paralelos

Para hallar los elementos precisos para el desarrollo del injerto, sobre su diámetro interior (fig. 96.3) se describe una semicircunferencia que se divide en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo). Desde el punto P , intersección del diámetro del injerto con el eje de la esfera, se describen arcos que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ determinan sobre el diámetro los puntos $a_1, b_1, \dots$ por los que trazando paralelas al eje se obtienen sobre la circunferencia exterior de la esfera los puntos $a_2, b_2, \dots$ y por estos puntos se trazan perpendiculares a aquél. A continuación, por los puntos $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje que determinan sobre el diámetro del injerto los puntos $a_3, b_3, \dots$ y por su intersección con las perpendiculares correspondientes a los puntos $a_4, b_4, \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección).

Desarrollo del injerto

Sobre una recta (fig. 97.3) se lleva una longitud igual al desarrollo medio del injerto y se divide en 8 partes iguales en este caso. Por los puntos de división $a_3', b_3', \dots$ se trazan perpendiculares a la recta, sobre las que se llevan a partir de ésta distancias respectivamente iguales a $a_3 - a_4, b_3 - b_4, \dots$ de la figura 96.3, obteniéndose los puntos $a_4', b_4', \dots$ que se unen por una curva continua, línea de corte de la chapa.

Fig. 96.3

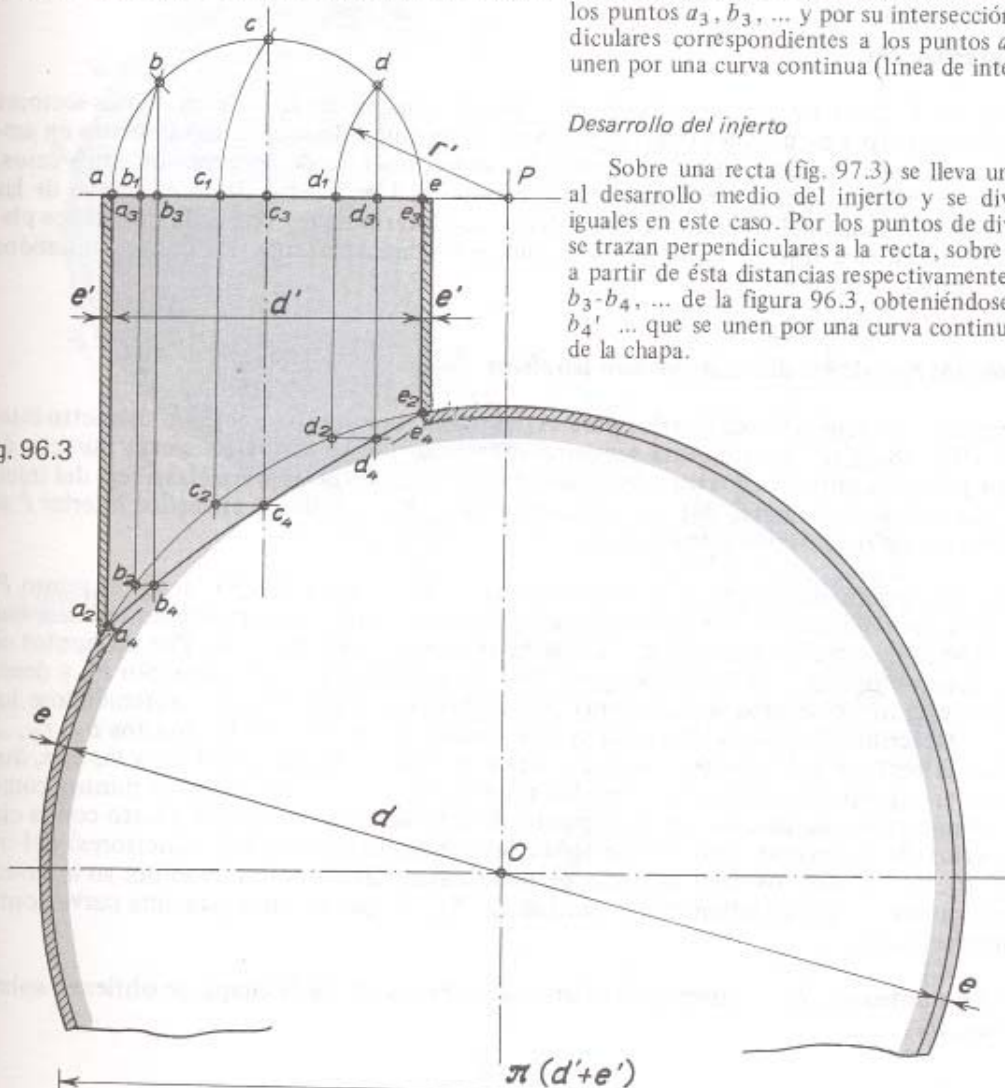
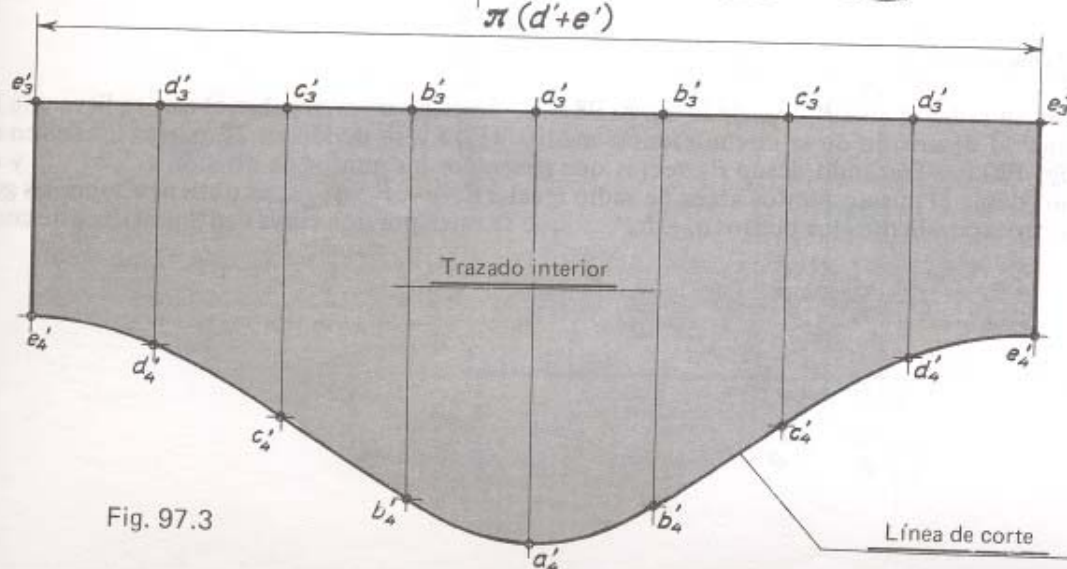


Fig. 97.3



33. Línea de intersección

Para determinar la línea de intersección de un cono con una esfera se utilizan planos sectores auxiliares, que corten perpendicularmente al eje del cono determinando secciones circulares en ambos cuerpos en unos casos, o que cortando según el eje del cono a los dos cuerpos en otros casos, determinan secciones triangulares y circulares respectivamente. Los puntos de intersección de las circunferencias o de los lados del triángulo y circunferencia, determinados por cada uno de los planos sectores, pertenecen a la línea de intersección, que se trazará enlazando los puntos obtenidos por una curva continua.

34. Primer caso: los ejes de los dos cuerpos son paralelos

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo del injerto, sobre un diámetro interior del mismo (fig. 98.3) se describe una semicircunferencia que se divide en cierto número de partes iguales (6 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje del injerto que determinan sobre el diámetro del mismo los puntos $a_1, b_1, \dots$ y desde el vértice interior P se hacen pasar rectas (generatrices) por estos puntos.

A continuación, sobre una recta AB perpendicular a los ejes (fig. 99.3), desde el punto P' (proyección del vértice del injerto), con un radio cualquiera se describe una semicircunferencia que se divide en el mismo número de partes iguales que la anterior (6 en este caso). Por los puntos de división $a, b, \dots$ (correspondientes a los de la figura 98.3) se trazan rectas que pasen por P' , y desde el punto O' (proyección del centro de la esfera) perpendiculares a estas rectas, obteniéndose los puntos $b_2, c_2, \dots$. Describiendo, desde P' como centro, arcos que pasen por los puntos $b_2, c_2, \dots$ determinan sobre la recta AB los puntos $b_3, c_3, \dots$ por los que se trazan paralelas a los ejes, que cortan al de la esfera (perpendicular a éstas) en los puntos $b_4, c_4, \dots$ y desde estos puntos como centros se describen arcos que pasando por Q (punto de intersección del eje del injerto con la circunferencia exterior de la esfera), determinan sobre las generatrices extremas (interiores) del injerto los puntos $a_5, b_5, \dots$ por los que trazando perpendiculares al eje determinan por su intersección con las generatrices correspondientes los puntos $a_6, b_6, \dots$ que se unen por una curva continua (línea de intersección).

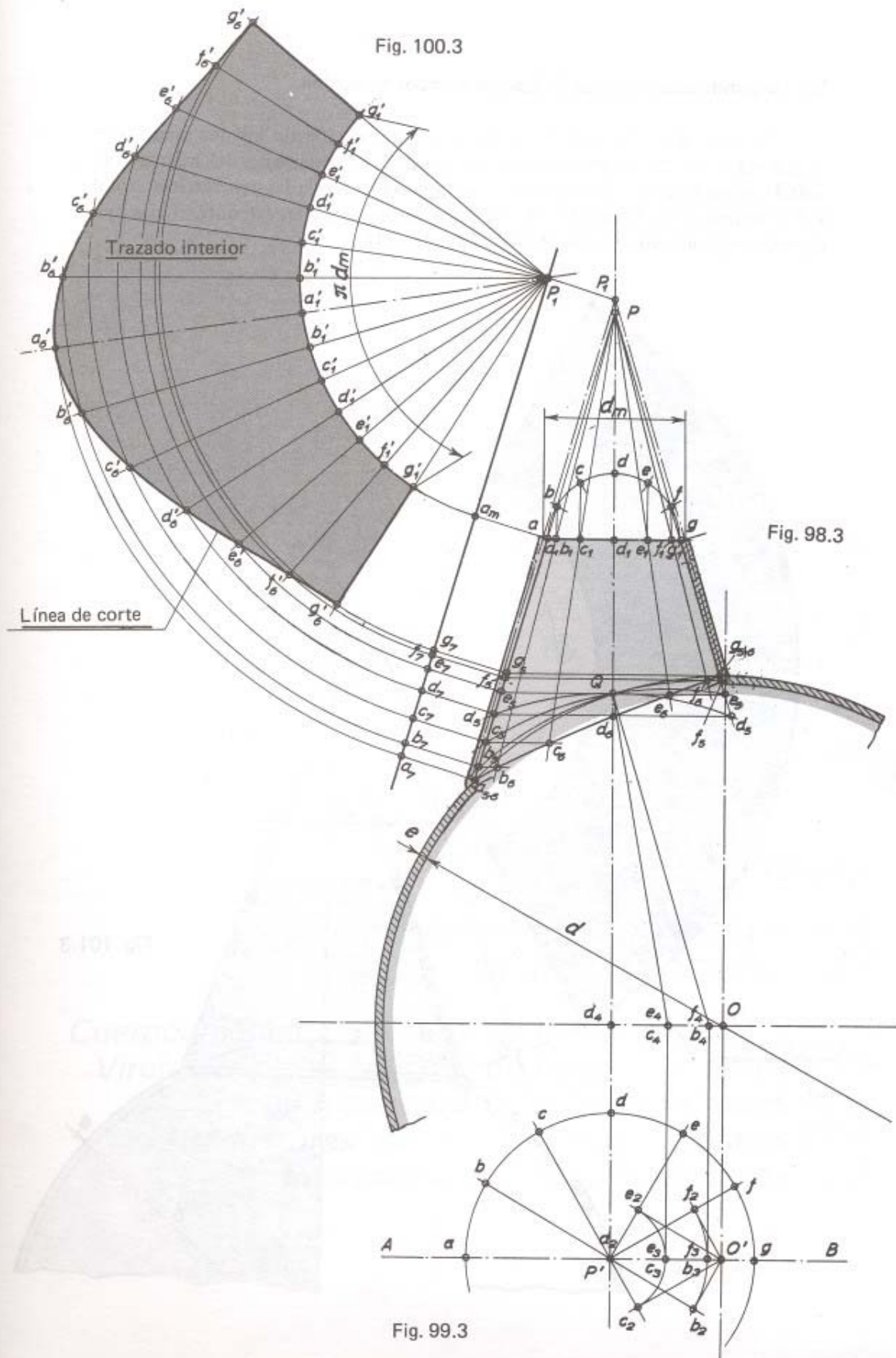
Llevando los puntos $a_5, b_5, \dots$ perpendicularmente sobre el eje de la chapa, se obtienen sobre éste los puntos $a_7, b_7, \dots$

Desarrollo del injerto

Con un radio igual a P_1-a_m de la figura 98.3, se describe un arco sobre el que se lleva una longitud igual al desarrollo de la circunferencia media (πd_m) y se divide en 12 partes iguales en este caso (fig. 100.3). Trazando desde P_1 rectas que pasen por los puntos de división $a_1', b_1', \dots$ y describiendo desde el mismo puntos arcos de radio igual a $P_1-a_7, P_1-b_7, \dots$ se obtienen sobre las generatrices correspondientes los puntos $a_6', b_6', \dots$ que se unen por una curva continua (línea de corte).

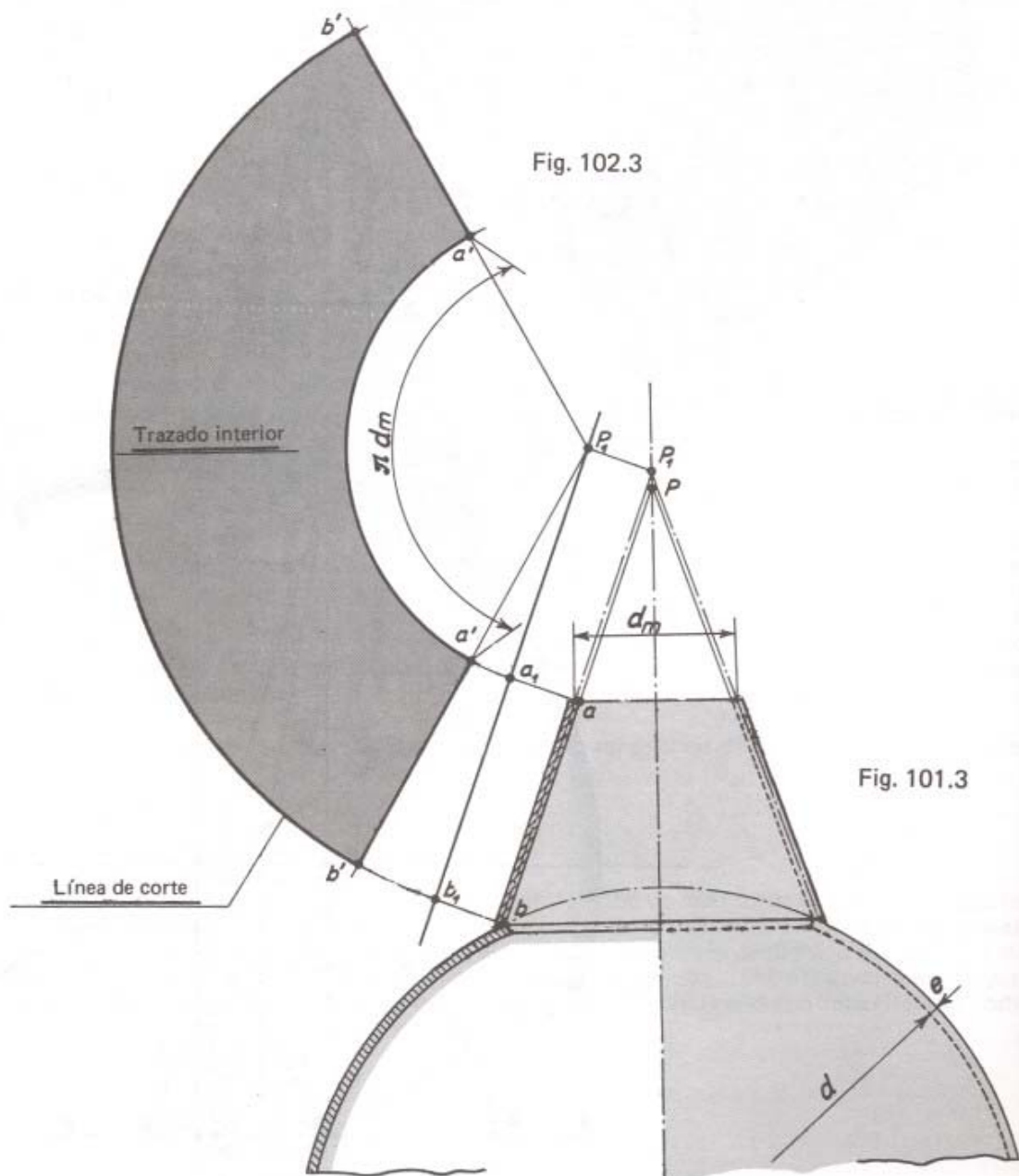
INJERTO CONICO SOBRE ESFERAS LOS EJES DE LOS DOS CUERPOS SON PARALELOS

Injertos cilíndricos
y cónicos
sobre esferas



35. Segundo caso: los ejes de los dos cuerpos coinciden

En este caso (fig. 101.3), la línea de intersección de los dos cuerpos es una recta y todas las generatrices son iguales. El desarrollo del injerto (fig. 100.3) es un trapecio circular cuyos radios son iguales a las generatrices (total y deficiente), y los desarrollos de los arcos son iguales a las circunferencias medias correspondientes (véase el núm. 28, pág. 44).



Sección Cuarta

CUERPOS CONICOS OBLICUOS DE BOCAS CIRCULARES

Cuerpos cónicos oblicuos de bocas circulares IV-1

Virolas cónicas oblicuas de bocas circulares IV-2

Bifurcaciones con conos oblicuos IV-3

Reductores curvos de bocas circulares IV-4

Intersecciones cilíndrico-cónicas IV-5

1. Utilización de los conos oblicuos de bases circulares y sus propiedades

La utilización de los conos oblicuos de bases circulares es muy frecuente en la práctica, pues, debido a las propiedades de los mismos, se resuelven con su empleo muchos problemas que se presentan en las conducciones por medio de tuberías.

Las propiedades de los conos oblicuos de bases circulares (fig. 1.4) son las siguientes:

- 1.^a Toda sección plana paralela a la base, es circular; por ejemplo, la sección AB .
- 2.^a Toda sección plana del cono que pase por los puntos determinados (en las generatrices extremas) por una circunferencia que contenga a los extremos del diámetro de la base, es circular; por ejemplo, la sección CD . (Los centros de las circunferencias se encuentran sobre la perpendicular trazada en el punto medio del diámetro y los ángulos α y α' son iguales.)

2. Desarrollo del cono oblicuo de base circular

La determinación de los elementos necesarios para el desarrollo del cono se efectúa del modo siguiente.

Sobre el diámetro de la base (fig. 2.4) se describe una semicircunferencia que se divide en el número de partes iguales conveniente (4 por ejemplo), y desde P_1 (proyección del vértice del cono sobre la base o su prolongación) se describen arcos que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ determinen sobre el diámetro los puntos $a_1, b_1, \dots$

Desarrollo del cono

Desde P' como centro (fig. 3.4), con radios iguales a $P-a_1, P-b_1, \dots$ se describen arcos sobre los que se lleva una regla flexible (en la que una longitud igual al desarrollo de la circunferencia de la base se ha dividido en 8 partes iguales en este caso), y flexándola de modo que los puntos de división coincidan con los arcos correspondientes se traza la curva que forma la regla (línea de corte). Uniendo por medio de rectas los puntos de división extremos con el centro P' , se completa el desarrollo.

3. Desarrollo de la sección plana del cono oblicuo de la base circular

Sobre el diámetro del cono (fig. 4.4) se describe una semicircunferencia que se divide en un número de partes iguales (4 por ejemplo), y por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan perpendiculares al diámetro, que lo cortan en los puntos $a_1, b_1, \dots$ y al unir éstos con el vértice por medio de rectas, determinan sobre la recta de la sección los puntos $a_2, b_2, \dots$ por los que se trazan paralelas a la base. Desde P_1 , proyección del vértice del cono sobre la base o su prolongación, se describen arcos que pasando por los puntos de división determinen sobre el diámetro los puntos $a_3, b_3, \dots$ que al unirlos por medio de rectas con el vértice determinan por su intersección con las paralelas a la base del mismo origen los puntos $a_4, b_4, \dots$

Desarrollo de la sección

Primeramente se efectuará el desarrollo del cono igual que en el caso anterior (fig. 5.4), y se unen los puntos de intersección $a_1', b_1', \dots$ con el centro P' por medio de rectas, sobre las que se llevan distancias respectivamente iguales a $a_3-a_4, \dots$ de la figura 4.4, obteniéndose los puntos $a_2', b_2', \dots$ que se unen por una curva continua que limita el desarrollo.

Nota.— La sección plana sólo será circular cuando reúna las condiciones indicadas en las propiedades de estos conos (núm. 1).

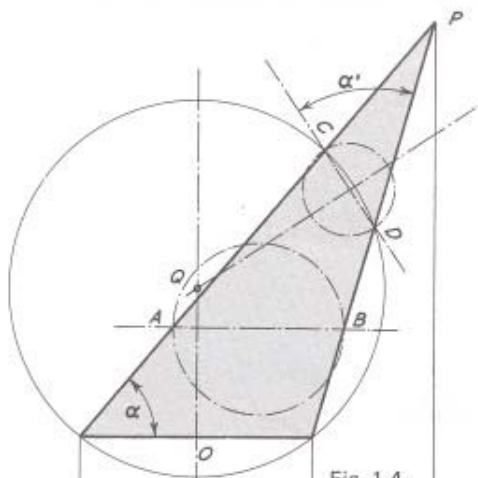


Fig. 1.4

Fig. 3.4

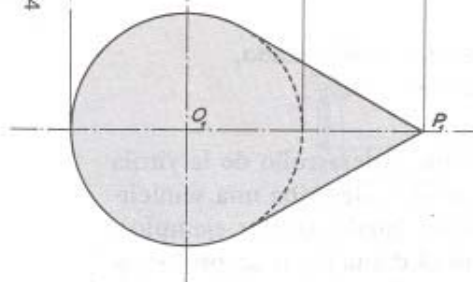


Fig. 2.4

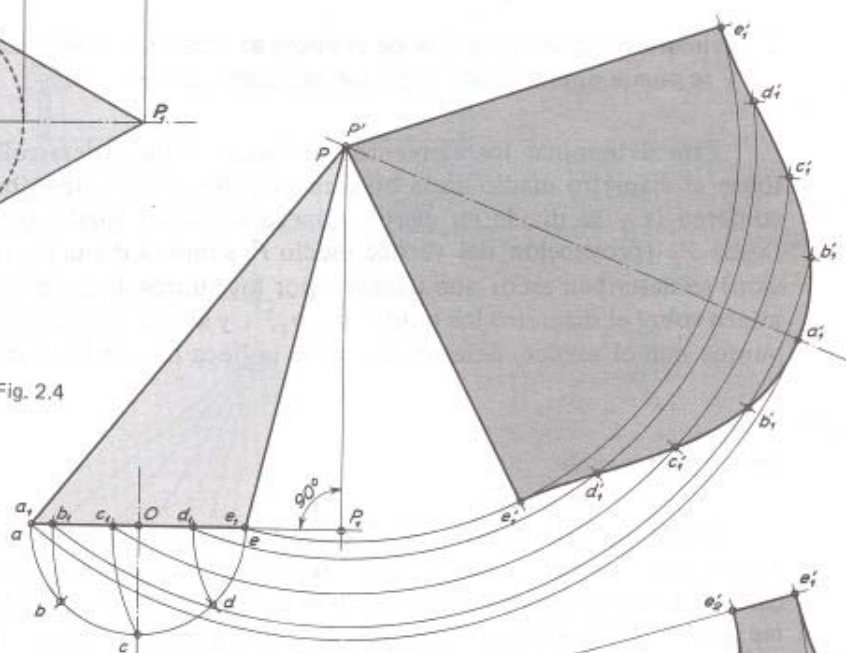


Fig. 4.4

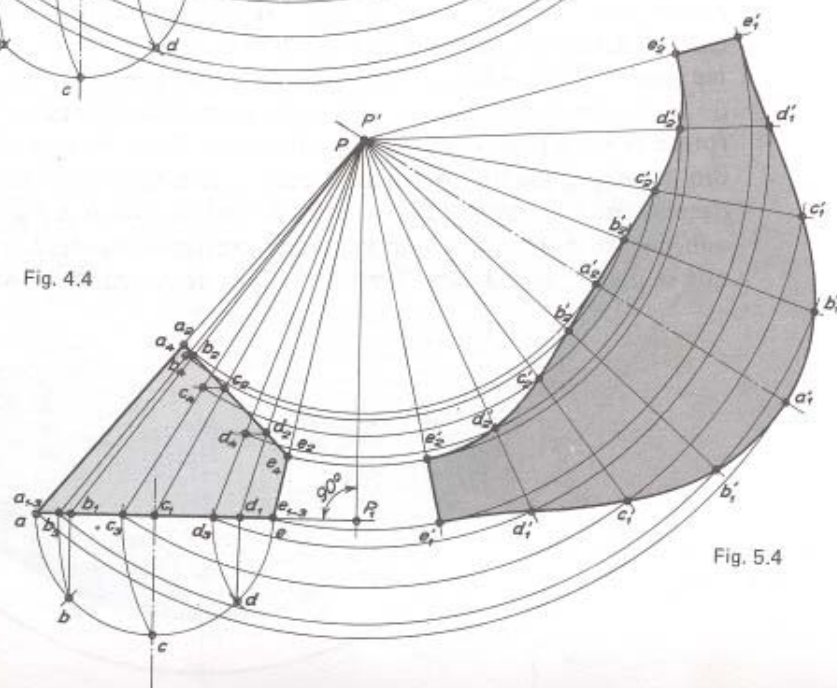


Fig. 5.4

4. Virola cónica oblicua de bocas circulares y paralelas

En la determinación de los elementos necesarios para el desarrollo y trazado de estas virolas se consideran dos variantes.

5. Primera variante: el vértice de la virola es accesible en el trazado, y se puede operar desde el mismo con compás

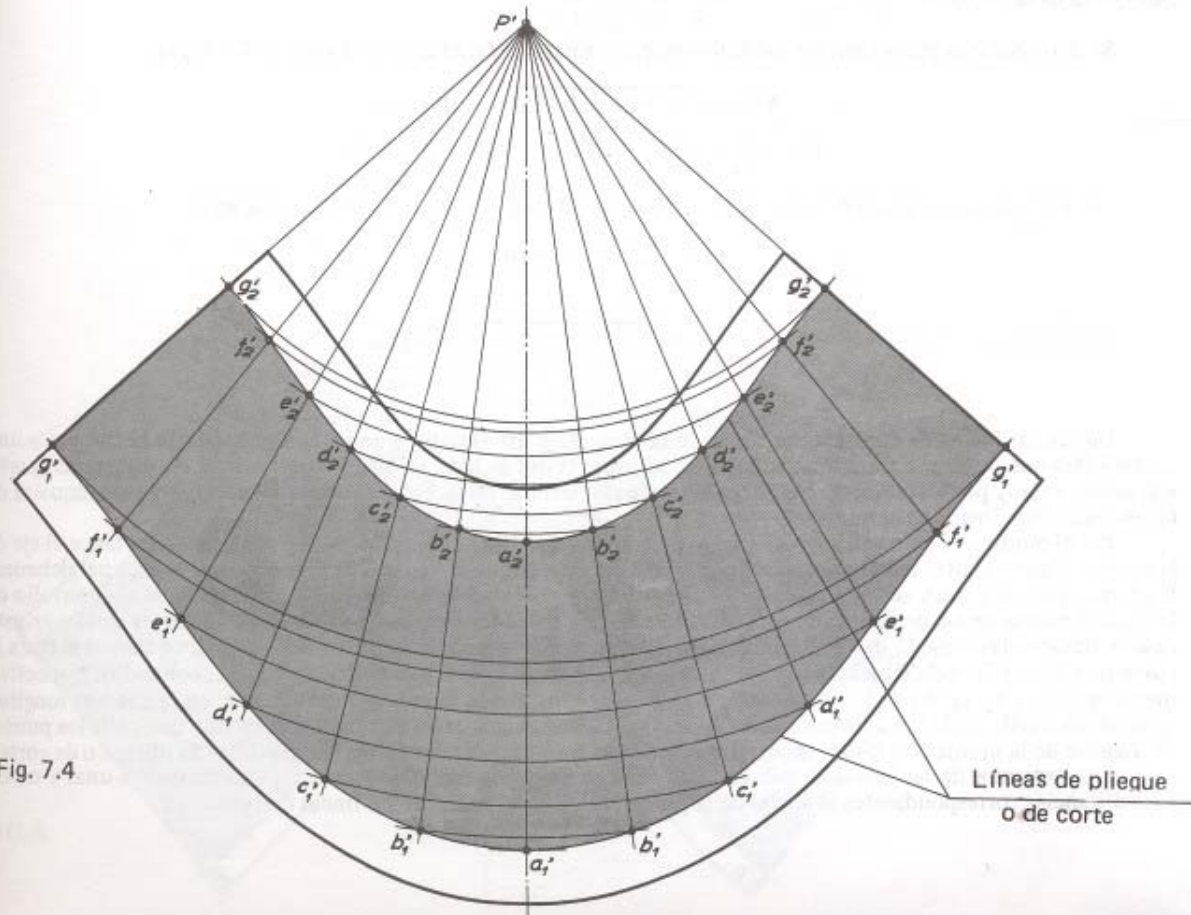
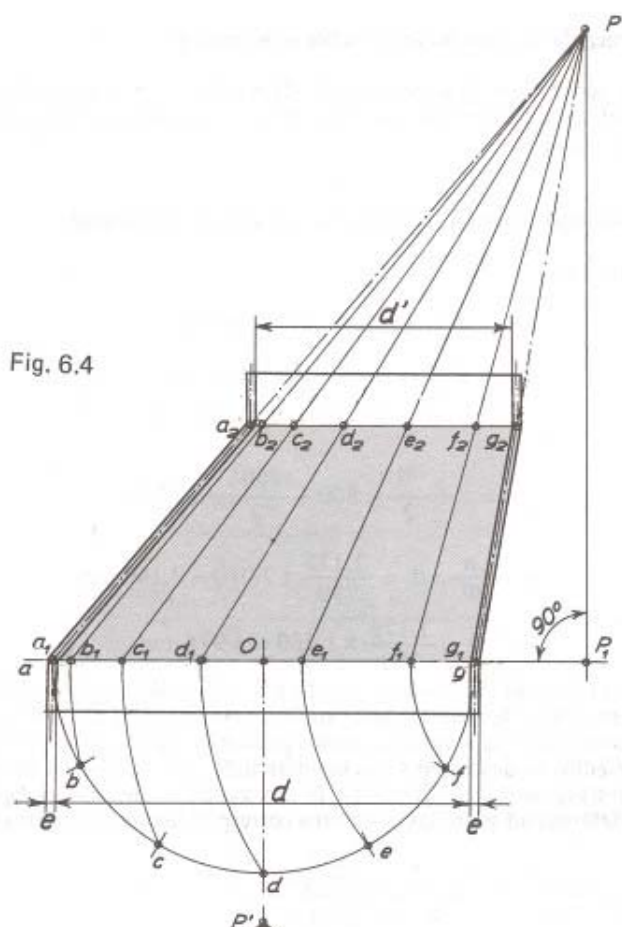
Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo de la virola sobre el diámetro medio de la boca mayor (fig. 6.4) se describe una semicircunferencia y se divide en cierto número de partes iguales (6 por ejemplo). Desde P_1 (proyección del vértice medio P , sobre el diámetro o su prolongación) se describen arcos que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ determinen sobre el diámetro los puntos $a_1, b_1, \dots$ y al unir por medio de rectas estos puntos con el vértice, determinan sobre la boca menor los puntos $a_2, b_2, \dots$

Desarrollo de la virola

Desde P' como centro (fig. 7.4), con radios iguales a $P-a_1, P-b_1, \dots$ se describen arcos sobre los que se lleva una regla flexible en la que una longitud igual al desarrollo medio de la boca mayor, $\pi (d + e)$, se ha dividido en 12 partes iguales en este caso, y flexándola de modo que los puntos de división $a, b, \dots$ de la misma coincidan con los arcos correspondientes se traza la curva que forma la regla (línea de pliegue o de corte). Uniendo con el centro P' , por medio de rectas, los puntos de intersección de la regla con los arcos, $a_1', b_1', \dots$ y describiendo desde P' nuevos arcos de radios iguales a $P-a_2, P-b_2, \dots$ determinan por su intersección con las rectas correspondientes los puntos $a_2', b_2', \dots$ que se unen por una curva continua (línea de pliegue o de corte).

**VIROLA CONICA OBLICUA DE BOCAS
CIRCULARES PARALELAS.
VERTICE ACCESIBLE**

Virolas cónicas
oblicuas de
bocas circulares



6. Segunda variante: El vértice de la virola no es accesible en el trazado

En esta variante, para poder efectuar el trazado del desarrollo de la virola, se determinará numéricamente la posición de la proyección del vértice sobre los diámetros de las bocas o de sus prolongaciones, del modo que se expone en el número 12 (página 109).

7. Desarrollo de la virola de la figura 8.4 (el vértice no es accesible en el trazado)

Primeramente se determinará:

$$d = 2.000 + 10 = 2.010 \text{ mm}$$

$$d' = 1.250 + 10 = 1.260 \text{ mm}$$

$$m = d - d' = 2.010 - 1.260 = 750 \text{ mm}$$

$$n = e + \frac{m}{2} = 800 + \frac{750}{2} = 1.175 \text{ mm}$$

$$p = \frac{n}{m} \times d = \frac{1.175}{750} \times 2.010 = 3.149 \text{ mm}$$

$$q = \frac{1.175}{750} \times 1.260 = 1.974 \text{ mm.}$$

A continuación se traza (fig. 9.4) el trapecio formado por los ejes de las chapas y líneas de pliegue (diámetros medios), y sobre las prolongaciones de las bases se marcan los puntos P_1 y P_2 distantes 3.149 y 1.974 mm, de a y a_1 respectivamente. (Como comprobación, la recta que une los puntos P_1 y P_2 será perpendicular a las bases.)

Sobre los diámetros medios se describen semicircunferencias que se dividen en el mismo número de partes iguales (6 por ejemplo), y por los puntos de división $a, b, \dots$ y $a_1, b_1, \dots$ desde P_1 y P_2 respectivamente como centros, se describen arcos que determinan sobre los diámetros correspondientes los puntos $a_2, b_2, \dots$ y $a_3, b_3, \dots$

Desarrollo de la virola

Se determinarán primeramente los datos necesarios para trazar el arco-guía (figs. 8.4 y 15.4):

$$AC = \sqrt{1.500^2 + 1.175^2} = 1.905 \text{ mm}$$

$$R = \frac{d}{m} \times AC = \frac{2.010}{750} \times 1.905 = 5.105 \text{ mm.}$$

Tomando una cuerda igual a $3d = 3 \times 2.010 = 6.030 \text{ mm}$, el valor de la semicuerda será:

$$c = \frac{6.030}{2} = 3.015 \text{ mm}$$

y la flecha

$$f = 5.105 - \sqrt{5.105^2 - 3.015^2} = 985 \text{ mm.}$$

Determinados estos datos, sobre el eje de la chapa (fig. 10.4) se lleva una longitud igual a la flecha y por uno de los extremos de ésta se traza una perpendicular, sobre la que se llevan a uno y otro lado del eje distancias iguales a la semicuerda, y por los puntos extremos de éstas y de la flecha se trazará el arco correspondiente según cualquiera de los métodos estudiados en el número 6 (pág. 12).

Por el punto a_2 como vértice, se traza un ángulo α' igual al α de la figura 9.4, siendo uno de los lados el eje de la chapa, y sobre el otro lado se llevan los puntos $a_2, b_2, \dots$ de aquella figura. Por los puntos $a_2, b_2, \dots$ paralelamente el arco guía se trazan arcos, sobre los que se lleva una regla flexible, en la que una longitud igual al desarrollo de la circunferencia media de la boca mayor ($3,1416 \times 2.010 = 6314,6 \text{ mm}$) se ha dividido en 12 partes iguales en este caso, y flexándola de modo que los puntos de división de la misma coincidan con los arcos correspondientes se traza la curva que forma la regla (línea de pliegue o de corte). Desde los puntos obtenidos $a_2', b_2', \dots$ con radios respectivamente iguales a $a_2-a_3, b_2-b_3, \dots$ se describen arcos sobre los que se lleva otra regla flexible, en la que una longitud igual al desarrollo de la boca menor se ha dividido en 12 partes iguales en este caso, y haciendo coincidir los puntos de división de la misma con los arcos correspondientes se traza la curva que forma la regla (línea de pliegue o de corte).

Los extremos de las líneas de pliegue o de corte se unen por medio de rectas, y paralelamente a unas y otras, a las distancias correspondientes al ancho de la pestaña, si la lleva, se trazan las líneas de corte.

**VIROLA CONICA OBLICUA DE BOCAS
CIRCULARES PARALELAS.
VERTICE INACCESIBLE**

Virolas cónicas
oblicuas de
bocas circulares

Fig. 8.4

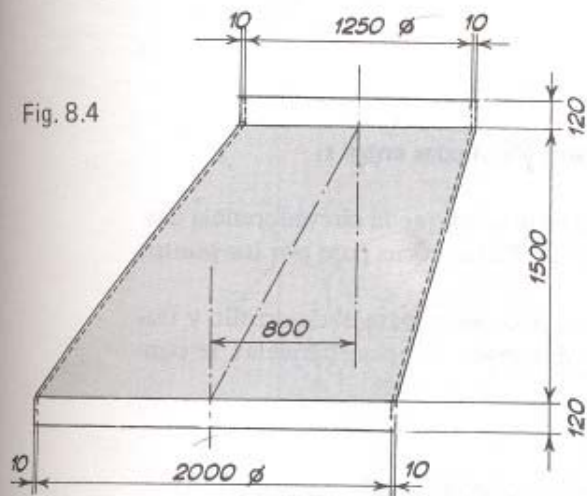


Fig. 9.4

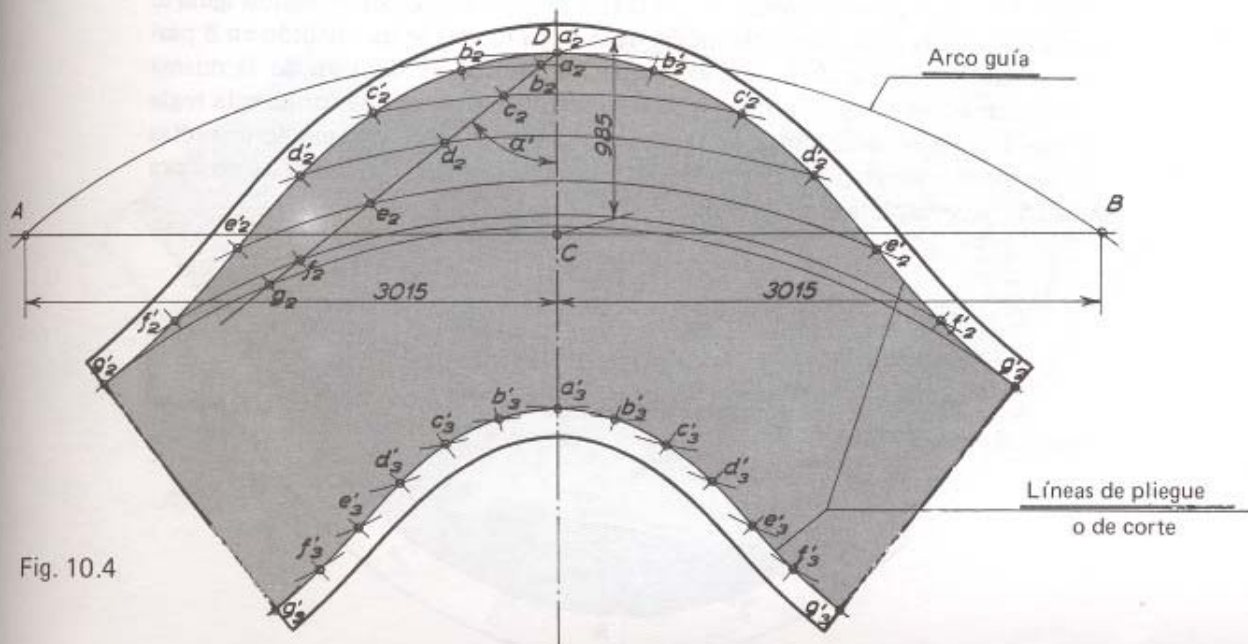
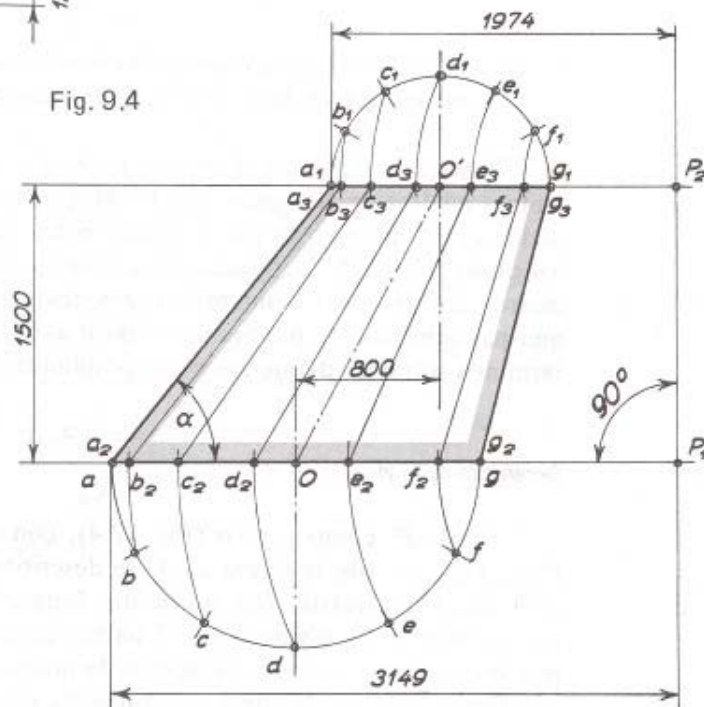


Fig. 10.4

8. Virola cónica oblicua, de bocas circulares y oblicuas entre sí

Para que esta virola sea desarrollable, es preciso que la circunferencia descrita desde el punto de intersección de los ejes de las bocas pase por los puntos extremos de los diámetros medios.

En la determinación de los elementos necesarios para el desarrollo y trazado de la virola, lo mismo que en el caso de virolas de bocas paralelas, se considerarán dos variantes.

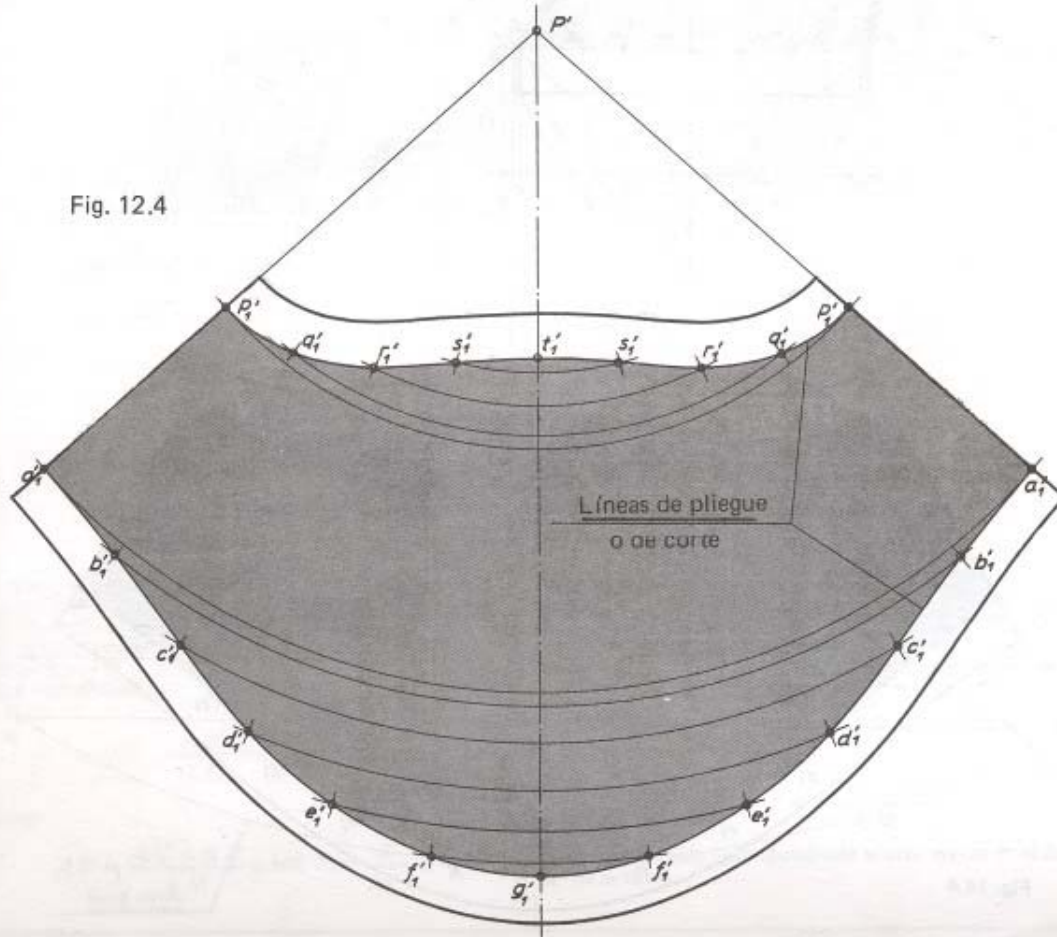
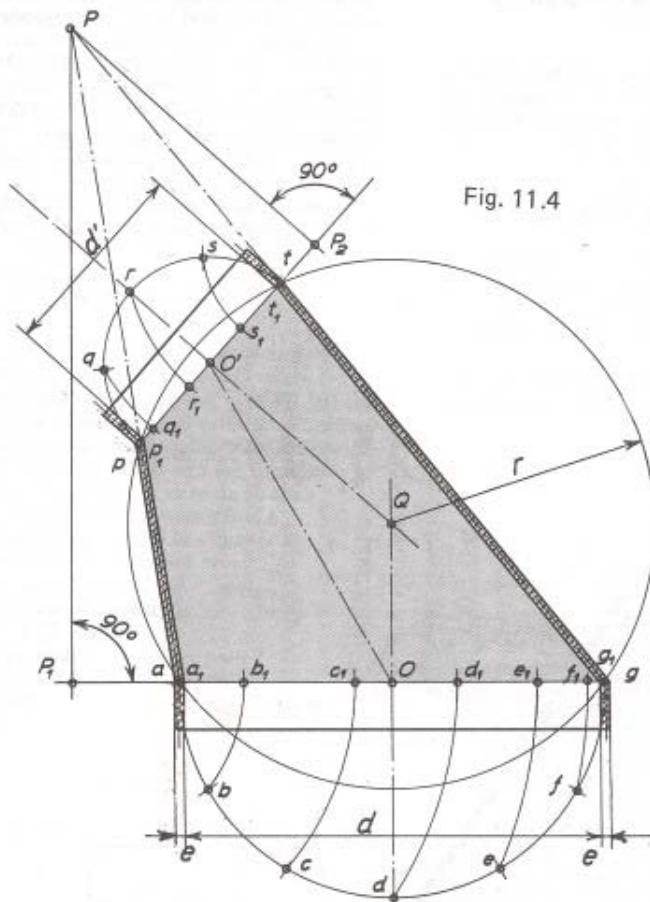
9. Primera variante: el vértice de la virola es accesible en el trazado, y se puede operar desde el mismo con compás

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo, sobre los diámetros medios de las bocas (fig. 11.4) se describen semicircunferencias que se dividen en el número de partes iguales conveniente (6 y 4 por ejemplo). Desde los puntos P_1 y P_2 (proyecciones del vértice medio de la virola, sobre los diámetros de las bocas o sus prolongaciones), como centros, se describen arcos que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ y $p, q, \dots$ respectivamente, determinen sobre los diámetros correspondientes los puntos $a_1, b_1, \dots$ y $p_1, q_1, \dots$

Desarrollo de la virola

Desde P' como centro (fig. 12.4), con radios iguales a $P-a_1, P-b_1, \dots$ y $P-p_1, P-q_1, \dots$ (de la figura 11.4) se describen arcos, y sobre los primeros se lleva una regla flexible (en la que una longitud igual al desarrollo medio de la boca mayor se ha dividido en 12 partes iguales en este caso), y flexándola de modo que los puntos de división de la misma coincidan con los arcos correspondientes se traza la curva que forma la regla (línea de pliegue o de corte); sobre los otros arcos se lleva otra regla flexible (en la que una longitud igual al desarrollo de la circunferencia media de la boca menor se ha dividido en 8 partes iguales), y flexándola de modo que los puntos de división de la misma coincidan con los arcos correspondientes se traza la curva que forma esta regla (línea de pliegue o de corte de la boca menor). Uniéndolo por medio de rectas los extremos correspondientes de las líneas de pliegue o de corte si no lleva pestaña, se completa el desarrollo.

Nota. — Las rectas que unen los extremos de las líneas de pliegue o de corte se encuentran en el punto P' .



10. Segunda variante: Vértice de la virola inaccesible

En esta variante, para efectuar el desarrollo de la virola se determinará numéricamente la posición de la proyección del vértice sobre los diámetros de las bocas o sus prolongaciones, del modo expuesto en el número 13 (página 109).

11. Desarrollo de la virola de la figura 13.4

(El vértice no es accesible en el trazado).— Trazando por el punto Q una paralela a BD , se obtiene sobre el diámetro de la boca mayor el punto M , y tomando sobre la figura los valores necesarios, se determinarán AP_1 y DP_2 del modo expuesto en el núm. 13 (página 109).

Marcados los puntos P_1 y P_2 sobre los diámetros de las bocas (mayor y menor respectivamente) o sobre sus prolonga-

ciones, se determinarán los elementos necesarios para el desarrollo de la virola igual que en caso precedente (pág. 107).

Siendo necesario el trazado de un arco-guía, de radio igual a la distancia del vértice medio de la virola a uno de los puntos de la misma, se determinará la flecha que corresponde a un arco que pase por el punto de referencia, para una longitud de cuerda determinada (es conveniente trazar el arco que corresponde al punto g como guía, y tomar la cuerda igual a tres veces el diámetro mayor).

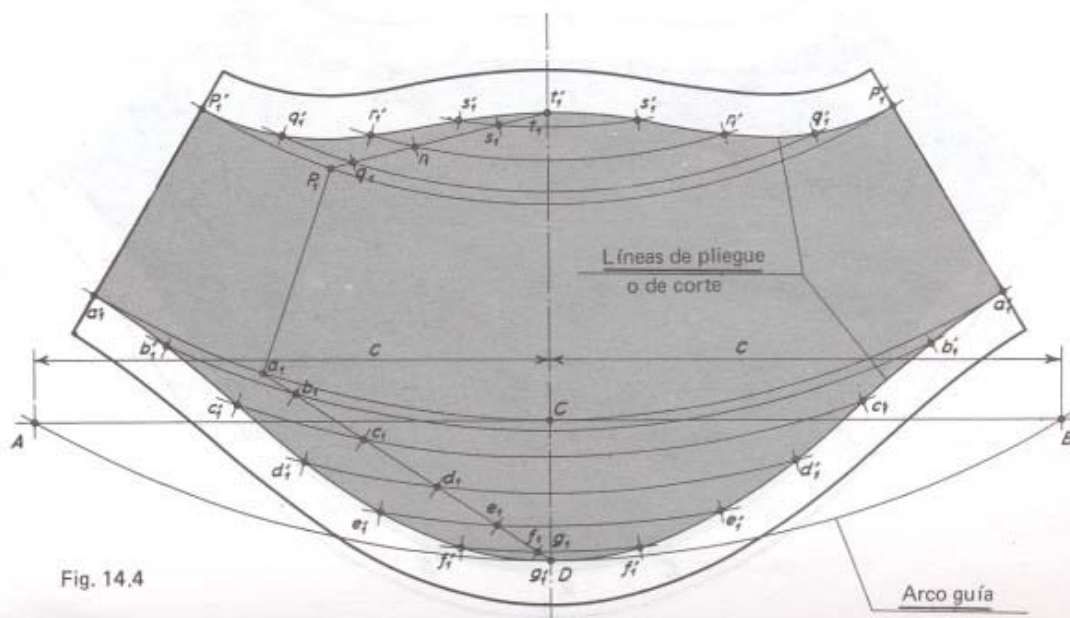
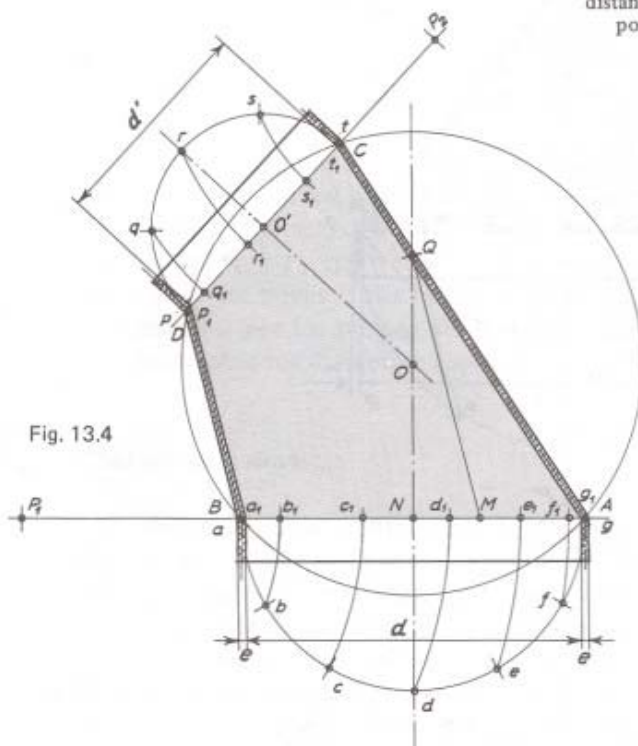
Siendo el radio correspondiente al punto g , $R = \frac{AB \times AQ}{AM}$ y c la longitud de la semicuerda, el valor de la flecha será:

$$f = R - \sqrt{R^2 - c^2}$$

Determinados estos valores, sobre el eje de la chapa, a partir del punto conveniente se lleva una longitud igual a la flecha (fig. 14.4), y por uno de los extremos de esta se traza una perpendicular sobre la que se llevan, a uno y otro lado del eje, distancias iguales a la semicuerda c , trazándose el arco correspondiente por uno de los métodos estudiados para el trazado de arcos de gran radio sin compás (pág. 10).

A continuación, a partir del punto g , del eje se marca el contorno medio de la virola, y se llevan sobre los diámetros medios los puntos $a_1, b_1, \dots$ y $p_1, q_1, \dots$ respectivamente, en la misma forma que se encuentran en la figura 13.4. Por estos puntos se trazan paralelas al arco guía, continuándose después el trazado del mismo modo que en la variante primera.

Fig. 13.4



**12. Primer caso: Virola de bocas paralelas
y vértice inaccesible (fig. 15.4)**

Para poder efectuar el trazado del desarrollo, es preciso determinar numéricamente la posición de la proyección del vértice de la virola, sobre los diámetros de las bocas o sus prolongaciones.

Trazando por C (fig. 15.4) una paralela a BD y otra perpendicular a AB, que corten a ésta en M y N respectivamente, de la semejanza de los triángulos AMC con ABP y ANC con AP₁P, se deduce que:

$$\frac{AM}{AB} = \frac{AN}{AP_1}$$

de donde

$$AP = \frac{AN}{AM} \times AB, \text{ o sea, } p = \frac{n}{m} \times d$$

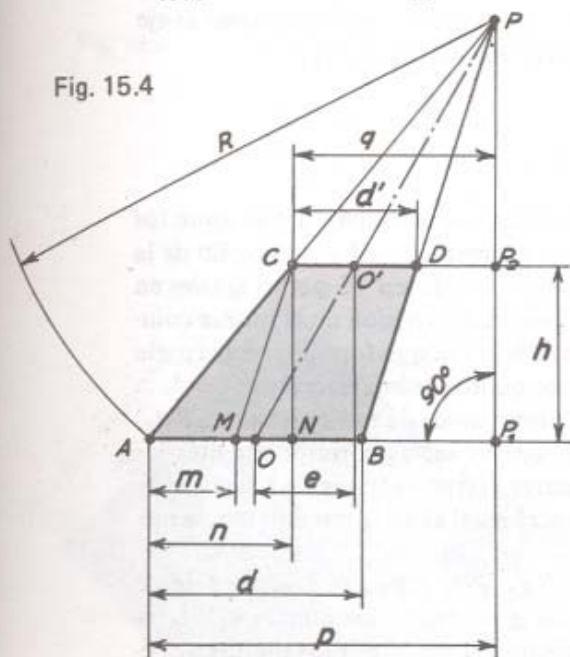
y de la semejanza de los triángulos AMC con CDP y ANC con CP₂P, se deduce que:

$$\frac{AM}{CD} = \frac{AN}{CP_2}$$

de donde

$$CP_2 = \frac{AN}{AM} \times CD, \text{ o sea, } q = \frac{n}{m} \times d'$$

Fig. 15.4



En la misma figura se tiene:

$$AM = m = d - d' \text{ y } AN = n = e + \frac{d - d'}{2} = e + \frac{m}{2}$$

Siendo necesario para efectuar el desarrollo de la virola trazar un arco de radio conocido, por ejemplo el correspondiente al punto A, se determinará la flecha que corresponde a una cuerda dada para el radio PA = R.

En la figura 15.4, de la semejanza de los triángulos AMC con ABP, se deduce que:

$$\frac{AM}{AC} = \frac{AB}{AP}$$

de donde

$$AP = \frac{AC \times AB}{AM} \text{ o sea, } R = \frac{d}{m} \times AC$$

siendo:

$$AC = \sqrt{h^2 + n^2}$$

El valor de la flecha es

$$f = R - \sqrt{R^2 - c^2} \text{ (fig. 16.4), siendo } c \text{ la}$$

semicuerda.

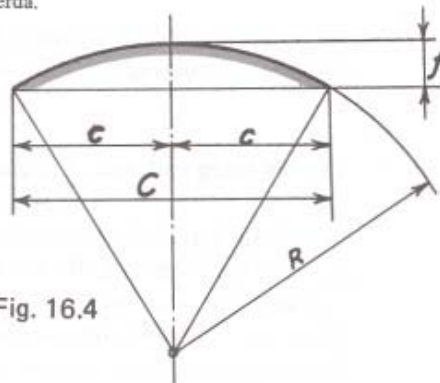


Fig. 16.4

**13. Segundo caso: Virola de bocas oblicuas
y vértice inaccesible (fig. 17.4)**

En este caso, lo mismo que en el anterior, para proceder al trazado del desarrollo, se determinará numéricamente la posición de los puntos P₁ y P₂, proyecciones del vértice medio de la virola sobre los diámetros de bocas o sus prolongaciones, y después gráficamente, los elementos necesarios para el desarrollo de la virola.

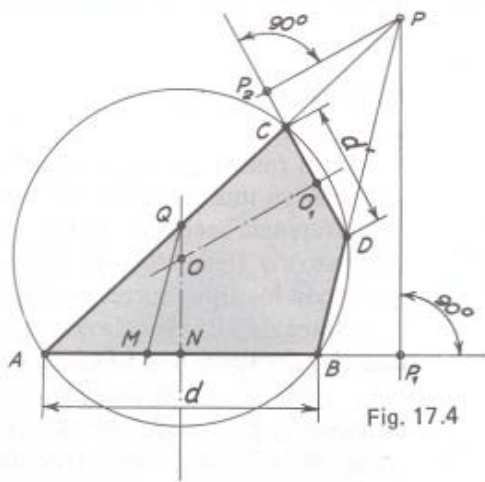


Fig. 17.4

Trazando por Q (fig. 17.4) una paralela a DB, de la semejanza de los triángulos AMQ con ABP y ANQ con AP₁P, se deduce que:

$$\frac{AM}{AB} = \frac{AN}{AP}$$

de donde

$$AP_1 = \frac{AN}{AM} \times AB,$$

y de la semejanza de los triángulos AMQ con DCP y ANQ con DP₂P, se deduce que

$$DP_2 = \frac{AN}{AM} \times CD,$$

y, finalmente, de la semejanza de los triángulos AMQ y ABP se obtiene

$$AP = \frac{AB \times AQ}{AM}$$

valor del radio correspondiente al arco mayor en el desarrollo de la virola.

14. Tubo de bocas circulares para bifurcación o enlace de dos tuberías cilíndricas

Este tubo está formado por la intersección de dos virolas cónicas oblicuas de bocas circulares, presentándose dos variantes.

15. Primera variante: Las bocas del tubo son paralelas

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo de las virolas, sobre el diámetro medio de la boca mayor (fig. 18.4) se describe una semicircunferencia y se divide en cierto número de partes iguales (6 por ejemplo). Desde P_1 (proyección del vértice P sobre el diámetro o su prolongación), se describen arcos que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ determinen sobre el diámetro los puntos $a_1, b_1, \dots$ que, al unirlos por medio de rectas con el vértice P , determinan sobre el diámetro medio de la boca menor los puntos $a_2, b_2, \dots$. Por los puntos $e, f, \dots$ se trazan perpendiculares al diámetro, obteniéndose sobre el mismo los puntos $e_3, f_3, \dots$ y uniéndolos por medio de rectas con el vértice P , determinan sobre el eje del tubo (línea de intersección de las virolas) los puntos $e_4, f_4, \dots$ por los que trazan perpendiculares al eje que determinan sobre las rectas de igual origen los puntos $e_5, f_5, \dots$.

Desarrollo de las virolas

Con radios iguales a $P-a_1, P-b_1, \dots$ se describen arcos (fig. 19.4) sobre los que se lleva una regla flexible (en la que una longitud igual al desarrollo de la circunferencia media de la boca mayor se ha dividido en 12 partes iguales en este caso), y flexándola de modo que los puntos de división de la misma coincidan con los arcos correspondientes se traza la curva que forma la regla (parte de la línea de pliegue o de corte). Uniéndolos los puntos de intersección $a_1', b_1', \dots$ con el centro P' y describiendo desde este punto arcos de radios iguales a $P-a_2, P-b_2, \dots$ se obtienen por su intersección con las rectas correspondientes los puntos $a_2', b_2', \dots$ que se unen por una curva continua (línea de pliegue o de corte) de la boca menor, cuyo desarrollo será igual al de la circunferencia media de esta boca).

A continuación, con radios iguales a $P-e_5, P-f_5$ y $P-g_4$ se describen desde P' arcos que determinen sobre las rectas de igual origen los puntos e_5', f_5' y g_4' , por los que se traza una curva continua que pasando por los puntos d_1' limita el desarrollo.

Si se dispone pestaña, ésta se limitará al ancho correspondiente paralelamente a la línea de pliegue (que es la de corte si no lleva esta pestaña).

Nota. — Los desarrollos de las dos virolas son exactamente iguales.

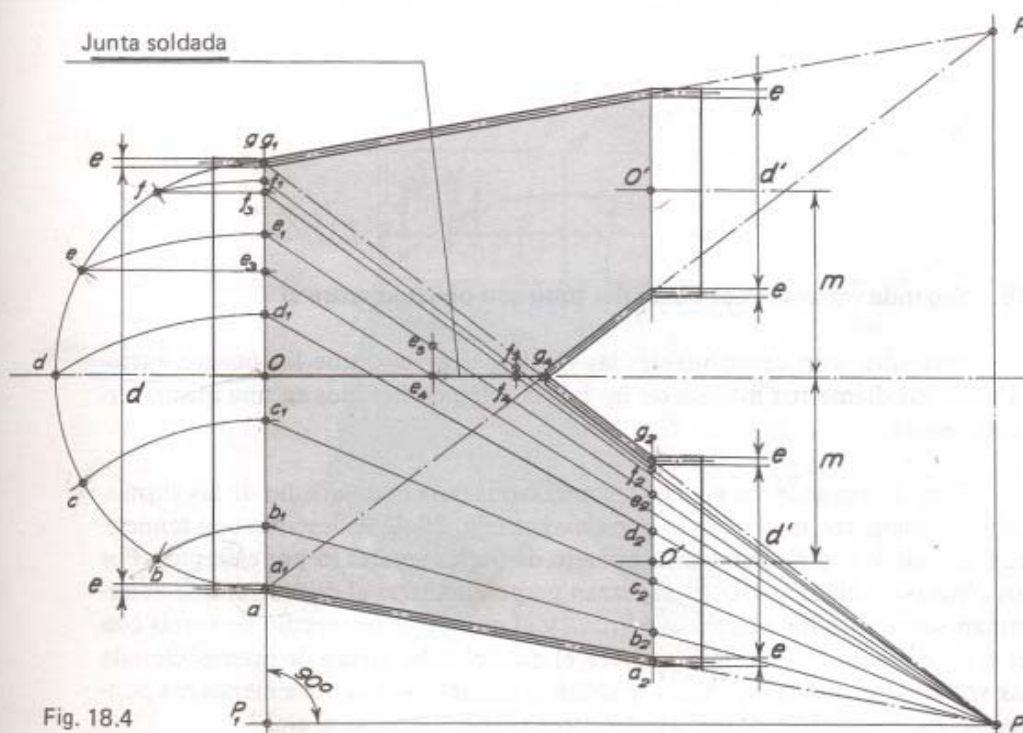


Fig. 18.4

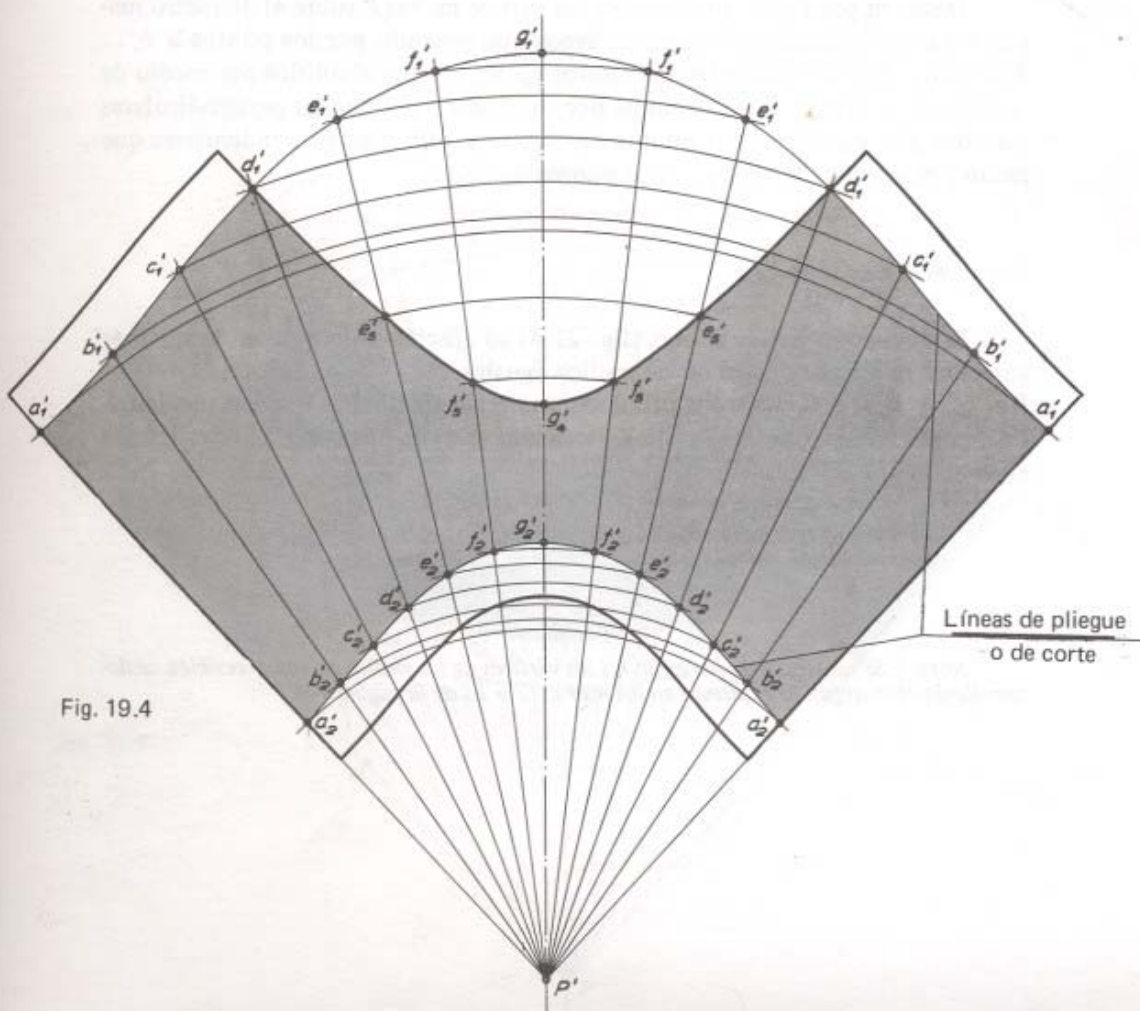


Fig. 19.4

16. Segunda variante: Las bocas del tubo son oblicuas entre sí

Para que sean desarrollables las violas, es preciso que los puntos extremos de los diámetros medios de las bocas estén contenidos en una misma circunferencia.

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo de las violas, sobre el diámetro medio de la boca mayor (fig. 20.4) se describe una semicircunferencia y se divide en cierto número de partes iguales (6 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan perpendiculares al diámetro, que determinan sobre éste los puntos $a_1, b_1, \dots$ y al unir éstos por medio de rectas con el vértice medio P , determinan sobre el eje del tubo (línea de intersección de las violas) los puntos $a_2, b_2, \dots$ y sobre el diámetro de la boca menor los puntos $a_3, b_3, \dots$ trazándose por unos y otros perpendiculares al eje.

Desde el punto P_1 , proyección del vértice medio P sobre el diámetro mayor o su prolongación se describen arcos que pasando por los puntos $a, b, \dots$ determinen sobre el diámetro los puntos $a_4, b_4, \dots$ que al unirlos por medio de rectas con el vértice P , determinan por su intersección con las perpendiculares trazadas por $a_3, b_3, \dots$ los puntos $a_5, b_5, \dots$ y sobre las perpendiculares que pasan por los puntos $b_2, c_2, \dots$ los puntos $b_6, c_6, \dots$

Desarrollo de las violas

El desarrollo de las violas (fig. 21.4) se efectúa igual que en la variante anterior, describiendo arcos de radios iguales $P-a_4, P-a_5, P-b_5, \dots$ y $P-b_6, P-c_6, \dots$ y llevando sobre los primeros una regla flexible (en la que una longitud igual al desarrollo medio de la boca mayor se dividirá en 12 partes iguales en este caso).

Nota. — Si en alguna de las variantes los vértices de las violas no son accesibles, se desarrollarán éstas según lo expuesto en los núms. 12 y 13 de la página 109.

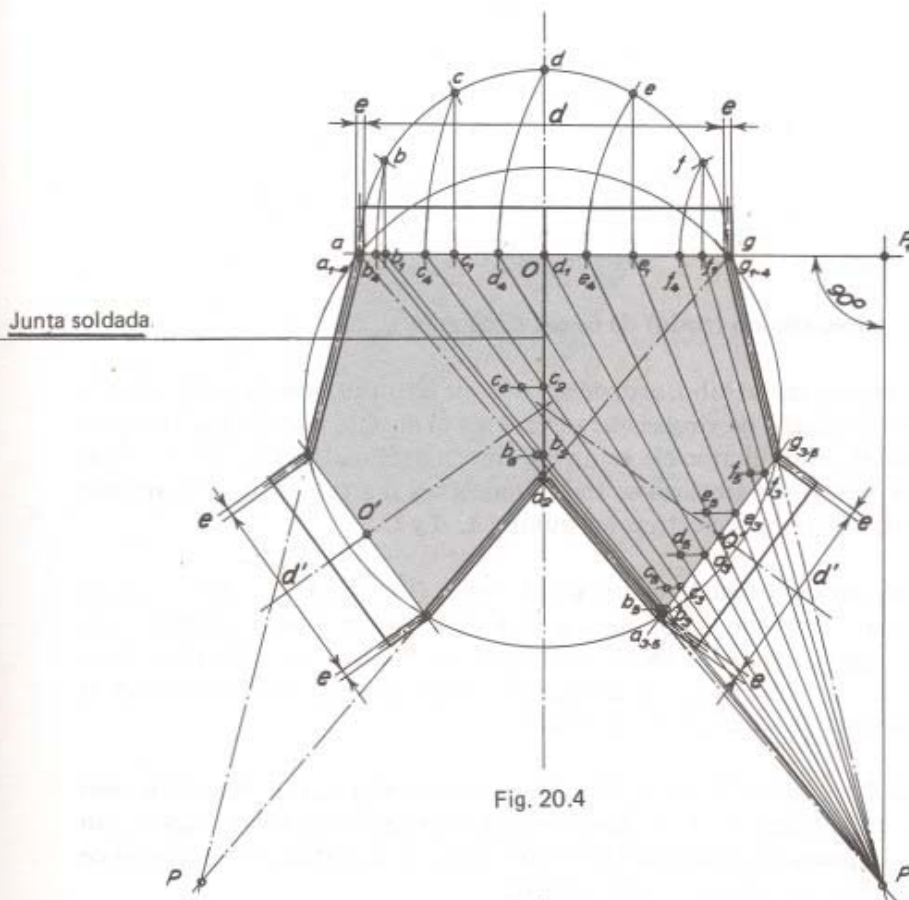


Fig. 20.4

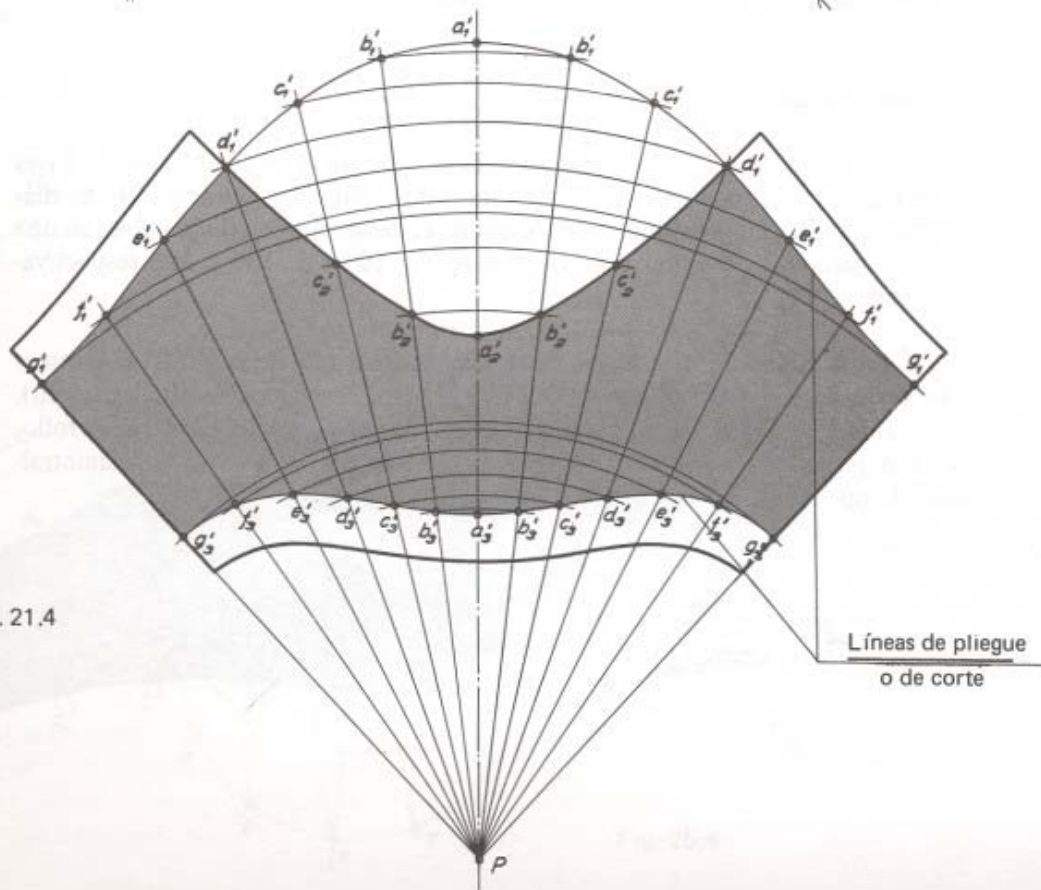


Fig. 21.4

17. Tubo curvo cónico (codo) de bocas circulares

Para representar el tubo, se divide el arco-eje en un número de partes iguales doble que el número de virolas que debe tener el mismo. Sean 3, por ejemplo, las virolas del codo: el arco-eje se divide en 6 partes iguales (fig. 22.4), y por los puntos de división impares se trazan tangentes al arco-eje, que determinan por sus intersecciones respectivas los puntos *A*, *B* y *C*.

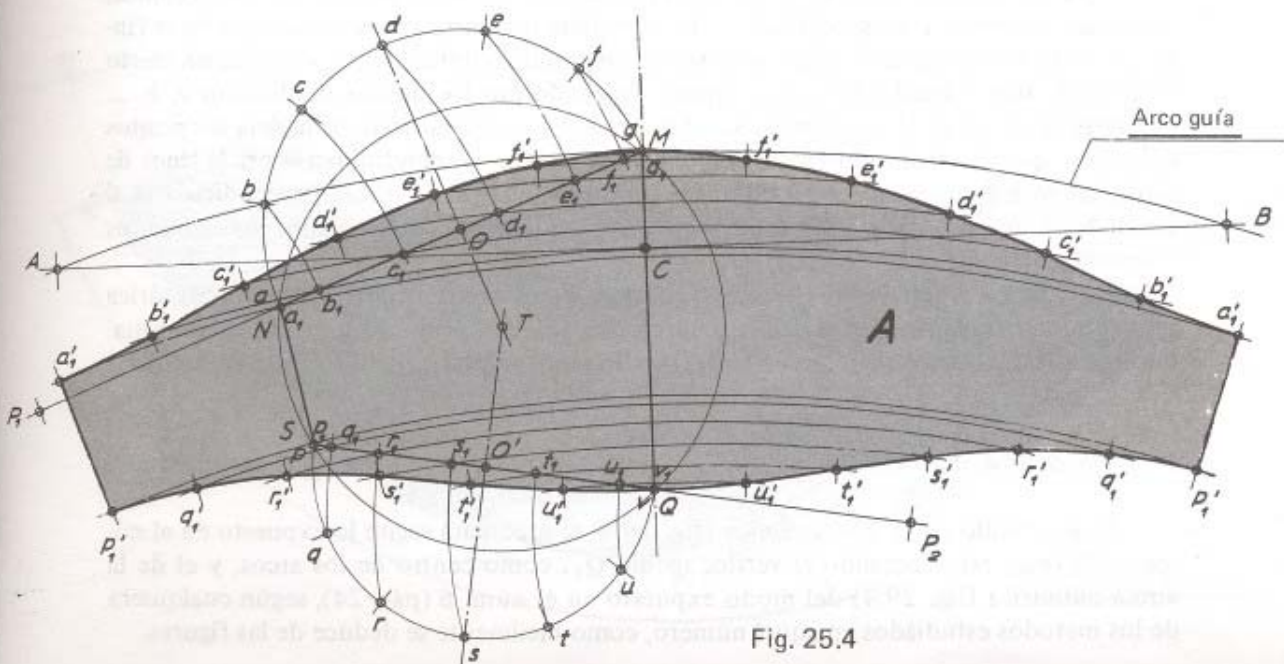
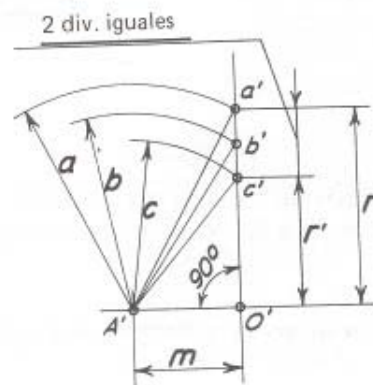
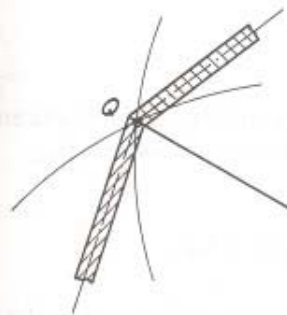
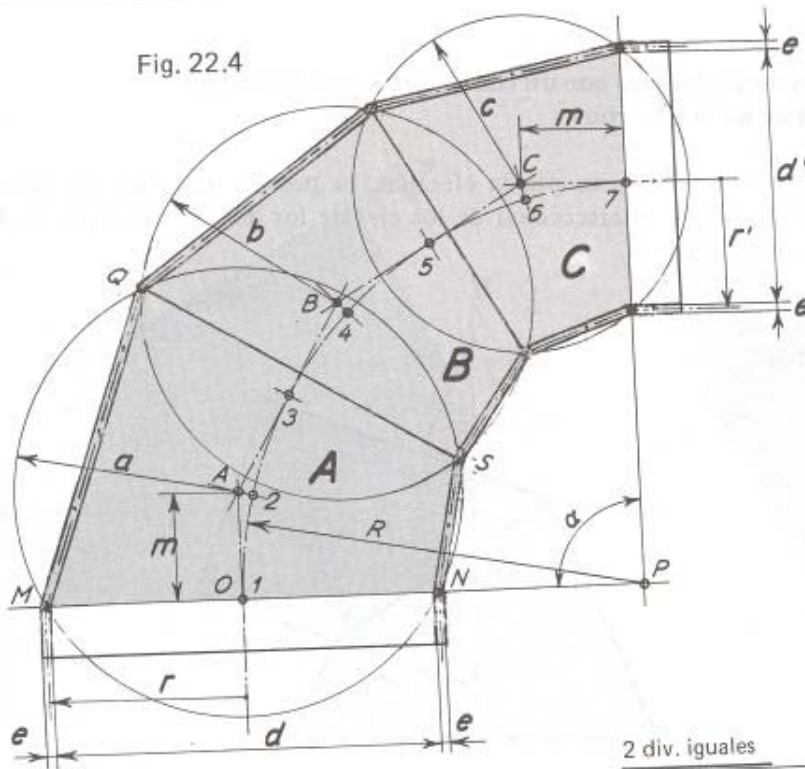
Sobre uno de los lados de un ángulo recto (figura 23.4), se lleva a partir del vértice una longitud $O'A'$ igual a OA de la figura 22.4, y sobre el otro lado distancias iguales a los radios medios de las bocas, r y r' , dividiéndose la diferencia de éstos en tantas partes iguales como número de virolas tenga el tubo menos una (dos partes en este caso).

Desde los puntos *A*, *B* y *C* (fig. 22.4), con radios respectivamente iguales a a , b y c de la figura 23.4, se describen circunferencias, y sobre éstas, según detalle de la figura 24.4 (unión de virolas soldadas) se marcan los extremos de las virolas, trazándose éstas a continuación.

Desarrollo de las virolas

Siendo todas las virolas representadas "virolas cónicas oblicuas de bases circulares y oblicuas entre sí", por estar contenidos los extremos de sus diámetros medios en la misma circunferencia, el desarrollo se efectuará según una de las variantes de aquel caso (números 9 y 10 págs. 106 y 108 respectivamente).

En la figura 25.4 se ha representado el desarrollo de la virola *A*, efectuado según la segunda variante (vértice de la virola no accesible en el trazado). La virola *B* desarrollada tendrá la parte más estrecha sobre el eje del desarrollo, con objeto de que las juntas longitudinales de las virolas quedan diametralmente opuestas.



18. Intersección de un cilindro con un cono, cortándose todas las generatrices de ambos cuerpos

Para que esta intersección se pueda efectuar, es preciso que una circunferencia, descrita desde el punto de intersección de los ejes de los dos cuerpos (fig. 26.4), sea tangente a las generatrices

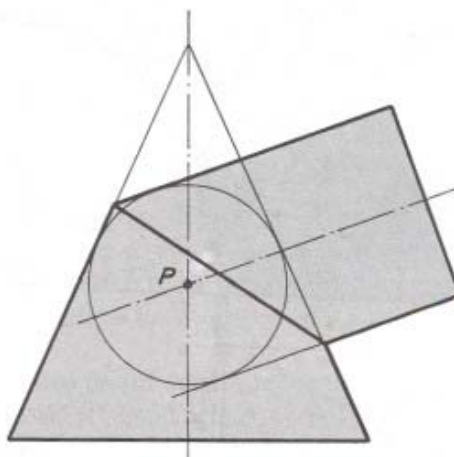


Fig. 26.4

extremas de los mismos. La línea de intersección es una elipse, y queda representada en la figura por la recta que une los puntos de intersección de las generatrices extremas.

19. Aplicación: enlace de una virola cilíndrica con otra cónica (fig. 27.4)

La circunferencia descrita desde el punto de intersección de los ejes de las virolas, es tangente a la superficie de contacto, interior de las mismas.

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo de la virola cónica, sobre un diámetro correspondiente a la superficie de contacto de los dos cuerpos (interior en la figura representada), se describe una semicircunferencia y se divide en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo). Trazando por los puntos de división $a, b, \dots$ paralelas al eje de la virola cónica, se obtienen sobre el diámetro de la misma los puntos $a_1, b_1, \dots$ que al unirlos por rectas con el vértice interior Q , determinan sobre la línea de intersección los puntos $a_2, b_2, \dots$. Por los puntos $a_2, b_2, \dots$ se trazan perpendiculares al eje de la chapa se obtienen los puntos $a_4, b_4, \dots$ quedando determinados los elementos necesarios para el desarrollo.

La determinación de los elementos necesarios para el desarrollo de la virola cilíndrica se efectuará describiendo una semicircunferencia sobre el diámetro interior de la misma, o tomando las distancias m y n , según el procedimiento empleado para trazar el desarrollo.

Desarrollo de las virolas

El desarrollo de la virola cónica (fig. 28.4) se efectuará según lo expuesto en el número 34 (pág. 50), tomando el vértice medio Q_1 , como centro de los arcos, y el de la virola cilíndrica (fig. 29.4) del modo expuesto en el núm. 6 (pág. 24), según cualquiera de los métodos estudiados en aquel número, como fácilmente se deduce de las figuras.

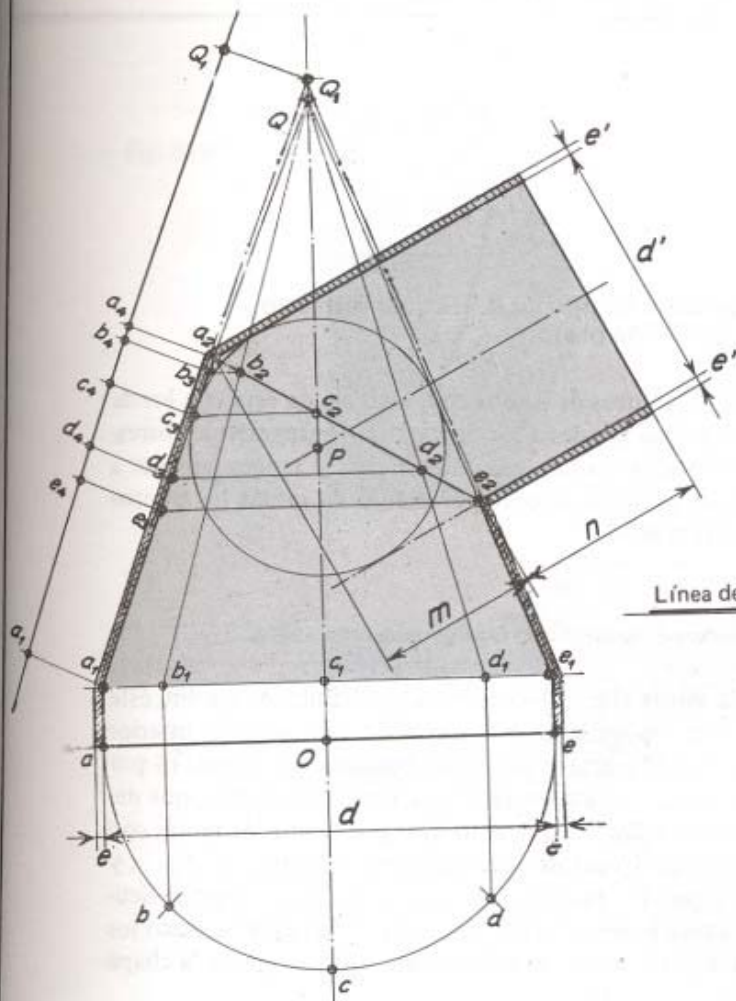


Fig. 27.4

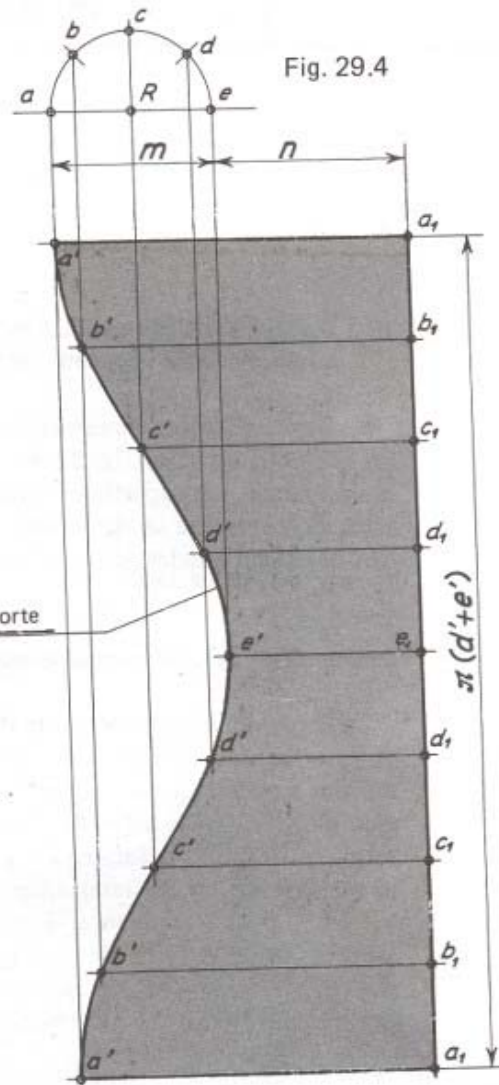


Fig. 29.4

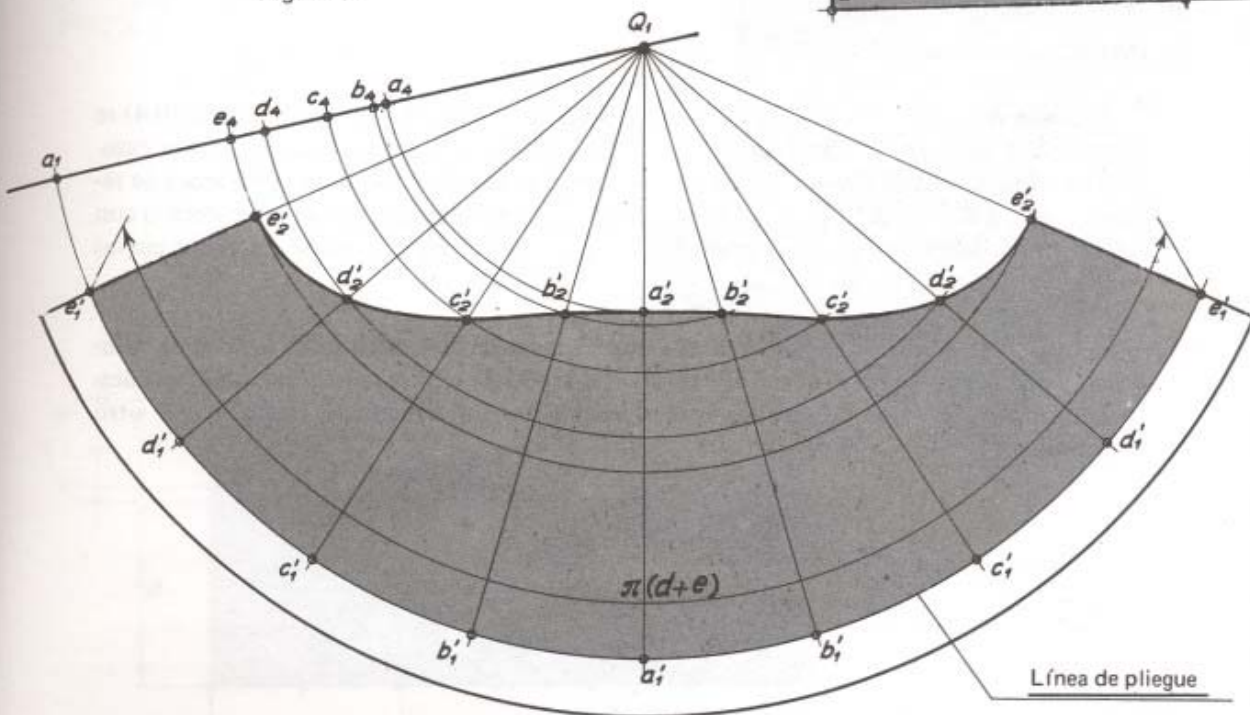


Fig. 28.4

20. Virola cónica para enlace de dos tubos cilíndricos de distinto diámetro, cuyos ejes están contenidos en un mismo plano

Para representar la virola, desde los puntos de intersección del eje de ésta con los de los tubos cilíndricos (fig. 30.4), con radios iguales a los de los tubos respectivos (correspondientes a las superficies interiores) se describen circunferencias, y tangente a éstas se representa la virola, que queda limitada al unir por medio de rectas los puntos de intersección de las generatrices extremas.

Determinación de los elementos necesarios para el desarrollo de la virola cónica

Perpendicularmente al eje de la virola (fig. 30.4) se traza un diámetro, y sobre éste se describe una semicircunferencia (correspondiente a la superficie de contacto, interior en esta representación) que se divide en el número de partes iguales conveniente (4 por ejemplo). Por los puntos de división $a, b, \dots$ se trazan paralelas al eje de la virola, que determinan sobre el diámetro los puntos $a_1, b_1, \dots$ que al unirlos por medio de rectas con el vértice interior R , determinan sobre las líneas de intersección los puntos $a_2, b_2, \dots$ y $a_3, b_3, \dots$ respectivamente. Trazando por los puntos $a_2, b_2, \dots$ y $a_3, b_3, \dots$ perpendiculares al eje de la virola, se obtienen sobre la generatriz extrema (interior en este caso) los puntos $a_4, b_4, \dots$ y $a_5, b_5, \dots$ que al llevarlos perpendicularmente sobre el eje de la chapa determinan en éste los puntos $a_6, b_6, \dots$ y $a_7, b_7, \dots$

Desarrollo de la virola cónica

Desde R_1 como centro (fig. 31.4), con un radio igual a $R_1 - e_m$ (de la figura 30.4) se describe un arco de longitud igual a πd_m y se divide en 8 partes iguales en este caso. Uniendo los puntos de división $a_1', b_1', \dots$ con R_1 , y describiendo desde éste arcos de radios iguales a $R_1 - a_6, R_1 - b_6, \dots$ y $R_1 - a_7, R_1 - b_7, \dots$ se obtienen, por su intersección con las rectas del mismo origen, los puntos $a_2', b_2', \dots$ y $a_3', b_3', \dots$ que se unen por curvas continuas (líneas de corte).

La determinación de los elementos necesarios para el desarrollo de las virolas cilíndricas y el trazado de estos desarrollos (figs. 32.4 y 33.4) se efectuarán del modo expuesto anteriormente. (Los desarrollos representados, se han efectuado según uno y otro método.)

Fig. 33.4

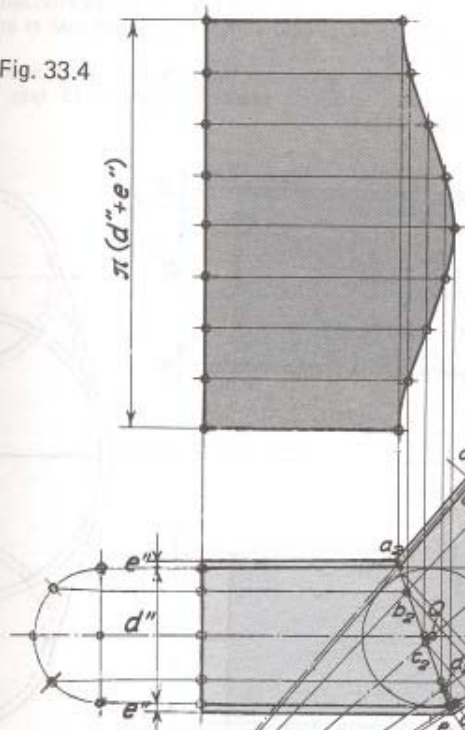


Fig. 30.4

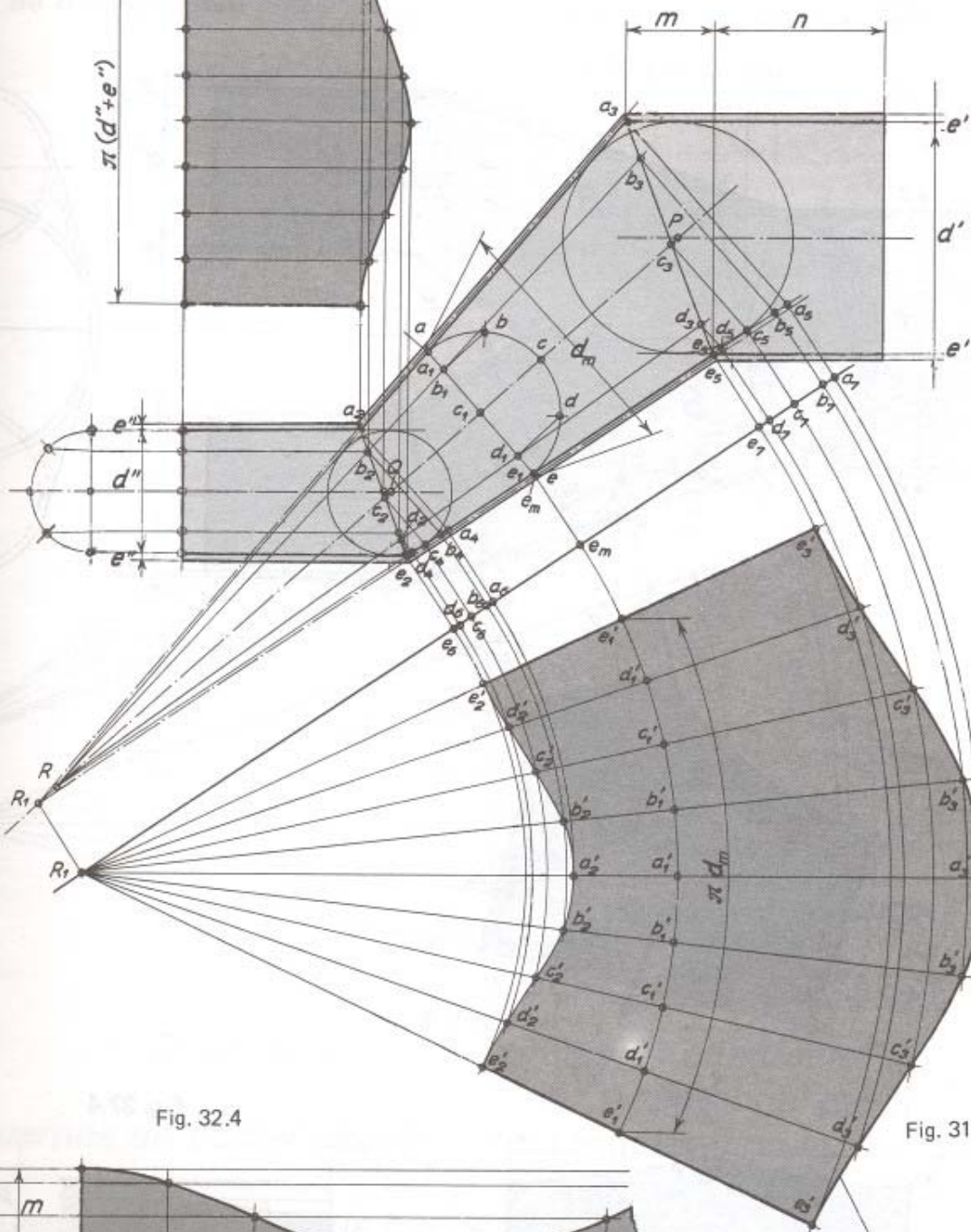


Fig. 32.4

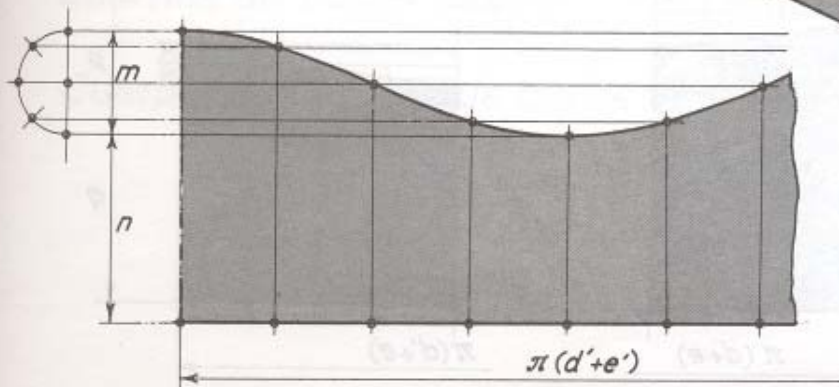


Fig. 31.4

Línea de corte

21. Bifurcación o unión de dos tuberías cilíndricas del mismo diámetro

Este caso se puede resolver por medio de violas cónicas (normales), o bien por medio de violas cónicas oblicuas de bases circulares.

En la figura 34.4 se ha representado uno de estos casos, re-

suelto por medio de violas cónicas (normales) y cilíndricas. Tanto la representación como los desarrollos de los distintos cuerpos (figs. 35.4, 36.4 y 37.4), se han efectuado según lo expuesto en el caso anterior, pues este caso es una variante de aquél.

Para otras soluciones, por medio de violas cónicas oblicuas de bases circulares, véanse los números 15 (pág. 110) y 16 (pág. 112).

Fig. 34.4

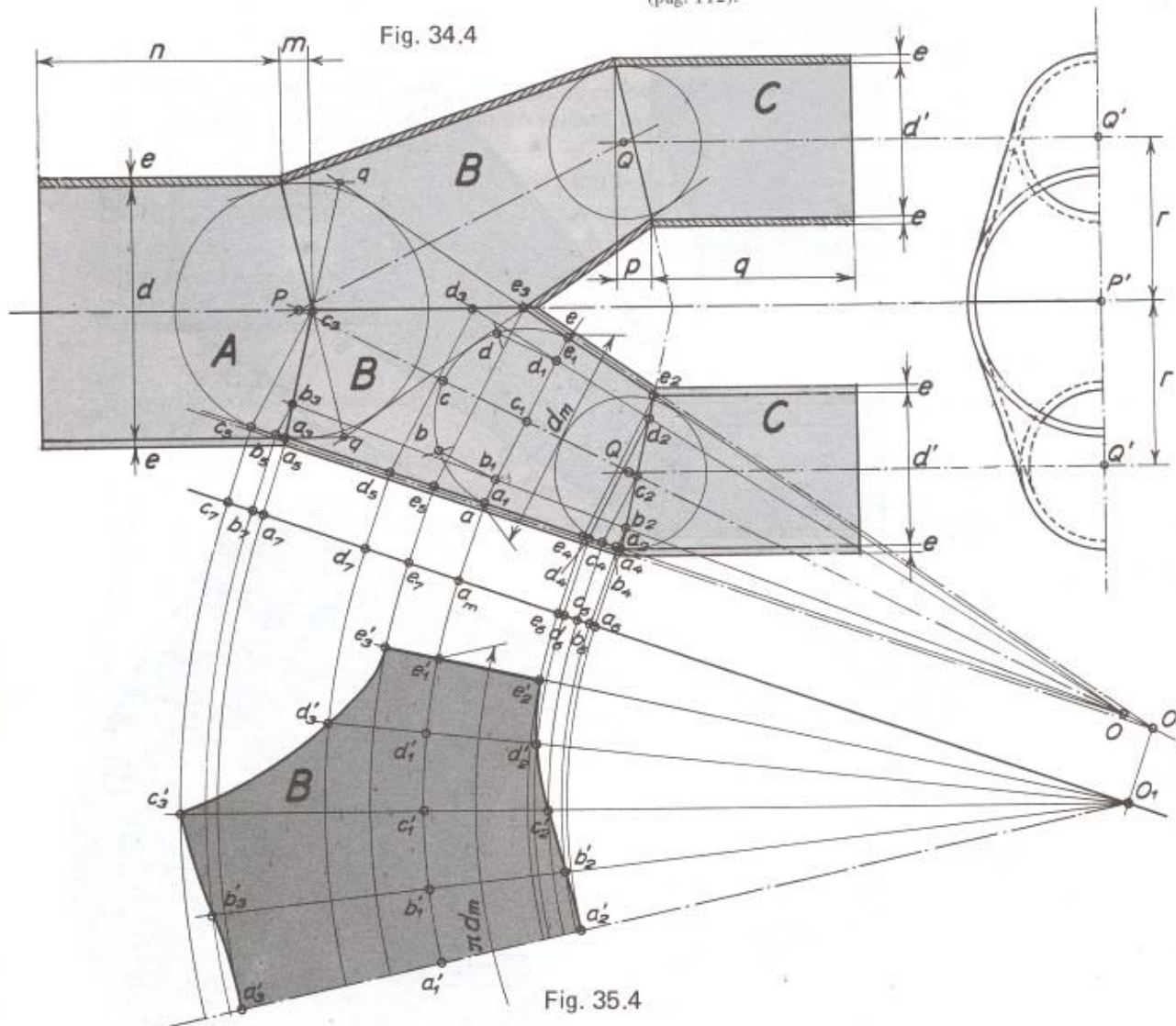


Fig. 35.4

Fig. 36.4

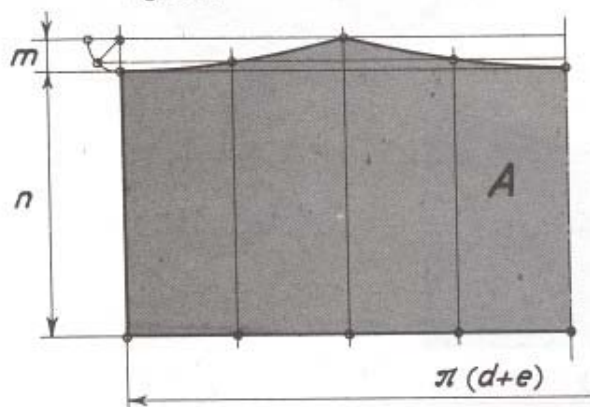
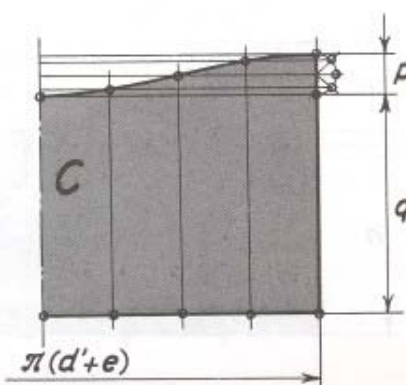


Fig. 37.4





Sección Quinta

CUERPOS ESPECIALES

*Cuerpos de bocas circular y cuadrada
o rectangular V-1*

*Cuerpos de bocas circular y rectangular-circular
u ovalada V-2*

*Cuerpos especiales de bocas circular y cuadrada
o rectangular V-3*



Fig. 51



Fig. 52

1. Enlace de un tubo cónico con un cuerpo prismático rectangular, siendo común el eje de los dos cuerpos

La unión de los dos cuerpos, según se indica en las figuras 1.5 y 2.5, se efectúa con soldadura, perteneciendo las líneas de contacto a las superficies interiores.

Para determinar los elementos necesarios para el trazado, se describe una circunferencia que pase por el punto medio de una de las chapas del cuerpo prismático (circunferencia media de diámetro d_m), y se une el centro V' con las aristas por medio de rectas. Los arcos determinados por los ejes y rectas trazadas se dividen en el número de partes iguales conveniente (2 y 3 por ejemplo), y desde V' se trazan rectas que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ determinen sobre las líneas interiores del cuerpo prismático los puntos $a_1, b_1, \dots$ y describiendo desde aquel punto arcos que pasen por éstos, se obtienen sobre el eje los puntos $a_2, b_2, \dots$ por los que trazando paralelas al eje vertical se determinan sobre las generatrices interiores (extremas) del cono los puntos $a_3, b_3, \dots$ y al llevar éstos perpendicularmente sobre el eje de la chapa se obtienen los puntos $a_4, b_4, \dots$ (Con objeto de obtener los puntos $a_4, b_4, \dots$ sobre el mismo eje, los puntos $a_3, \dots, d_3$ se han llevado perpendicularmente al eje del cuerpo sobre la otra generatriz interior.)

Trazado de las chapas del cuerpo prismático

Trazando por los puntos $c_1, d_1, \dots, h_1$ paralelas al eje vertical, y por los puntos $c_3, d_3, \dots, h_3$ perpendiculares, se obtienen por la intersección de las rectas correspondientes los puntos $c_1', d_1', \dots, h_1'$, que se unen por una curva continua (fig. 2.5), y con las rectas $c_1'c', c'h', h'h_1'$ se completa el trazado de las chapas de los frentes. El trazado de las chapas laterales (figs. 3.5 y 4.5), que son simétricas y desiguales entre sí, se efectúa igual que el de las chapas de los frentes, como fácilmente se deduce de las figuras.

Desarrollo del tubo

Con un radio igual a V_1-a_4 se describe un arco cuyo desarrollo sea igual a πd_m , sobre el que se marcan los puntos $a', b', \dots$ tomados por medio de una regla flexible adaptada a la circunferencia media de la figura 5.5, y se unen estos puntos con el centro V_1 por medio de rectas. Describiendo desde V_1 arcos de radios iguales a $V_1-b_4, V_1-c_4, \dots$ determinan por su intersección con las rectas correspondientes los puntos $b_1'', c_1'', \dots$ que se unen por medio de curvas continuas con los a_1'' , completándose así el desarrollo.

Si el cuerpo se dispone sin pestaña, el arco $M'-M_1-M'$ será la línea de corte (con pestaña, la línea de pliegue).

Nota. — La determinación de los elementos necesarios para el trazado y posterior desarrollo, son de aplicación para los casos de cuerpo prismático cuadrado y prismático rectangular (figs. 6.5 y 7.5).



Fig. 5.5

**2. Intersección de un cilindro con un cuerpo piramidal
(boquilla cilíndrica de tolva cuadrada)**

Para determinar los elementos necesarios para el trazado de las chapas de la tolva y desarrollo de la boquilla, se divide un cuadrante interior del tubo, correspondiente a la superficie de contacto (fig. 8.5), en el número de partes iguales conveniente (4 por ejemplo), y desde el centro P se trazan rectas que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ determinen sobre las líneas interiores de la tolva los puntos $a_1, b_1, \dots$. Describiendo desde P arcos que pasen por los puntos $a_1, b_1, \dots$ se obtienen sobre uno de los ejes los puntos $a_2, b_2, \dots$ por los que trazando paralelas al eje vertical (fig. 9.5) se determinan sobre la recta de la boca de la tolva o su prolongación los puntos $a_3, b_3, \dots$ y al unir éstos por medio de rectas con el vértice interior de la misma P_1 , se obtienen sobre la generatriz interior del tubo los puntos $a_4, b_4, \dots$.

Trazado de las chapas de la tolva

Sobre una recta (fig. 10.5), a una y otra parte de un eje perpendicular a la misma se llevan los puntos $a_1, b_1, \dots$ de la figura 8.5 y a partir del punto a_1' , a una distancia igual a a_3-P_1 de la figura 9.5, se marca sobre el eje el punto P_1' . Uniendo por medio de rectas los puntos $b_1', c_1', \dots$ con P_1' , y describiendo desde este punto arcos de radios iguales a $P_1'-a_4, P_1'-b_4, \dots$ se obtienen por su intersección con las rectas correspondientes los puntos $a_4', b_4', \dots$ que se unen por una curva continua; esta curva, con las rectas extremas trazadas anteriormente, completa el trazado de una de las chapas laterales de la tolva, siendo las otras tres iguales a la trazada. Si el cuerpo se dispone con pestaña (como se ha representado), ésta se trazará paralelamente a $c_1'-c_1'$, a la distancia correspondiente.

Desarrollo del tubo (boquilla)

Sobre una recta (fig. 11.5) se lleva una longitud igual al desarrollo medio del tubo, y se divide en 16 partes iguales en este caso. Trazando por los puntos de división $a', b', \dots$ perpendiculares a la recta, y llevando sobre las perpendiculares correspondientes distancias iguales a $M-a_4, M-b_4, \dots$ (de la fig. 9.5), se obtienen los puntos $a_4'', b_4'', \dots$ que se unen por curvas continuas (líneas de corte, correspondientes a cada una de las caras de la tolva).

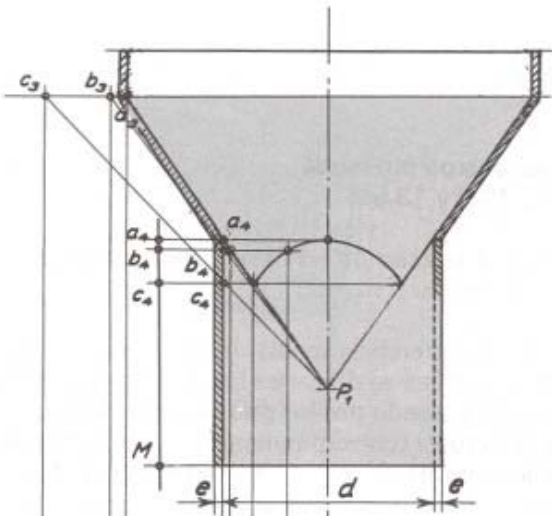


Fig. 9.5

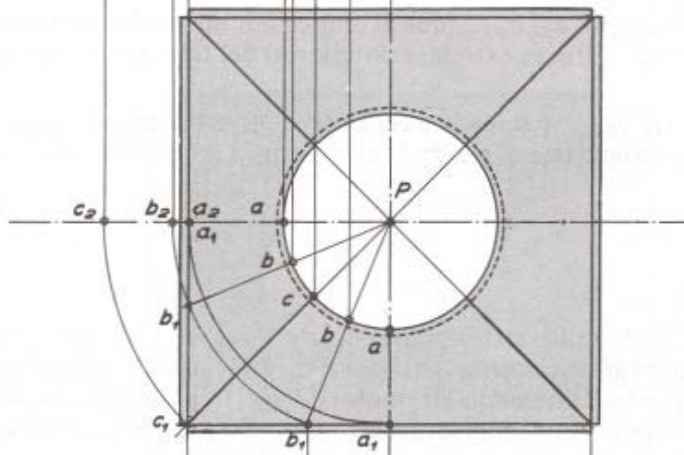


Fig. 8.5

Línea de pliegue

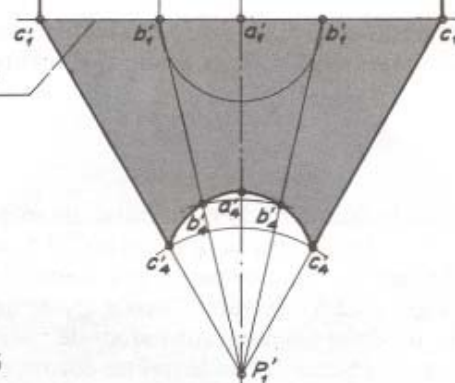
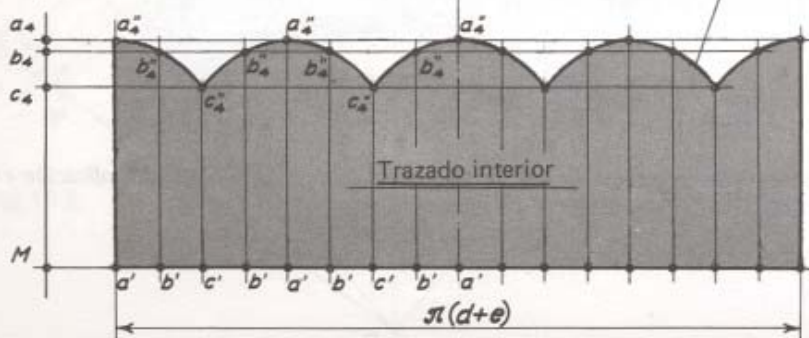


Fig. 10.5

Fig. 11.5



Línea de corte

3. Intersección de un cono con un cuerpo piramidal (boquilla cónica para tolva, fig. 12.5 y 13.5)

Los elementos necesarios para el trazado de las chapas de la tolva y desarrollo del tubo (boquilla), se determinarán del modo siguiente.

Los arcos determinados en la circunferencia media de la boca del tubo, por los ejes y aristas de la tolva (fig. 12.5), se dividen en el número de partes iguales conveniente (2 y 1 por ejemplo) y desde el centro Q se trazan rectas que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ determinen sobre las líneas interiores de las chapas de la tolva (correspondientes a las superficies de contacto, interiores por ser las uniones soldadas) los puntos $a_1, b_1, \dots$. A continuación, desde Q se describen arcos que pasando por los puntos $a_1, b_1, \dots$ determinen sobre uno de los ejes los puntos $a_2, b_2, \dots$ y trazando por éstos paralelas al eje vertical se obtienen sobre la proyección de la boca de la tolva o su prolongación (fig. 13.5) los puntos $a_3, b_3, \dots$ que al unirlos por medio de rectas con el vértice interior P , determinan sobre las generatrices extremas (interiores) del tubo los puntos $a_4, b_4, \dots$

Llevando los puntos $a_4, b_4, \dots$ perpendicularmente al eje sobre una de las generatrices, y trazando por los mismos perpendiculares al eje de la chapa (línea media), se obtienen sobre éste los puntos $a_5, b_5, \dots$

Trazado de las chapas

Sobre una recta (fig. 14.5) se llevan los puntos $c_1, d_1, \dots, g_1$, de la figura 12.5, y desde los extremos c_1' y g_1' , con radios respectivamente iguales a $P-c_3$ y $P-g_3$, se describen arcos que determinen por su intersección el punto P' . Uniendo los puntos $c_1', d_1', \dots, g_1'$ por medio de rectas con P' , y describiendo desde este punto arcos de radios iguales a $P-c_4, P-d_4, \dots, P-g_4$, de la figura 13.5, determinan, por su intersección con las rectas correspondientes, los puntos $c_4', d_4', \dots, g_4'$ que se unen por una curva continua, la cual con las rectas $c_1'-g_1', c_1'-c_4'$ y $g_1'-g_4'$ completa el trazado de las chapas de los frentes.

El trazado de las chapas laterales (figs. 15.5 y 16.5) se efectúa igual que el de las chapas de los frentes con las medidas correspondientes a las mismas, como fácilmente se deduce de las figuras.

Desarrollo del tubo (boquilla)

Con un radio igual a Q_1-M_1 (de la figura 13.5) se describe un arco, cuyo desarrollo sea igual al de la circunferencia media de la boca de la tolva (πd_m), figura 17.5, sobre el que se llevan a una y otra parte de su punto medio los puntos $a, b, \dots$ tomados por medio de una regla flexible adaptada a la circunferencia media de la figura 12.5. Trazando desde Q_1 rectas que pasen por los puntos marcados $a', b', \dots$ y describiendo desde el mismo punto arcos de radios iguales a $Q_1-a_5, Q_1-b_5, \dots$ de la figura 13.5, determinan por su intersección con las rectas correspondientes los puntos $a_4'', b_4'', \dots$ que se unen por curvas continuas (líneas de intersección correspondientes a cada una de las caras de la tolva, que son a la vez las líneas de corte).

Nota.— La determinación de elementos para el trazado y posterior desarrollo, son de aplicación a los casos de tolva piramidal cuadrada (fig. 18.5) y rectangular (fig. 19.5).

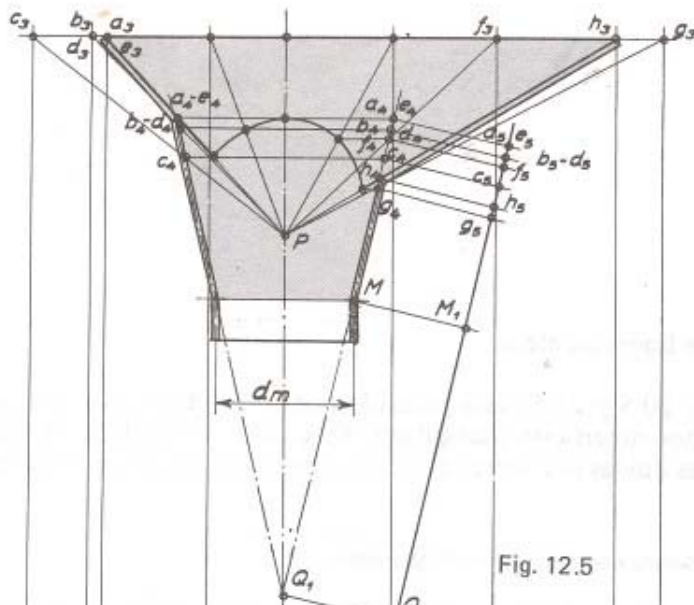


Fig. 13.5

Fig. 15.5

Fig. 12.5

Fig. 16.5

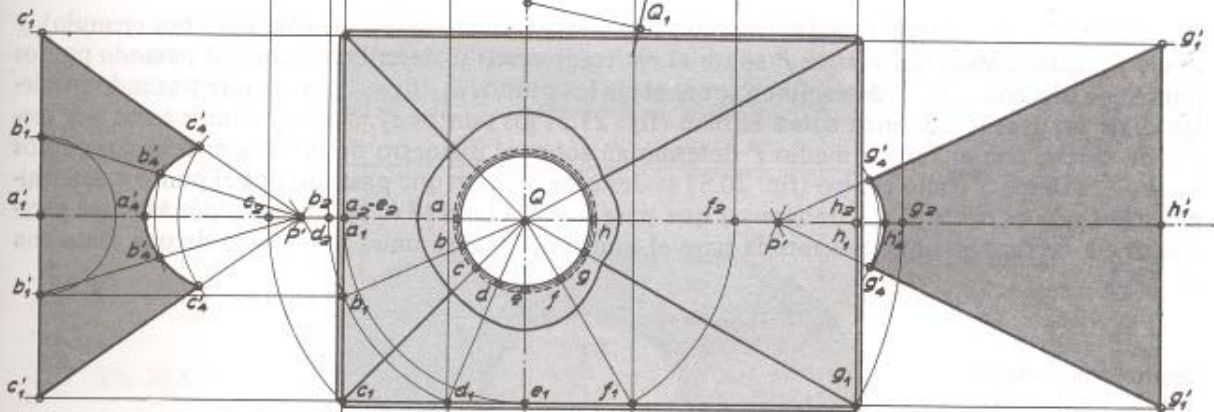


Fig. 14.5

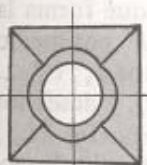


Fig. 18.5

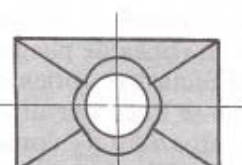


Fig. 19.5

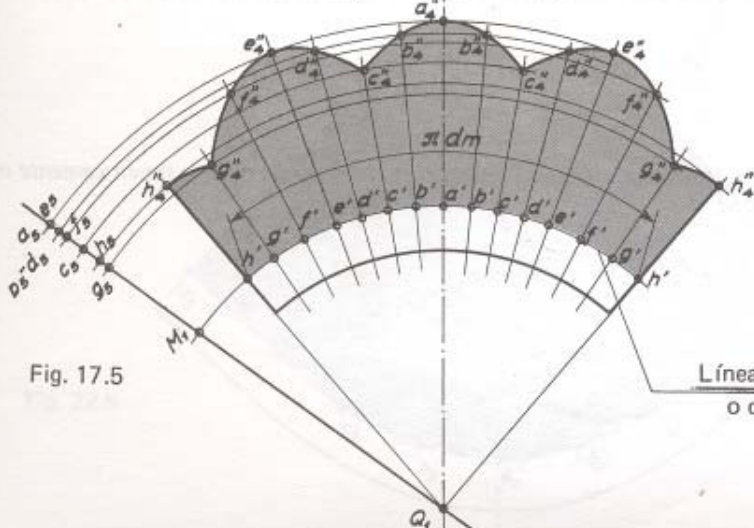


Fig. 17.5

Línea de pliegue
o de corte

4. Cuerpo especial de bocas paralelas

Este cuerpo (figs. 20.5 y 21.5) está formado por dos medios conos oblicuos de bases circulares paralelas, unidos por superficies triangulares. Una boca es circular y la otra está formada por dos semicircunferencias unidas por rectas, siendo distintos los diámetros de las bocas.

Determinación de los elementos necesarios para el desarrollo

Se divide un cuadrante medio (fig. 20.5) en cierto número de partes iguales (3 por ejemplo), y desde P_1 (proyección del vértice P sobre el eje transversal) se describen arcos que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ determinen sobre el eje los puntos $a_1, b_1, \dots$ por los que trazando paralelas al eje vertical se obtienen sobre la base (fig. 21.5) los puntos $a_2, b_2, \dots$ y al unir éstos, por medio de rectas, con el vértice medio P determinan sobre el diámetro de la boca circular los puntos $a_3, b_3, \dots$. Desde S como centro (fig. 20.5) se describe un arco que pasando por el punto e determine, sobre una paralela al eje transversal que pasa por S , el punto e_1 , y trazando por éste una paralela al eje vertical se obtiene sobre la base el punto e_2 , que se unirá por medio de una recta con O_1 (e_3).

Desarrollo de la virola

Con radios iguales a $P-a_2, P-b_2, \dots$ y $P-a_3, P-b_3, \dots$ se describen arcos (fig. 22.5), y llevando sobre los primeros una regla flexible (en la que una longitud igual a la semicircunferencia media de la base mayor se ha dividido en 6 partes iguales en este caso), y flexándola de modo que los puntos de división de la misma coincidan con los arcos correspondientes se traza la curva que forma la regla (línea de pliegue o de corte). Uniendo los puntos de intersección $a_2', b_2', \dots$ con P' por medio de rectas, se obtienen por sus intersecciones con los arcos correspondientes los puntos $a_3', b_3', \dots$ que se unen por una curva continua (línea de pliegue o de corte de una boca circular), y desde los puntos d_2' y d_3' como centros, con radios respectivamente iguales a $d-e$ (fig. 20.5) y e_2-e_3 (fig. 21.5) se describen arcos que determinan por su intersección los puntos e_2' , que se unen por medio de rectas con d_2' y d_3' . Paralelamente a las líneas de pliegue, si el cuerpo lleva pestaña, a las distancias correspondientes se trazan las líneas de corte, completándose el desarrollo de medio cuerpo.

Nota.— Si el cuerpo se construye de una sola pieza, se trazará el otro medio cuerpo simétricamente con relación a $d_3'-e_2'$ (líneas de punto y trazo).

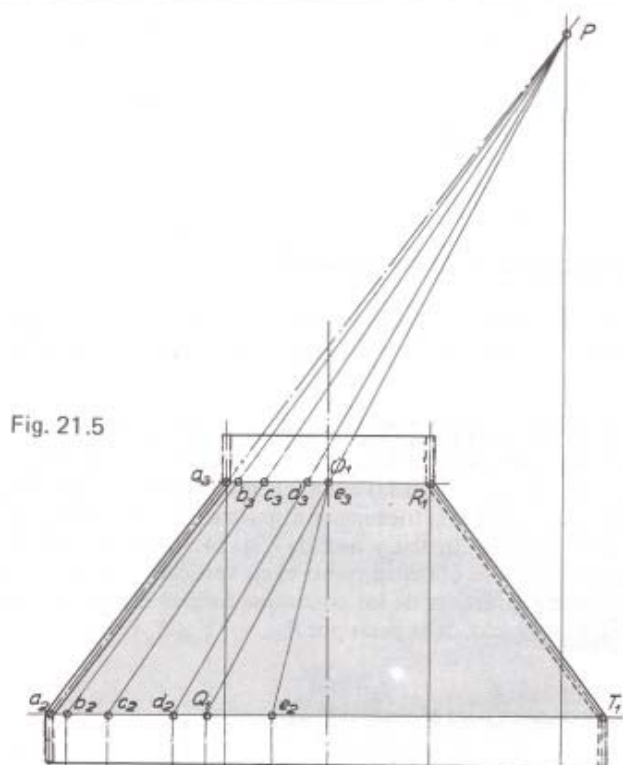


Fig. 20.5

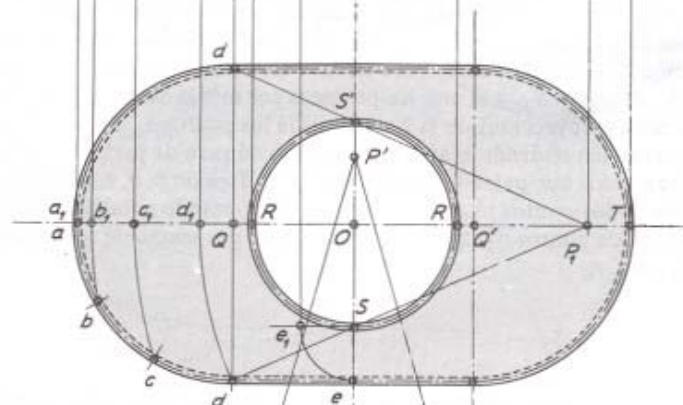
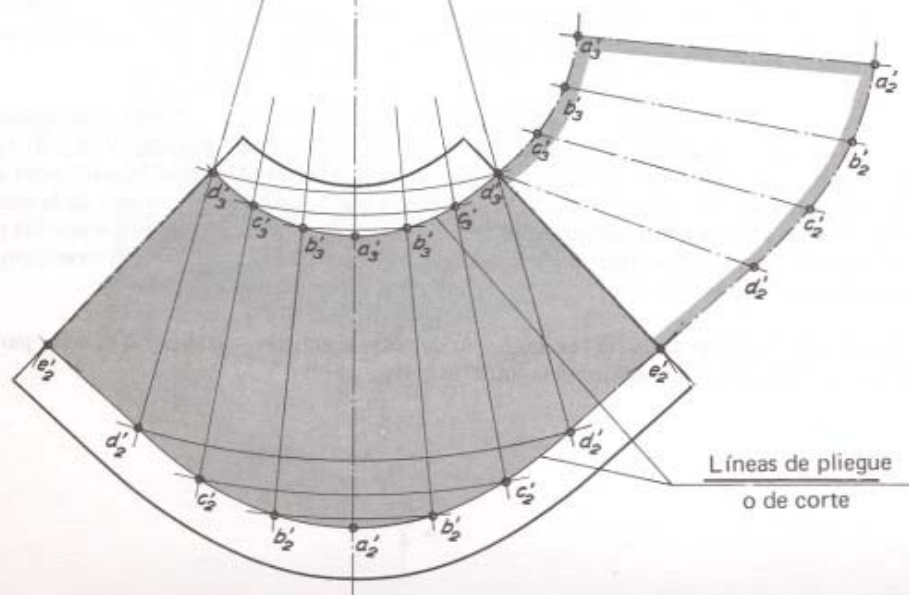


Fig. 22.5



5. Cuerpo especial de bocas circular y ovalada paralelas

En las figuras 23.5 y 24.5 se ha representado uno de estos cuerpos, siendo una variante del estudiado en los números anteriores. Para determinar los trozos de conos oblicuos que componen el cuerpo y los vértices de éstos, se procederá del modo siguiente.

Por el punto O (fig. 23.5) se traza una paralela a la recta que une los centros de los arcos del óvalo, AB , la cual determina sobre la circunferencia media de la boca circular el punto P , y uniendo éste por medio de una recta con Q (punto de enlace de los arcos de la boca ovalada) se obtienen sobre los ejes los puntos R y S , proyecciones de dos de los vértices, hallándose los otros dos simétricamente dispuestos. Por los puntos P y Q se trazan paralelas al eje vertical, que determinan sobre las bocas circular y ovalada (fig. 24.5) los puntos P_1 y Q_1 respectivamente, y al unir estos puntos por medio de una recta se obtienen, sobre el eje vertical y sobre una paralela a éste que pase por R , los puntos S_1 y R_1 respectivamente, vértices de los conos que forman el cuerpo. Como comprobación, el eje $M_1 N_1$ de la chapa (línea media), prolongado, debe pasar por R_1 .

Determinación de los elementos necesarios para el desarrollo del cuerpo

Para determinar estos elementos, se divide el arco NP en el número de partes iguales conveniente (2 por ejemplo) y desde R como centro se describen arcos que, pasando por los puntos de división a, b, c y vértice S , determinen sobre el eje transversal los puntos a_2, b_2, c_2, S_2 , y trazando por estos puntos paralelas al eje vertical, se obtienen sobre la prolongación del diámetro de la boca circular (superior) los puntos a_3, b_3 , y sobre una perpendicular al eje que pase por S_1 el punto S_3 , y al unir los primeros por medio de rectas con el vértice R_1 determinan sobre la prolongación de la recta (proyección) de la boca ovalada los puntos a_4, b_4, c_4 . (El punto S_3 se encuentra sobre la recta $R_1 c_3$.) A continuación se divide el arco LQ en cierto número de partes iguales (2 por ejemplo) y desde S como centro se describen arcos que pasando por los puntos de división p, q, r , determinen, sobre una paralela al eje transversal que pase por S , los puntos p_2, q_2, r_2 , por los que trazando paralelas al eje vertical se determinan sobre la boca ovalada (inferior) los puntos p_3, q_3, r_3 , y al unir éstos por medio de rectas con S_1 se obtienen sobre la boca superior los puntos p_4, q_4, r_4 .

Desarrollo del cuerpo

Desde R_1' como centro (fig. 25.5), con radios iguales a $R_1 a_3, R_1 b_3, R_1 c_3$ y $R_1 a_4, R_1 b_4, R_1 c_4$, se describen arcos, y llevando sobre los primeros una regla flexible (en la que una longitud doble que el desarrollo del arco medio NP se ha dividido en 4 partes iguales en este caso) y flexándola de modo que los puntos de división de la misma coincidan con los arcos correspondientes se traza la curva que forma la regla, y uniendo los puntos de intersección a', b', c' , con el centro R_1' por medio de rectas, se obtienen por la intersección de éstas con los arcos correspondientes los puntos a_1', b_1', c_1' , que se unen por una curva continua.

Desde R_1' se describe un arco de radio igual a $R_1 S_3$ que determina sobre la prolongación de $R_1' c'$ los puntos S_1' , y desde éstos como centros, con radios iguales a $S_1 p_3, S_1 q_3, S_1 r_3$ y $S_1 p_4, S_1 q_4, S_1 r_4$ se describen arcos, y llevando sobre los primeros una regla flexible (en la que una longitud igual al desarrollo del arco LQ se ha dividido en 2 partes iguales en este caso), y flexándola de modo que los puntos de división de la misma, a partir de $c_1' (r')$ coincidan con los arcos correspondientes, se traza la curva que forma la regla, y uniendo los puntos de intersección p', q', r' con los centros respectivos S_1' por medio de rectas, se obtienen, por la intersección de éstas con los arcos correspondientes, los puntos p_1', q_1', r_1' , que se unen por curvas continuas.

Las líneas continuas trazadas son las líneas de corte si no lleva pestaña, y si la lleva, paralelamente a aquéllas, a la distancia correspondiente se trazará la línea de corte.

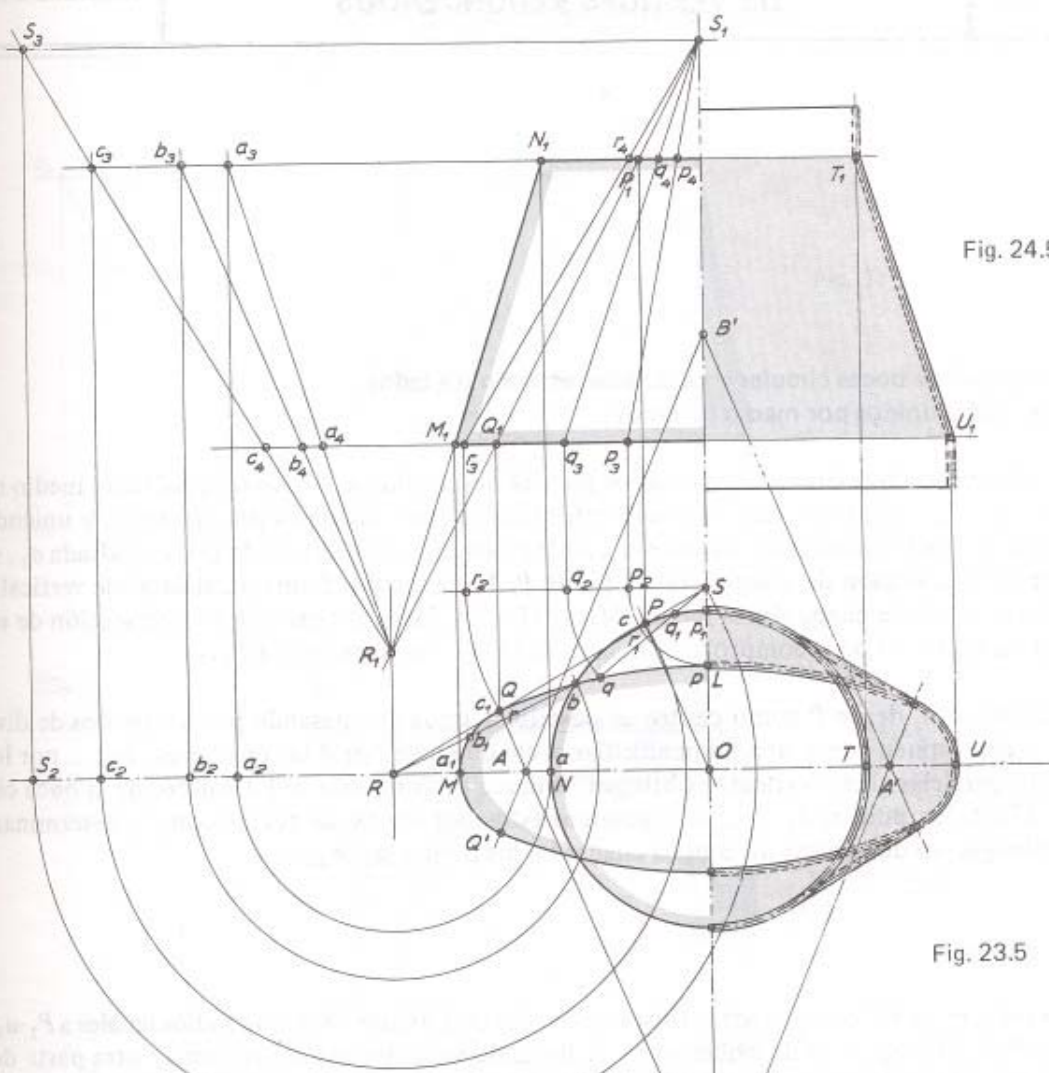
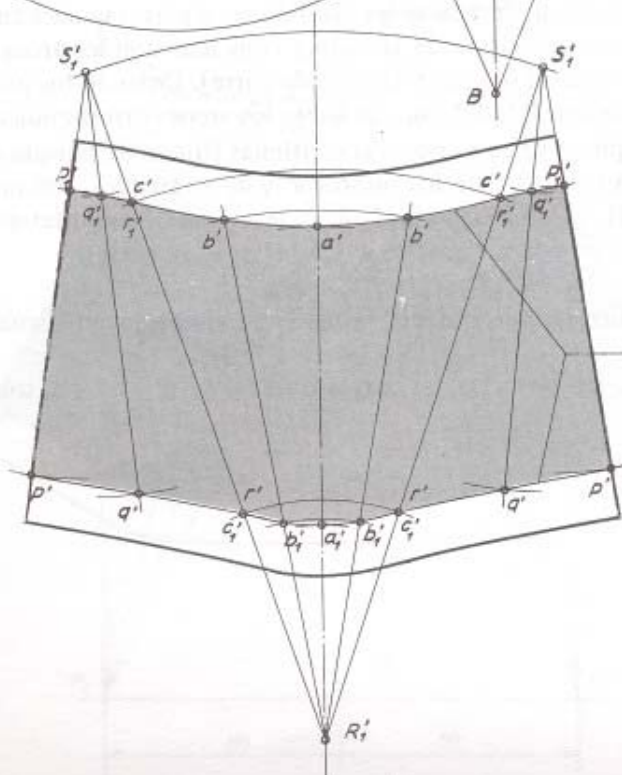


Fig. 24.5

Fig. 23.5

Fig. 25.5



Líneas de pliegue
o de corte

6. Tubo especial de bocas circular y cuadradas, estando los lados de esta última unidos por medio de arcos

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo, se divide un cuadrante medio de la boca circular (fig. 26.5) en el número de partes iguales conveniente (4 por ejemplo), y uniendo por medio de rectas los puntos de división a con los extremos del arco de la boca cuadrada a_1 , se obtiene por la intersección de estas rectas el punto P . Trazando por P una paralela al eje vertical y prolongando el eje de la chapa (línea media) M_1-a_5 (fig. 27.5), se obtiene por la intersección de estas rectas el punto P_1 . (Como comprobación, la recta O_1-Q_1 debe pasar por P_1 .)

A continuación, desde P como centro se describen arcos que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ determinen sobre una perpendicular al eje que pase por P los puntos $a_2, b_2, \dots$ por los que trazando paralelas al eje vertical se obtienen, sobre la prolongación del diámetro de la boca circular (fig. 27.5), los puntos $a_3, b_3, \dots$ y uniendo éstos por medio de rectas con P_1 determinan, sobre la prolongación de la recta de la boca cuadrada, los puntos $a_4, b_4, \dots$

Desarrollo del cuerpo

Desde los puntos P_1' como centros (distantes m del eje), figura 28.5, con radios iguales a $P_1-a_3, P_1-b_3, \dots$ y $P_1-a_4, P_1-b_4, \dots$ se describen arcos, y llevando sobre los primeros a una y otra parte del punto a' (intersección de los arcos a_3) una regla flexible, en la que una longitud igual al desarrollo de un cuadrante medio de la boca circular se ha dividido en 4 partes iguales en este caso, y flexándola de modo que los puntos de división de la misma coincidan con los arcos correspondientes se traza la curva que forma la regla (línea de pliegue o de corte). Uniendo los puntos de intersección $a', b', \dots$ por medio de rectas con P_1' , determinan sobre los arcos correspondientes de la parte inferior los puntos $a_1', b_1', \dots$ que se unen por curvas continuas (líneas de pliegue o de corte), y los a_1' interiores por medio de una recta. Desde los puntos a' y a_1' exteriores, con radios iguales a M_1-a_5 (fig. 27.5) y $M-a_1$ (fig. 26.5), se describen arcos que determinan por su intersección los puntos M' , que se unen por medio de rectas con los centros a' y a_1' (líneas de corte).

El desarrollo trazado corresponde a media virola, siendo la otra media igual a la trazada.

Si el cuerpo se dispone sin pestañas, las curvas trazadas ($a'-a'$ y $a_1'-a_1'$) son las líneas de corte.

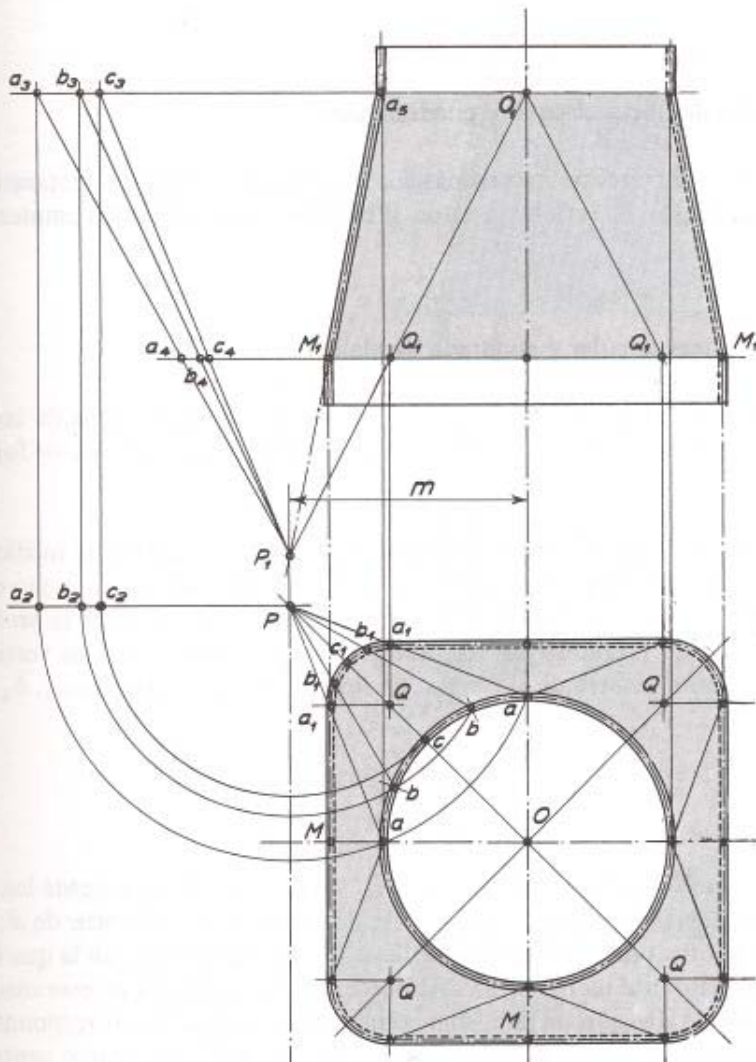


Fig. 27.5

Fig. 26.5

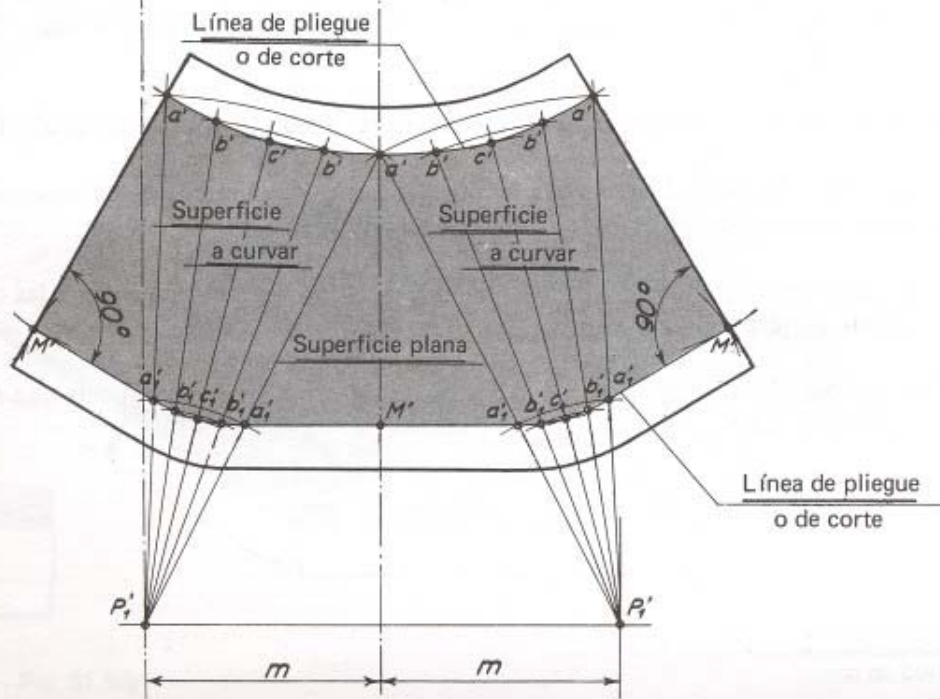


Fig. 28.5

7. Cuerpos o conductos especiales de bocas circular y cuadrangular

Siendo el caso más frecuente el de conductos prismáticos de sección cuadrada o rectangular, los casos que se resuelven a continuación se refieren a éstos, si bien los procedimientos empleados son generales.

8. Primer caso: tubo especial de bocas circular y cuadrada paralelas

El cuerpo representado en las figuras 29.5 y 30.5 está formado por cuatro trozos de conos oblicuos de base circular, unidos por cuatro superficies triangulares, que por ser el cuerpo de forma regular son iguales entre sí.

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo, se divide un cuadrante medio en cierto número de partes iguales (4 por ejemplo), figura 29.5, y desde el vértice medio P , como centro, se describen arcos que pasando por los puntos de división $a, b, \dots$ determinen sobre la prolongación del eje $P-P$ los puntos $a_1, b_1, \dots$. Trazando por los puntos $a_1, b_1, \dots$ paralelas al eje vertical, se obtienen sobre la prolongación del diámetro de la boca superior (fig. 30.5) los puntos $a_2, b_2, \dots$ los cuales se unen por rectas con P_1 .

Desarrollo del cuerpo

Sobre una recta (fig. 31.5) se lleva una longitud igual a P_1-P_1 de la figura 30.5, y desde los extremos P_1' de la misma, con radios iguales a $P_1-a_2, P_1-b_2, \dots$ se describen arcos. A partir de a' , intersección de los arcos a_2 , a una y otra parte del mismo se lleva una regla flexible, en la que una longitud igual al desarrollo de un cuadrante medio se ha dividido en 4 partes iguales en este caso, y flexándola de modo que los puntos de división de la misma coincidan con los arcos correspondientes se traza la curva que forma la regla (línea de pliegue o de corte). Desde P_1' y a' , como centros, con radios respectivamente iguales a $P-M$ (fig. 29.50) y P_1-a_3 (fig. 30.5), se describen arcos que se corten en los puntos M' , los cuales se unen por medio de rectas con los centros P_1' y a' (líneas de pliegue o de corte).

El desarrollo trazado corresponde a media virola, siendo la otra media igual a la trazada.

En cuerpos de chapa gruesa, para facilitar el curvado, se puede hacer agujeros en la línea de pliegue como se representa en el detalle de la figura 31.5/a.

Si se dispone de pestaña, las líneas de corte se trazarán paralelamente a las de pliegue, a las distancias que corresponda.

Los puntos $a', b', \dots$ se unirán con los centros P_1' por medio de rectas que servirán de guía para el curvado de las chapas.

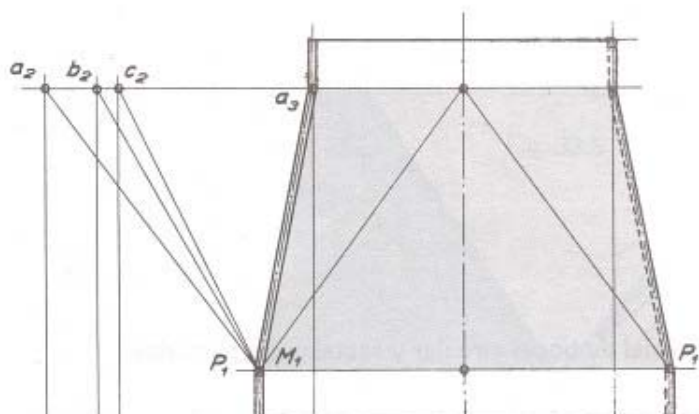


Fig. 30.5

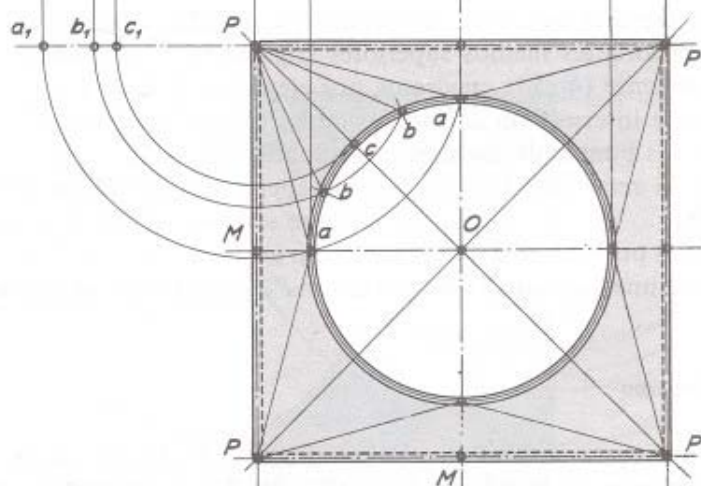


Fig. 29.5

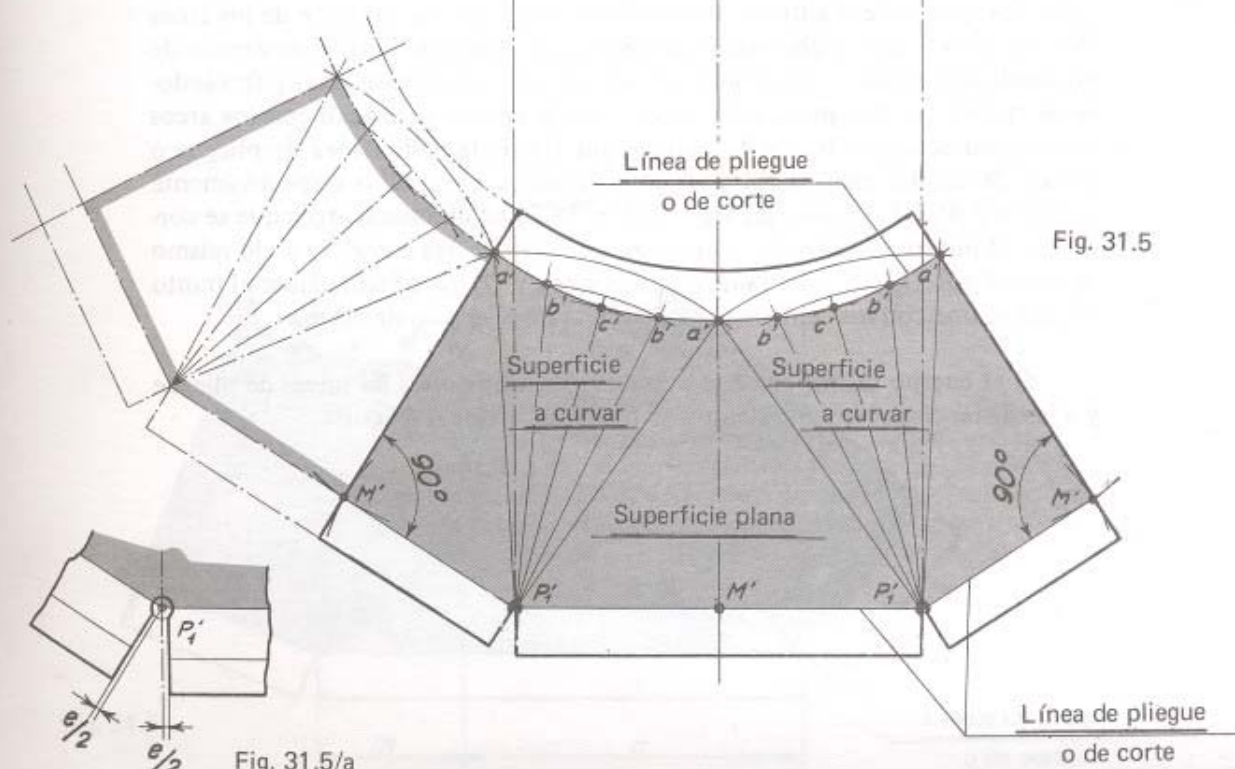


Fig. 31.5

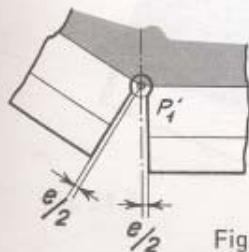


Fig. 31.5/a

9. Tubo especial de bocas circular y rectangular paralelas

El cuerpo representado en las figuras 32.5 y 33.5 es simétrico con relación a $M-N$, y está formado, lo mismo que los de los casos anteriores, por cuatro partes de conos oblicuos de base circular y cuatro superficies triangulares.

Para determinar los elementos necesarios para el desarrollo del cuerpo, se dividen los cuadrantes medios superiores (fig. 32.5) en el número de partes iguales conveniente (4 cada cuadrante por ejemplo), y desde P y Q como centros (puntos de intersección de los ejes de las chapas) se describen arcos que pasando por los puntos de división correspondientes, $a, b, \dots e$ y $e, f, \dots$ determinen sobre la recta que une los centros (perpendicular al eje vertical) los puntos $a_1, b_1, \dots e_1$ y $e_1, f_1, \dots$ por los que se trazan paralelas al eje vertical que corten a la prolongación del diámetro en los puntos $a_2, b_2, \dots e_2$ y $e_2, f_2, \dots$ los cuales se unen por medio de rectas con P_1 y Q_1 respectivamente.

Desarrollo del cuerpo

Sobre una recta se lleva una longitud igual a P_1-Q_1 (de la fig. 33.5), y desde los extremos de la misma, P_1' y Q_1' (fig. 34.5), con radios respectivamente iguales a $P_1-a_2, P_1-b_2, \dots P_1-e_2$ y $Q_1-e_2, Q_1-f_2, \dots$ se describen arcos, sobre los que se lleva a una y otra parte del punto e' (intersección de los arcos P_1-e_2 y Q_1-e_2) una regla flexible, en la que una longitud igual al desarrollo de un cuadrante medio se ha dividido en 4 partes iguales en este caso, y flexándola de modo que los puntos de división de la misma coincidan con los arcos correspondientes, se trazan las curvas que forma la regla (línea de pliegue o corte). Desde los puntos P_1' y a' como centros, con radios respectivamente iguales a $P-M$ y P_1-a_3 (de las figs. 32.5 y 33.5), se describen arcos que se corten en el punto M' , el cual se une por medio de rectas con P_1' y a' ; lo mismo se hace desde Q_1' e i' con radios iguales a $Q-N$ y Q_1-i_3 , obteniéndose el punto N' que se une con los centros Q_1' e i' (líneas de pliegue o de corte).

Si el cuerpo se dispone con pestaña, paralelamente a las líneas de pliegue y a las distancias correspondientes, se trazarán las líneas de corte.

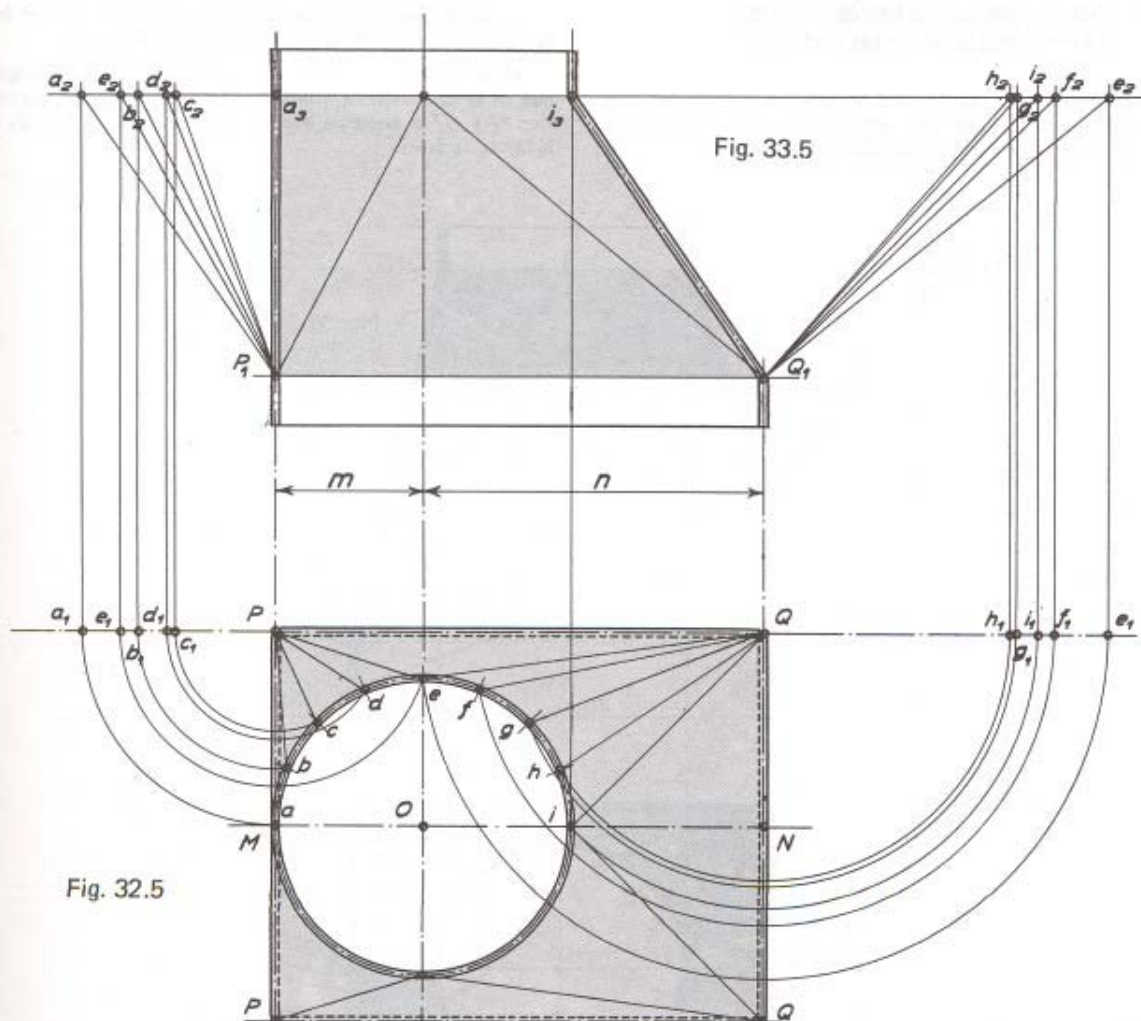


Fig. 32.5

Fig. 33.5

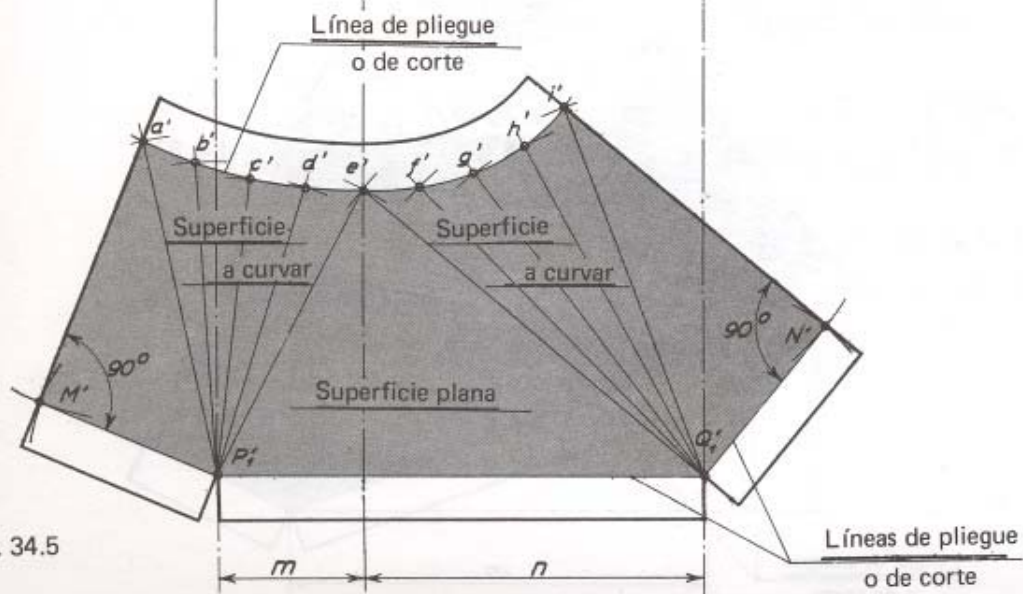


Fig. 34.5

10. Tubo especial de bocas circular
y rectangular oblicuas entre sí

Este cuerpo (figs. 35.5 y 36.5, lo mismo que los de los casos anteriores, está formado por cuatro partes de conos oblicuos, de base circular, unidos por superficies triangulares.

La determinación de los elementos necesarios para el desarrollo del cuerpo se hará igual que en el caso anterior.

El desarrollo del cuerpo (fig. 37.5) se efectúa también igual que en el caso anterior, tomando para la separación de los centros P_1' y Q_1' la distancia que hay entre los puntos P_1 y Q_1 de la figura 36.5.

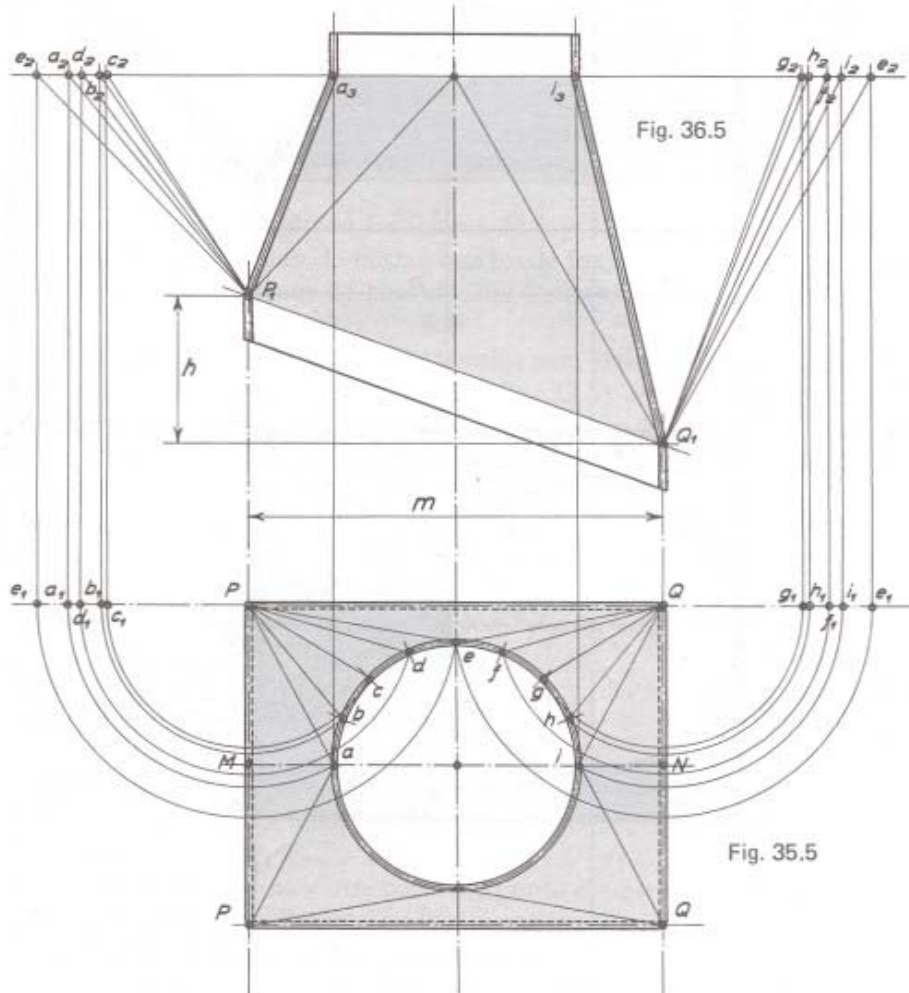


Fig. 36.5

Fig. 35.5

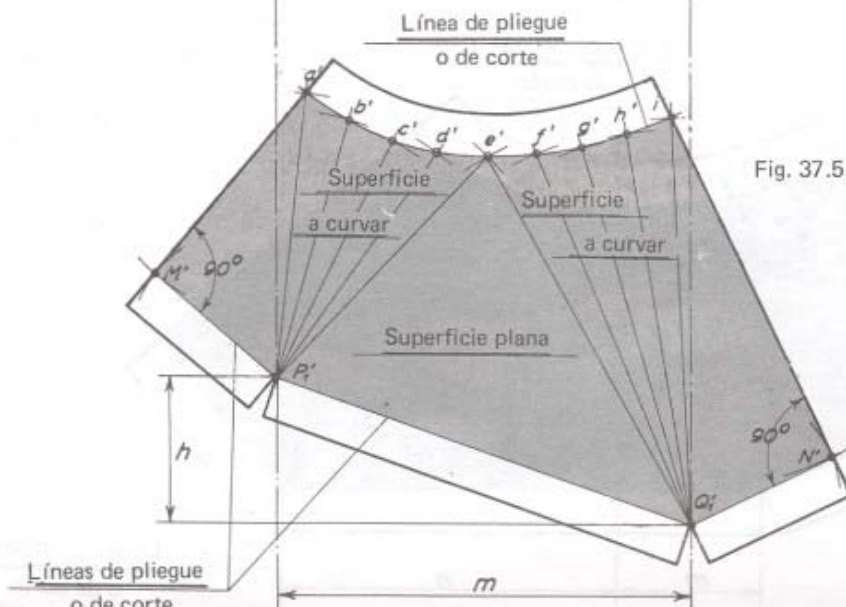


Fig. 37.5

Sección Sexta

CONDUCTOS PRISMATICOS, PIRAMIDALES (Tolvas), Y HELICOIDALES

Conductos prismáticos VI-1
Conductos piramidales y tolvas VI-2
Conducto (Canal) Helicoidal VI-3

1. Desarrollo lateral de un prisma

El desarrollo lateral de un prisma recto (fig. 1.6) es un rectángulo de longitud igual al perímetro de las bases y cuya altura es igual a la del prisma.

El desarrollo de una sección plana del prisma se obtiene uniendo, por medio de rectas, los puntos extremos de las aristas de cada cara (líneas de punto y trazo de la figura 1.6).

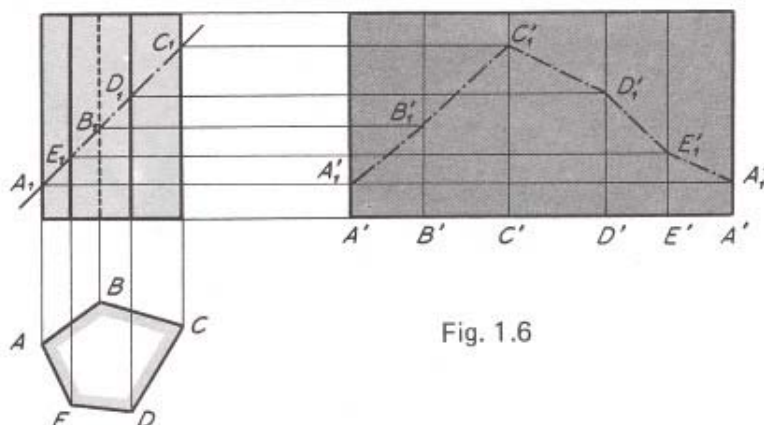


Fig. 1.6

En ambos casos, en la vista en planta se proyectan los distintos ángulos diedros en su verdadera magnitud. Para trazar el desarrollo lateral de un prisma oblicuo (fig. 2.6) se determinará primeramente su sección recta (fig. 2.6), efectuándose después el desarrollo lateral (fig. 3.6) según el perímetro de esta sección. Los valores de los distintos ángulos diedros son iguales a los ángulos de la sección recta.

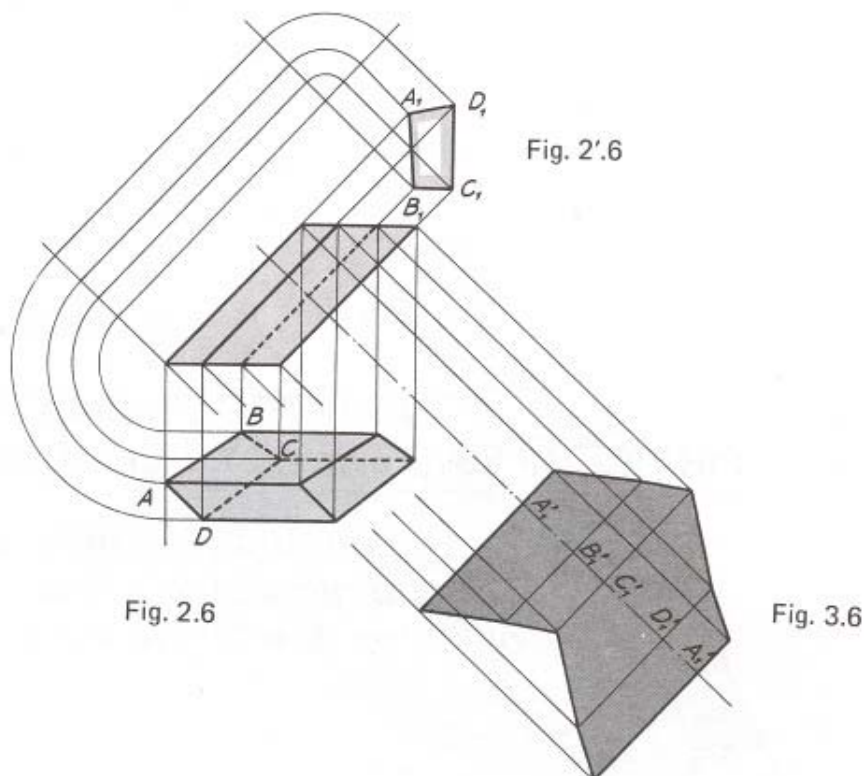


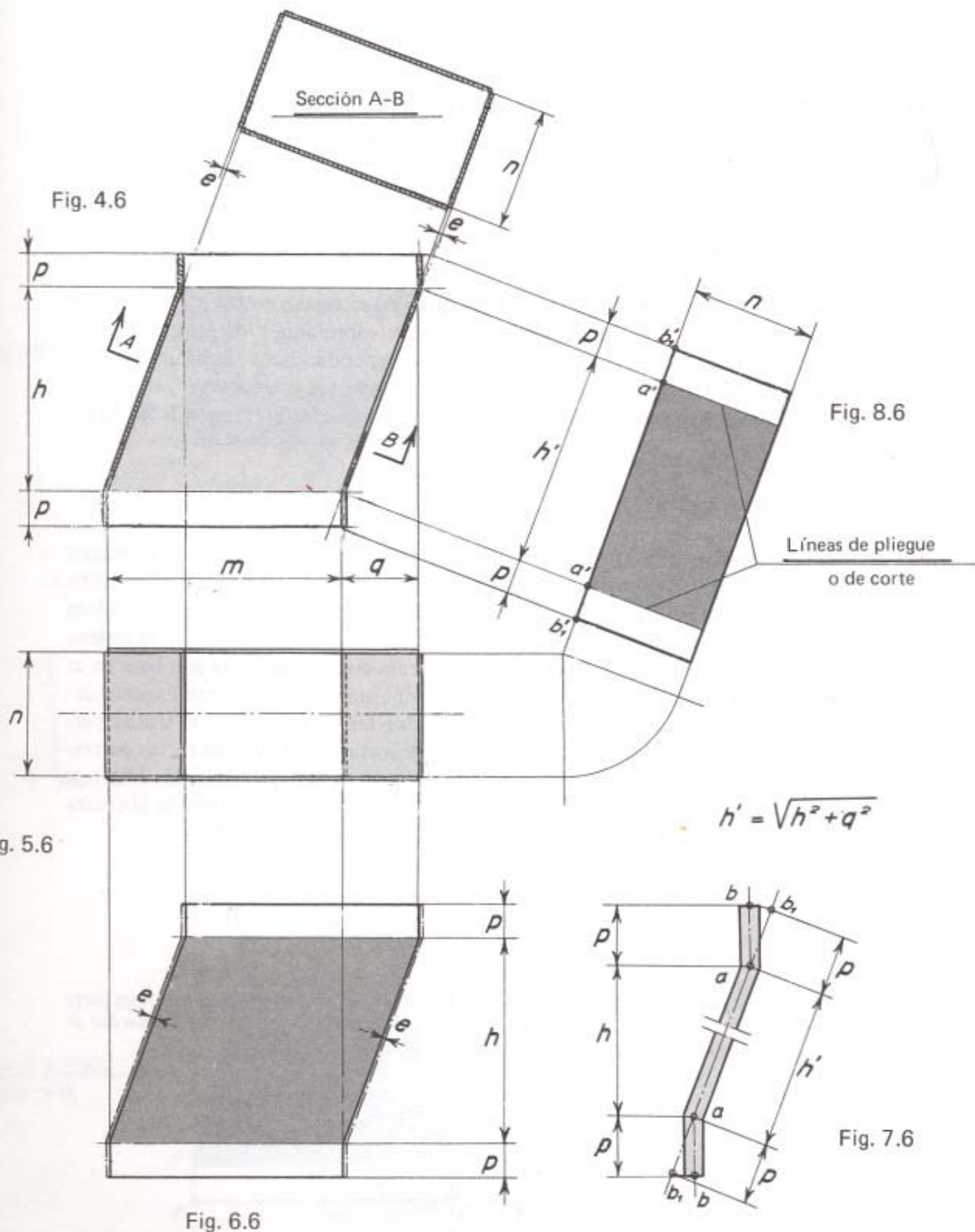
Fig. 2.6

Fig. 3.6



2. Conducto prismático oblicuo longitudinalmente

En este cuerpo (figs. 4.6 y 5.6, en la representación en alzado están determinadas las chapas de los frentes (fig. 6.6). Para obtener las de los costados, desde los puntos de intersección de los ejes de las mismas con las líneas de pliegue (fig. 7.6) se describen arcos que, pasando por los extremos de las pestañas, determinen sobre la prolongación del eje de la chapa los puntos extremos de la misma, y llevando sobre la chapa correspondiente las distancias entre estos puntos (fig. 8.6), se trazan paralelas por los mismos. Perpendicularmente a las paralelas trazadas, a la distancia n se trazan las rectas que con las paralelas extremas limitan las chapas.



3. Conducto piramidal regular

En este cuerpo (figs. 10.6 y 11.6) todas las chapas que lo forman, así como los ángulos para la unión de éstas, son iguales.

Para trazar las chapas se tomará la longitud de su eje $e-d$ sobre la línea media de las mismas, según se indica en la figura 12.6, así como la longitud de la pestaña si la lleva.

Trazado de las chapas

Paralelamente al eje de la chapa (fig. 13.6) se trazan rectas que pasen por los puntos a y b de la figura 10.6, y llevando sobre aquél los puntos c_1, d_1, e_1, f_1 de la figura 12.6, se trazan por éstos perpendiculares al mismo, las cuales determinan sobre las paralelas correspondientes los puntos a', b', e', f' , que unidos convenientemente por medio de rectas completan el trazado de la chapa.

Abertura de los ángulos

Perpendicularmente a una de las aristas de la planta (fig. 10.6) se trazan rectas que pasen por los extremos de la misma, y sobre estas rectas (fig. 14.6) se lleva la altura h de la figura 11.6, obteniéndose la arista ab en su verdadera magnitud. Sobre la arista determinada, por un punto cualquiera s de la misma se traza una perpendicular que corte a la recta correspondiente a la base en el punto t , y desde éste como centro se describe un arco que pasando por s determine sobre la misma recta el punto s_1 . Por los puntos s_1 y t se trazan perpendiculares a la proyección de la arista, que cortan a ésta y a las rectas correspondientes a la base en los puntos s_2 y t_1, t_2 respectivamente (fig. 15.6), y uniendo por medio de rectas los puntos t_1 y t_2 con s_2 se obtiene la abertura de los ángulos que forman las chapas, en su verdadera magnitud.

Nota.— Para no hacer confuso el dibujo, se ha representado en líneas generales parte de la vista en planta en la figura 15.6, y sobre esta figura se ha hecho la determinación de las aberturas de los ángulos que forman las chapas al soldarlas.

Fig. 11.6

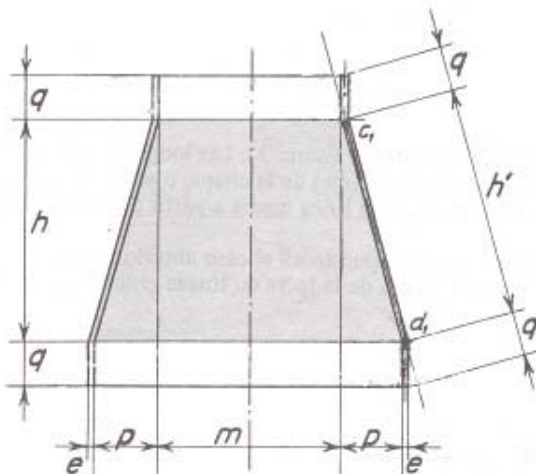
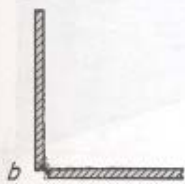
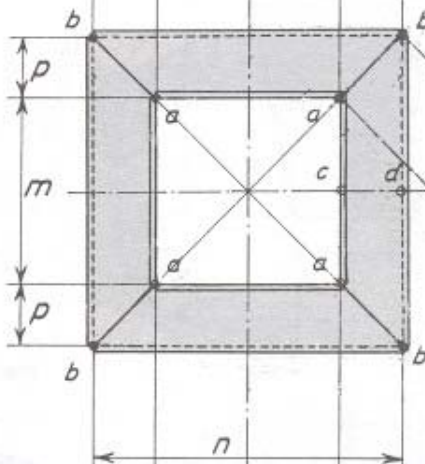


Fig. 10.6



Líneas de pliegue
o de corte

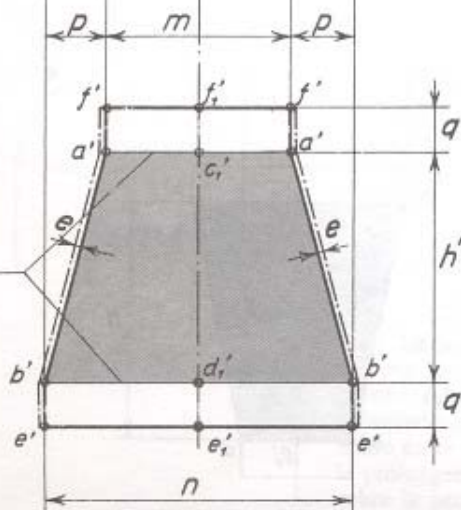
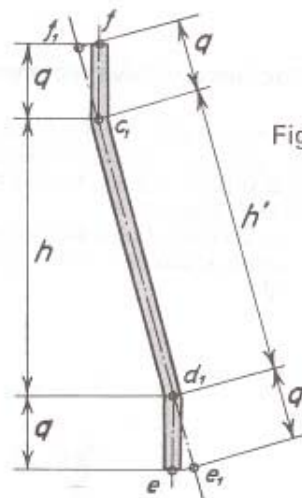


Fig. 13.6

Fig. 12.6



$$h' = \sqrt{h^2 + p^2}$$

Fig. 14.6

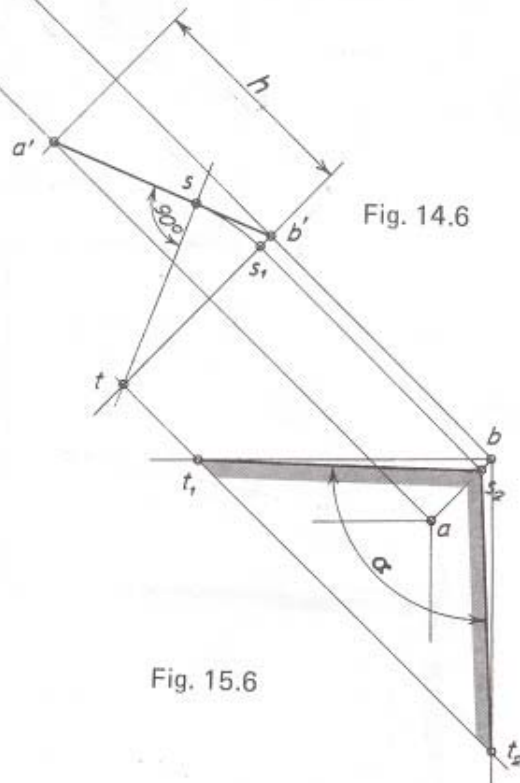
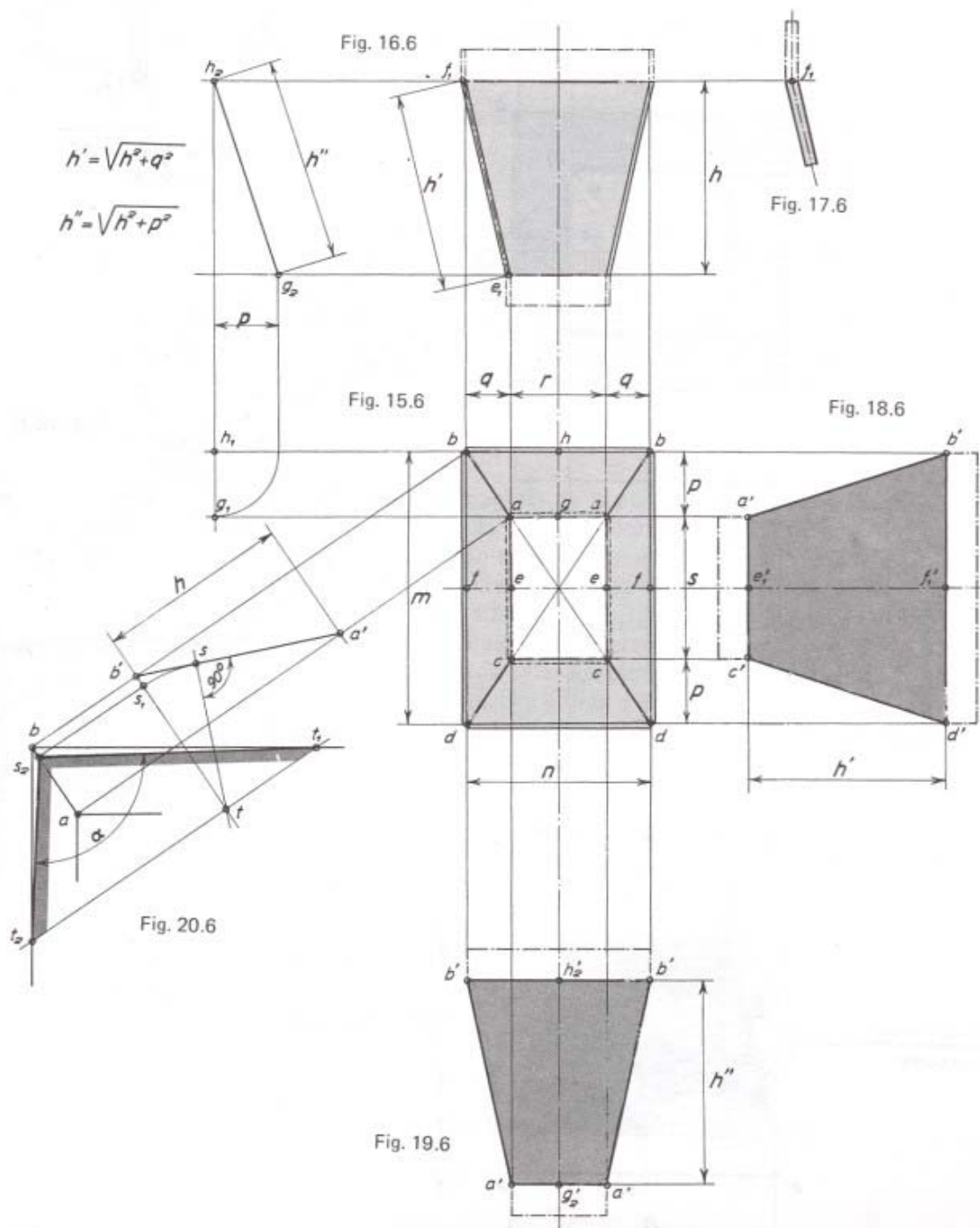


Fig. 15.6

4. Conducto o tolva rectangular

Este caso (figs. 15.6 y 16.6) se resuelve igual que el anterior (núm. 3). Las longitudes h' y h'' de los ejes de las chapas se pueden tomar indiferentemente sobre la línea media (eje) de la chapa, o sobre las líneas extremas, y únicamente si lleva pestaña, la longitud de ésta se tomará sobre la línea media a partir de la línea de pliegue, según se detalla en la figura 17.6.

La abertura de los ángulos se determinará del modo expuesto en el caso anterior (núm. 5), y como en aquél, se ha representado en la figura 20.6 parte de la vista en planta de la tolva en líneas generales, para no hacer confuso el trazado.



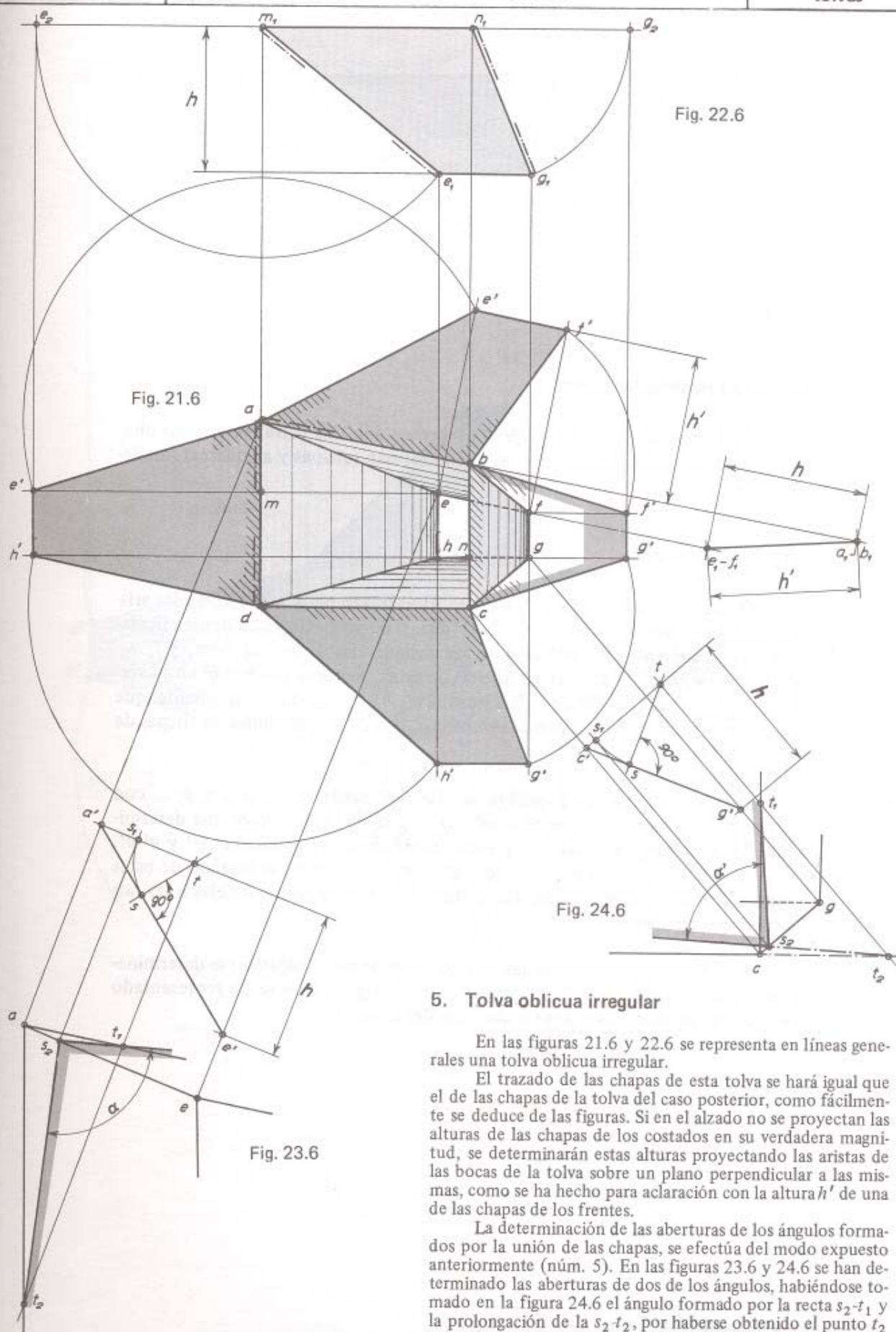


Fig. 22.6

Fig. 21.6

Fig. 24.6

Fig. 23.6

5. Tolva oblicua irregular

En las figuras 21.6 y 22.6 se representa en líneas generales una tolva oblicua irregular.

El trazado de las chapas de esta tolva se hará igual que el de las chapas de la tolva del caso posterior, como fácilmente se deduce de las figuras. Si en el alzado no se proyectan las alturas de las chapas de los costados en su verdadera magnitud, se determinarán estas alturas proyectando las aristas de las bocas de la tolva sobre un plano perpendicular a las mismas, como se ha hecho para aclaración con la altura h' de una de las chapas de los frentes.

La determinación de las aberturas de los ángulos formados por la unión de las chapas, se efectúa del modo expuesto anteriormente (núm. 5). En las figuras 23.6 y 24.6 se han determinado las aberturas de dos de los ángulos, habiéndose tomado en la figura 24.6 el ángulo formado por la recta s_2-t_1 y la prolongación de la s_2-t_2 , por haberse obtenido el punto t_2 sobre la prolongación de la recta de la base por la parte del vértice.

6. Tolva rectangular oblicua

En las figuras 25.6 y 26.6 se ha representado una tolva rectangular oblicua, en la que todos los elementos que la forman (chapas y angulares) son desiguales.

Trazado de las chapas

Desde los puntos e, f, g y h (fig. 25.6) se trazan perpendiculares a las aristas superiores respectivas (ab, bc, cd y da), y llevando sobre las perpendiculares correspondientes a las chapas de los costados las distancias e_1-m_1 y f_1-n_1 de la figura 26.6 (en la cual las alturas de estas chapas se proyectan en su verdadera magnitud), se obtienen los puntos e', h' y f', g' respectivamente, que unidos convenientemente con los puntos a, d y b, c determinan las chapas de los costados.

Para determinar las chapas de los frentes, desde los puntos $a, b, \dots$ con radios respectivamente iguales a $ae', bf', \dots$ se describen arcos que determinan sobre las perpendiculares trazadas anteriormente los puntos $e'-f'$ y $g'-h'$, y al unir éstos con los $a-b$ y $c-d$ respectivos, se completa el trazado de estas chapas. Como comprobación, las rectas $e'f'$ y $g'h'$ son paralelas a las ab y cd respectivamente.

Los ángulos que forman las chapas al montarse (soldarlas) se determinarán del modo expuesto anteriormente. En la figura 27.6 se ha representado uno de los ángulos formados (la abertura del mismo)

Fig. 26.6

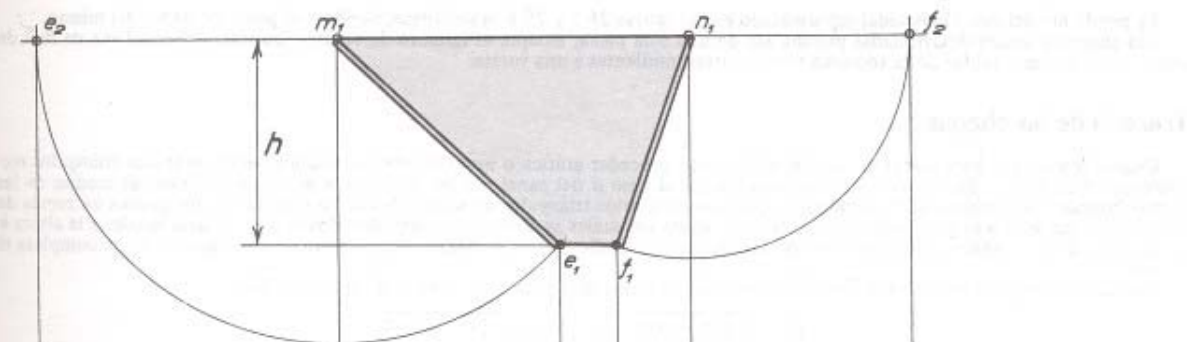


Fig. 25.6

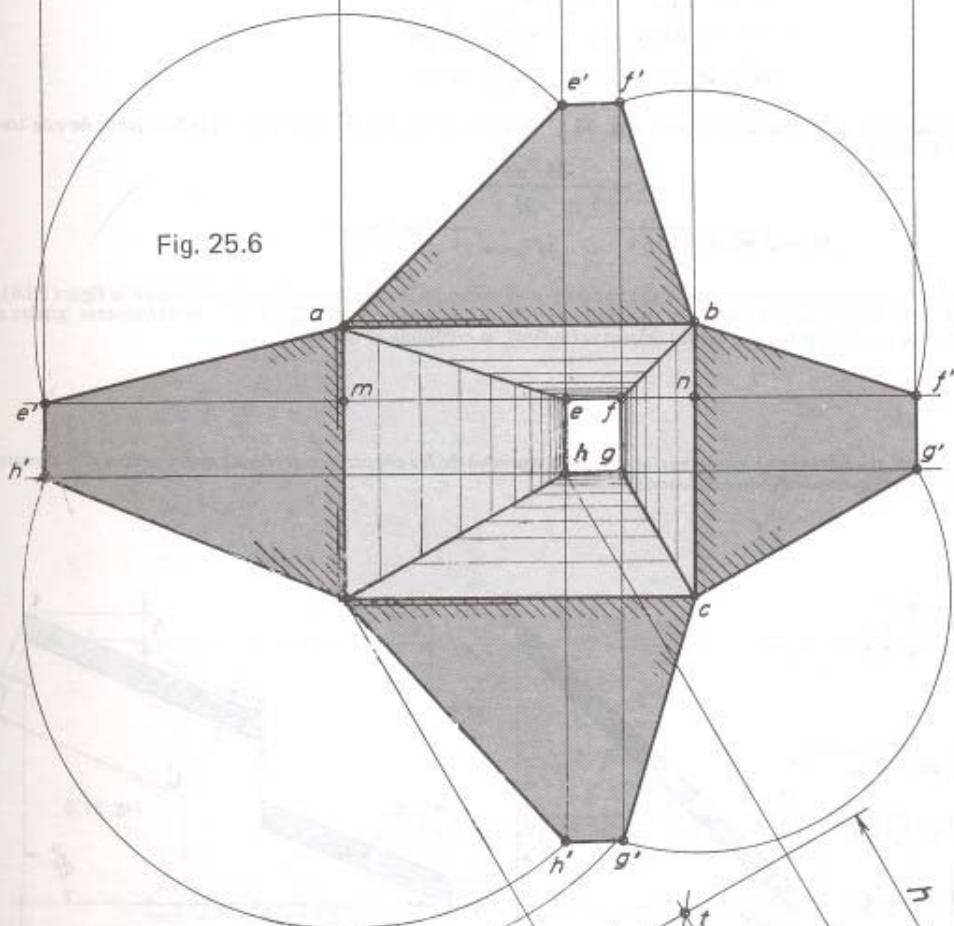
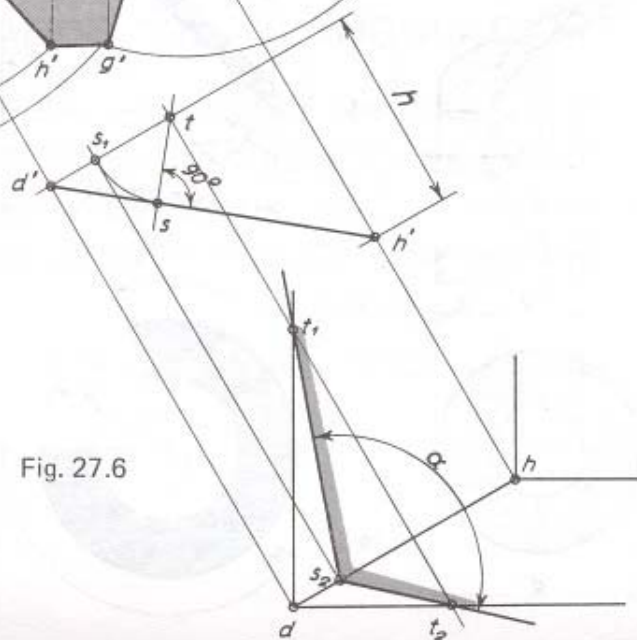


Fig. 27.6



7. Canal helicoidal de chapa

La pendiente del canal helicoidal representado en las figuras 28.5 y 29.6 es uniforme, siendo p el paso constante del mismo.

Las chapas laterales desarrolladas pueden ser de una sola pieza, aunque el número de vueltas (espiras) del canal sea de más de una, y para la chapa del fondo se tomarán trozos correspondientes a una vuelta.

Trazado de las chapas

Chapas laterales – Para trazar estas chapas se puede proceder gráfica o numéricamente. Gráficamente, se trazan triángulos rectángulos (figs. 30.6 y 31.6) cuyos catetos sean iguales al paso p del canal y a los desarrollos de las circunferencias medias de las chapas laterales, respectivamente, siendo las hipotenusas de estos triángulos las longitudes de las chapas. Por los puntos extremos de las hipotenusas se trazan perpendiculares a la base, sobre las cuales se llevarán, a partir de estos puntos, alturas iguales a la altura h de la figura 28.6, y uniendo los extremos de las alturas por medio de rectas (paralelas a las hipotenusas respectivas), se completa el trazado.

Númericamente, se tiene (siendo D y D' los desarrollos de las circunferencias medias de la figura 44.1):

$$L = \sqrt{D^2 + p^2} \quad \text{y} \quad L' = \sqrt{D'^2 + p^2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D}{p} \quad \text{y} \quad \operatorname{tg} \alpha' = \frac{D'}{p}$$

$$m = h \operatorname{sen} \alpha \quad \text{y} \quad n = h \cos \alpha$$

$$m' = h \operatorname{sen} \alpha' \quad \text{y} \quad n' = h \cos \alpha'$$

Chapa del fondo. – El desarrollo de la chapa del fondo (fig. 32.6) es un trapecio circular. El valor del radio menor de este trapecio se determinará por la fórmula:

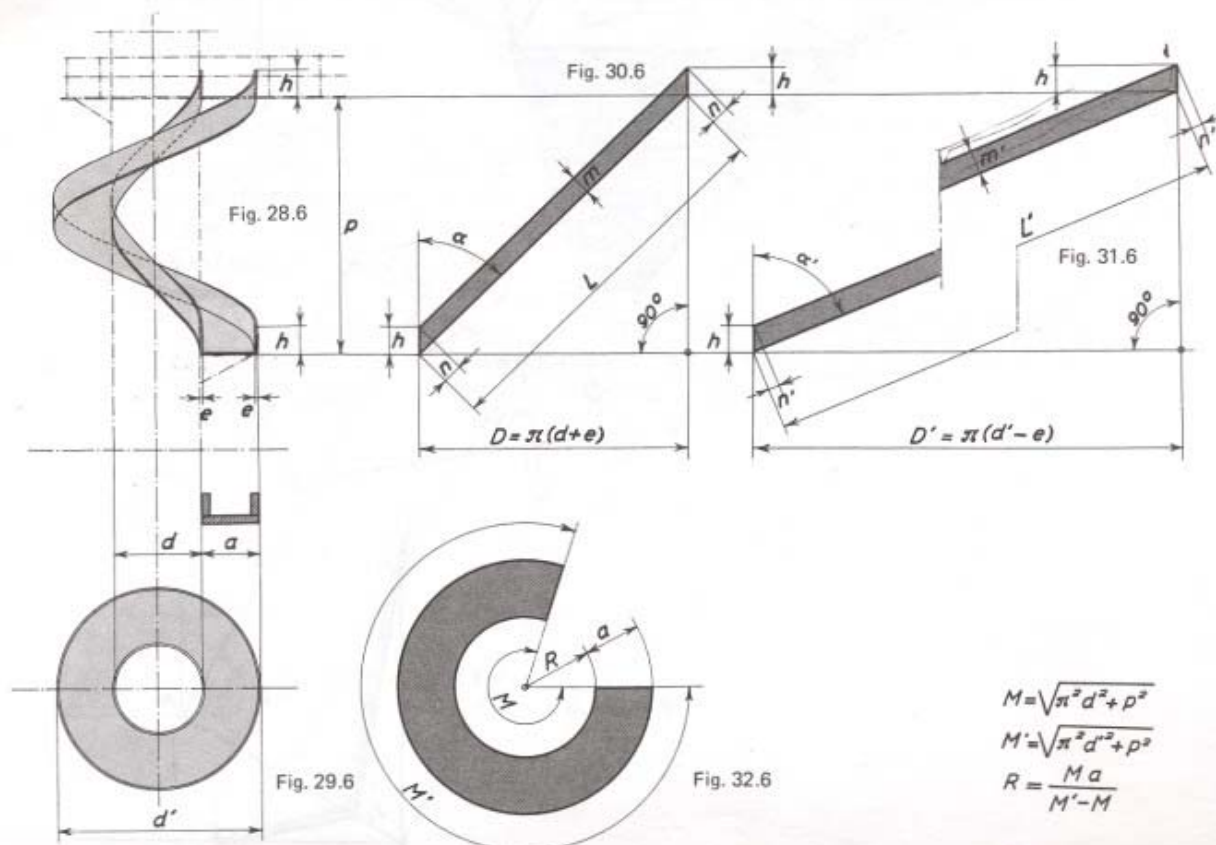
$$R = \frac{M \cdot a}{M' - M}$$

$$M = \sqrt{\pi^2 d^2 + p^2} \quad \text{y} \quad M' = \sqrt{\pi^2 d'^2 + p^2}$$

(d y d' son los diámetros interior y exterior de la chapa del fondo y a el ancho de la misma, como se observará en la figura 29.6).

Con radios iguales a R y $R + a$ se describen arcos concéntricos (fig. 32.6, cuyos desarrollos sean respectivamente iguales a M y M' , y uniendo los extremos de estos arcos por medio de rectas (radios), se completa el trazado.

Nota. – Si la longitud del canal es menor que una vuelta, para los trazados de las chapas desarrolladas se procederá con la parte del paso y desarrollos de los arcos correspondientes del modo expuesto.



Sección Séptima

TRAZADOS POR TRIANGULACION

Conductos piramidales y cuerpos cónicos VII-1

Cuerpos cónicos oblicuos (Bifurcaciones) VII-2

Cuerpos elípticos y circulares-elípticos VII-3

Cuerpos de bocas circular y rectangular VII-4

APENDICE:

Consideraciones Generales

1. Desarrollo lateral de un cuerpo piramidal

La superficie lateral de cada una de las caras que forman el tronco de pirámide, regular o irregular, puede obtenerse como se expone en el número 3 (figs. 10.6 y 11.6), y también descomponiendo las caras en triángulos cuyos lados sean conocidos o que se determinarán por trazado ⁽¹⁾.

En la pirámide truncada de las figuras 1.7 y 2.7, la cara A limitada por los vértices a, b, b_1 , y a_1 queda descompuesta en dos triángulos al trazar la diagonal $a b_1$, siendo conocida la verdadera magnitud de los lados $a b$ y $a_1 b_1$ en la planta (fig. 2.7), y arista $a a_1$ en el alzado ($a_2 a_2$ de la figura 1.7).

Para determinar la verdadera magnitud de la diagonal $a b_1$, se trazan dos rectas perpendiculares (fig. 3.7), y sobre una de ellas (la vertical) a partir del punto de intersección P se lleva la distancia $P v$ igual a la altura de la pirámide, y sobre la otra recta la distancia $P b'$ igual a $a b_1$ (de la figura 2.7), obteniéndose la magnitud interesada (hipotenusa $v b'$). Si la arista $a a_1$ no fuese conocida en su verdadera magnitud, llevando la distancia $P a'$ igual a $a a_1$ se obtiene la longitud propuesta $v a'$ (fig. 3.7).

Trazado de la cara

Sobre una recta (fig. 4.7) se lleva la longitud $a_4 a_5$ igual a la $v a'$ (de la fig. 3.7), y a partir de a_4 con un radio r_1 igual a $v b'$ se describe un arco que será cortado en b_5 por otro arco de radio r_2 igual a $a_1 b_1$ trazado desde a_5 ; desde b_5 se describe un arco de radio r_3 igual a $v a'$ que será cortado en b_4 por otro arco de radio r_4 igual a $a b$, descrito desde a_4 . Uniendo por medio de rectas los puntos determinados a_4, b_4, a_5, b_5 se completa el trazado de la cara A .

2. Observaciones

Si el desarrollo total ha de ser de una sola pieza (fig. 4.7), las líneas de trazado (figs. 1.7 y 2.7) corresponden a las líneas medias de la chapa (fig. 5.7); si las caras han de soldarse, las líneas de trazado corresponderán a las interiores (fig. 6.7), y finalmente, si las caras han de ajustarse, las líneas de trazado han de corresponder a las exteriores del cuerpo (fig. 7.7).

Nota. — El desarrollo por triángulo es susceptible de aplicación a todo caso, pero exige un trazado laborioso, ya que si se quiere obtener un resultado aceptable, precisa dividir los arcos o curvas en un número elevado (el conveniente) de partes iguales, y la comprobación de la longitud de aquellos arcos o cuerdas.

El número de casos que se pueden presentar es de considerar como infinito, pero los técnicos que proyectan deben solucionar sus problemas de forma que el taller pueda trazar los desarrollos con la menor dificultad. Los ejemplos que siguen, relativamente frecuentes en la práctica, fijan un proceso de ejecución.

(1) Todo triángulo queda determinado conociendo sus tres lados.



Fig. 5.7

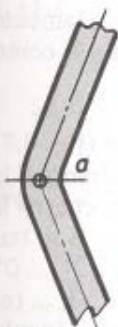


Fig. 1.7

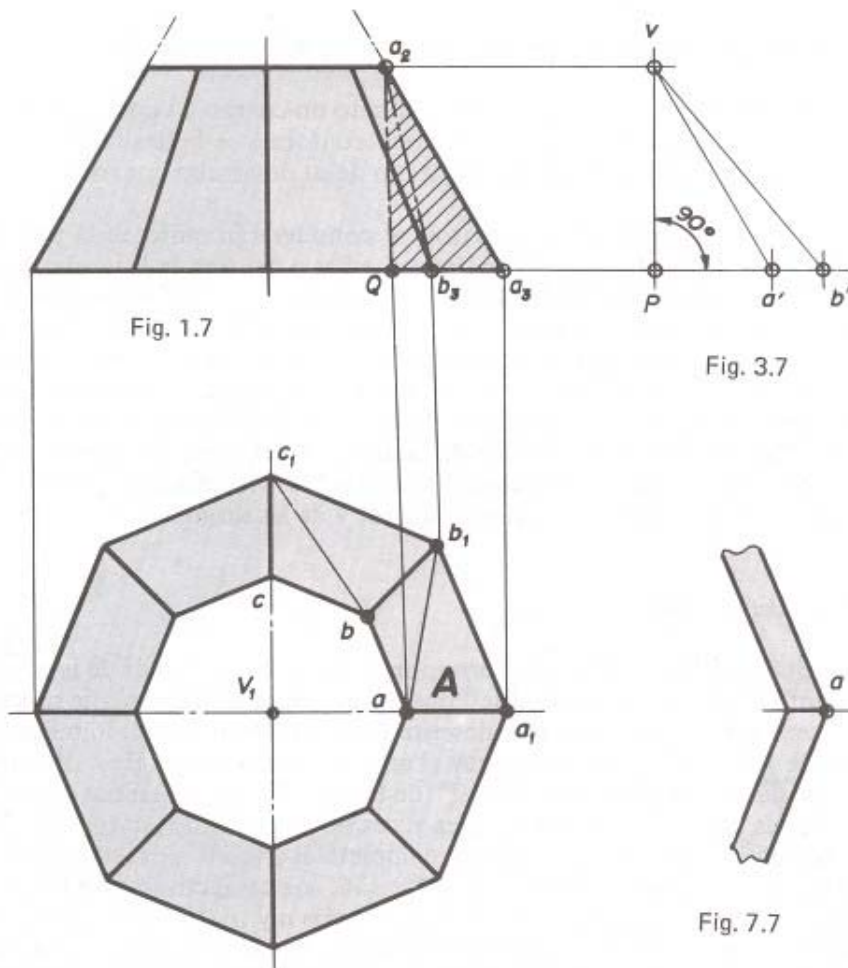


Fig. 3.7

Fig. 6.7

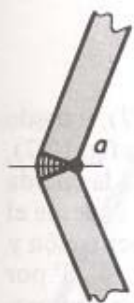


Fig. 7.7

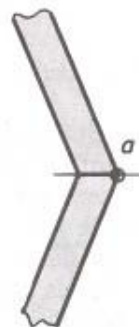


Fig. 2.7

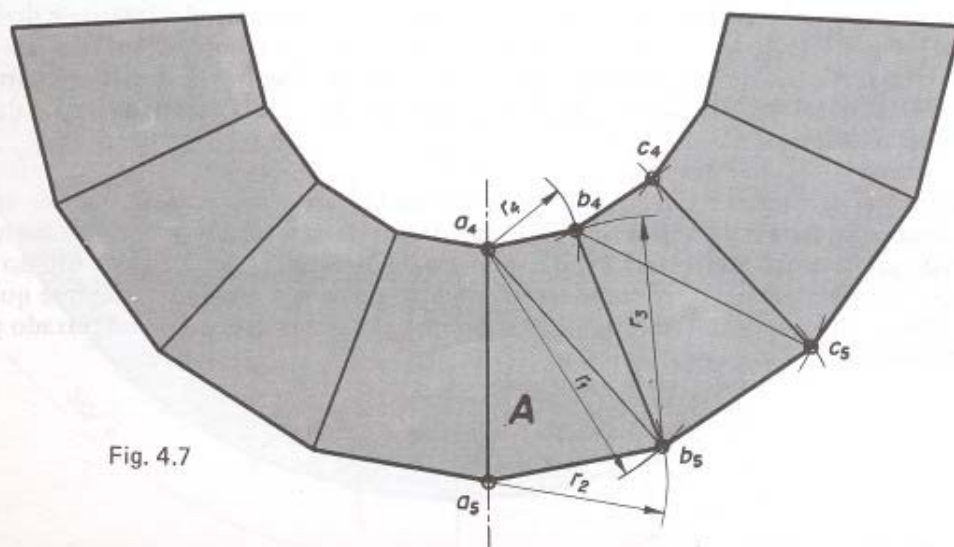


Fig. 4.7

3. Determinación de dimensiones para el trazado del desarrollo

En las figs. 8.7 y 9.7 se ha representado un cuerpo o virola cónica, dimensionada debidamente para que se pueda efectuar su desarrollo conforme se indicaba en el n° 28 de la página 44; como estudio de método, se realizará el trazado de su desarrollo por triangulación.

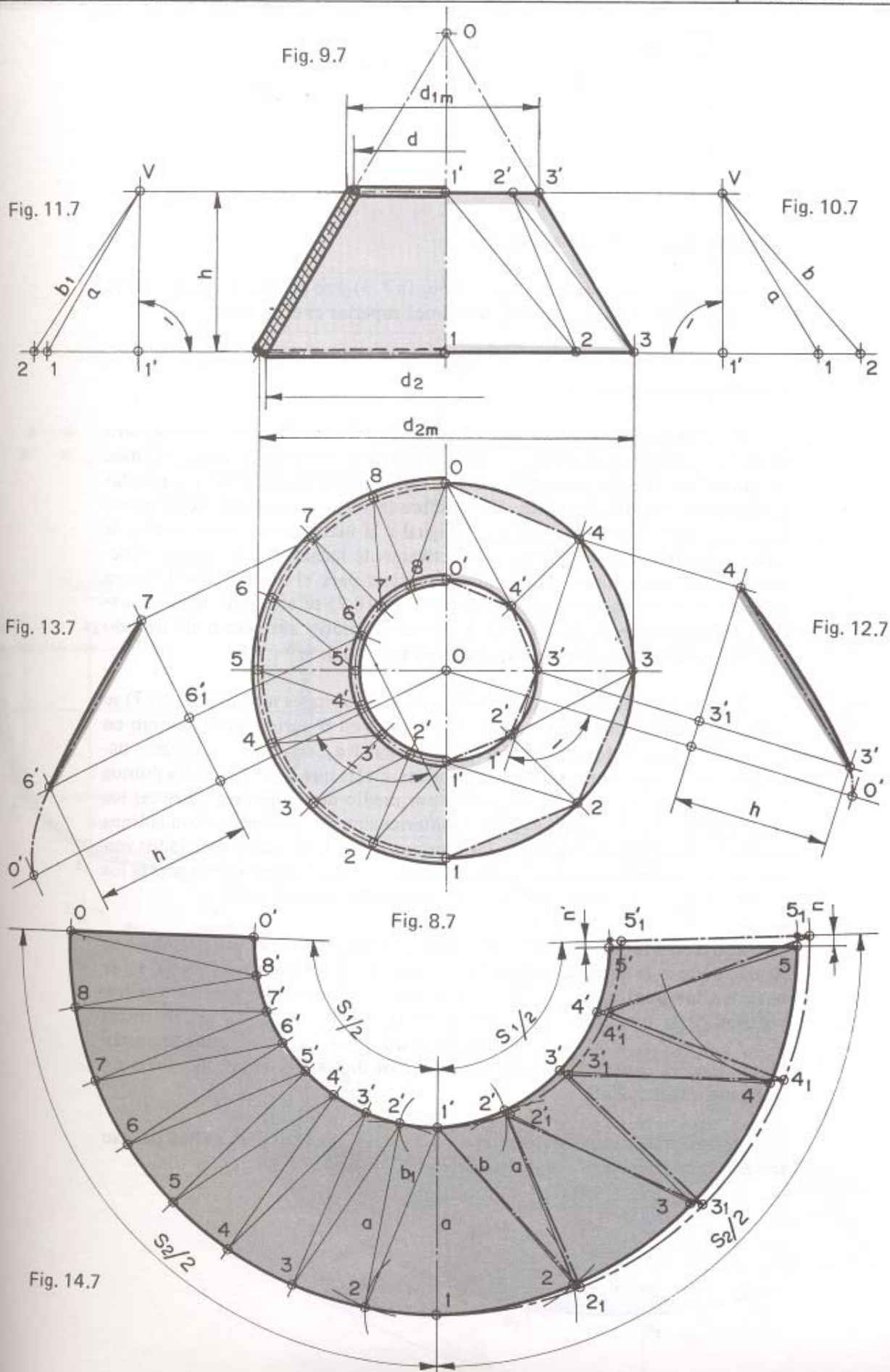
Para la determinación de datos, se considerarán tanto en la proyección horizontal (fig. 8.7) como en la vertical (fig. 9.7) las líneas medias o neutras de la virola, y se dividirá un cuadrante o la semicircunferencia media (neutra) en un cierto número de partes iguales (por ejemplo, cuatro la semicircunferencia de la parte derecha de la fig. 8.7), y por los puntos de división 1, 2, ... 0 se trazarán rectas radiales que determinarán sobre la semicircunferencia interior los puntos 1', 2', ... 0', y también se trazarán las cuerdas de los arcos resultantes así como las diagonales 1'-2, 2'-3, ... (es suficiente el trazado de los elementos de una de las partes). Sobre el lado vertical de un ángulo recto (fig. 10.7) se lleva el valor de la altura h del cuerpo o virola, y sobre el otro lado los valores 1'-1 y 1'-2 iguales a los mismos de la fig. 8.7, representando los lados oblicuos o hipotenusas a y b la verdadera magnitud de las generatrices y de las diagonales respectivamente.

Trazado del desarrollo de la virola

Sobre el eje de la chapa correspondiente se lleva el valor de la generatriz a (fig. 14.7), y desde el punto 1' de aquella recta se describe un arco de radio ligeramente superior a b (a y b de la fig. 10.7), que será cortado por otro arco descrito desde el punto 1 con radio ligeramente superior a la cuerda 1-2 (de la fig. 8.7) pero menor que el arco 1-2 (de la misma fig.), obteniéndose el punto 2, desde el que se describirá otro arco de 1'-2' (de la fig. 8.7), obteniéndose el punto 2'; esta representación y en figuras continuas se repetirá tres veces, y uniendo los puntos 1, 2, 3, 4, 5 y 1', 2', 3', 4', 5' por las respectivas curvas continuas, se completa el trazado de media virola. Seguidamente se comprobará si los desarrollos de los arcos 1-5 y 1'-5' son respectivamente iguales a $S_2/2 = 1/2 \cdot \pi \cdot d_{2m}$ y $S_1/2 = 1/2 \cdot \pi \cdot d_{1m}$, y si existiese diferencias n y n' (fig. 14.7), éstas se dividirán en cuatro partes iguales en este caso, y respectivamente aumentadas en esas cuartas partes el valor de los radios 1-2 y 1'-2' utilizados en el trazado y acaso muy ligeramente el de las diagonales, se procederá a un nuevo trazado que es de esperar que no tenga diferencias, y si resultasen, se volvería a corregir del modo indicado (si las diferencias fuesen positivas, se reducirían los radios en la parte correspondiente, y también la diagonal).

Los errores pueden anularse o reducirse sensiblemente al aumentar el número de divisiones en las que se divide la semicircunferencia, como puede apreciarse al comparar las figs. 12.7 y 13.7, ambas secciones verticales de la virola cónica, la 12.7 correspondiente a diagonal de cuatro divisiones y la 13.7 a diagonal de ocho divisiones, acercándose mucho más la segunda al valor de su curva envolvente que la primera.

El número de divisiones en las que se ha de dividir la semicircunferencia exterior de la virola ha de ser ponderado, para reducir por una parte los errores de apreciación y por otra los inherentes a todo trazado gráfico, que aumentarán con el número de divisiones, y que en este último caso será también más laborioso el trazado al compararlo con otro de menos divisiones, siempre que éste, de menor número de divisiones, no lleve implícita la repetición de la operación del trazado por aquel error de apreciación.



4. Desarrollo de una viola truncada

Este caso es una variante del anterior (n.º 3) y se procederá exactamente igual que en aquél; la sección oblicua o boca superior es elíptica.

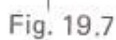
Determinación de magnitudes

La circunferencia media de las bases (fig. 15.7) se dividirá en el número de partes iguales conveniente (6 por ejemplo) y por medio de rectas se unen los puntos de división $a_1, b_1, \dots, g_1$, así como también los a_{b_1} . Trazadas dos rectas perpendiculares (fig. 17.7), sobre la vertical y a partir de su punto de intersección P se lleva la altura Pv igual a la máxima del cono, y sobre la otra las longitudes Pa_1' y Pb_1' respectivamente iguales a a_{a_1} y a_{b_1} , obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) precisas para el desarrollo del tronco de cono de bases paralelas, cuyo trazado (fig. 18.7) se efectuará como se expone en el caso precedente (n.º 3). La comprobación y corrección del trazado también se efectuará como se expone en el número 6.

Para el trazado de la sección oblicua, sobre las bases medias (fig. 16.7) se describirán semicircunferencias que se dividirán en 6 partes iguales (como en la planta), y los puntos de división $a_4, b_4, \dots, g_4$, y $a_5, b_5, \dots, g_5$, se llevarán paralelamente al eje sobre las bases respectivas, en las que determinan los puntos $a_6, b_6, \dots, g_6$ y $a_7, b_7, \dots, g_7$; uniendo por medio de rectas (generatrices) los puntos $a_6, a_7, b_6, b_7, \dots, g_6, g_7$, por la intersección de estas rectas con la línea media de la sección se obtendrán los puntos $a_8, b_8, \dots, g_8$ que proyectados verticalmente determinan sobre las generatrices correspondientes de la planta los puntos $a_9, b_9, \dots, g_9$ (que pueden unirse por una curva continua).

Proyectando horizontalmente sobre la hipotenusa va' (que también se ha dispuesto a la derecha del eje Pv de la fig. 17.7) los puntos $b_8, c_8, \dots, g_8$ se obtienen los puntos $b_6'', c_6'', \dots, g_6''$; trasladando sobre las generatrices respectivas de la fig. 18.7 y a partir de los puntos $b_3, c_3, \dots, g_3$ las distancias $a'b_6'', a'c_6'', \dots, a'g_6''$, se obtienen los puntos $b_{10}, c_{10}, \dots, g_{10}$, que se unirán por una curva continua hasta a_{10} (a_2), la cual limitará el desarrollo del cono truncado oblicuamente.

La sección plana oblicua, que es una elipse, no ofrece dificultad para su trazado como fácilmente se deduce de la fig. 19.7.



5. Viola cónica oblicua de bases (bocas) circulares paralelas

Este cuerpo (figs. 20.7 y 21.7) es igual al del n.º 4, pág. 102 (fig. 6.4).

Determinación de magnitudes

Las circunferencias medias (semicircunferencias en la planta, fig. 21.7) se dividen en el número de partes iguales conveniente (6 por ejemplo), y por medio de rectas se unen los puntos de división $a_1, b_1, \dots, g_1$, así como los $a_2, b_2, \dots, g_2$.

Trazadas dos rectas perpendiculares (fig. 22.7), sobre la vertical y a partir del punto de intersección P se lleva la longitud Pv igual a la altura del cono, y sobre la otra, también a partir de P se llevan las longitudes $Pa_1', Pb_1', \dots, Pg_1'$ respectivamente iguales a las $a_1, b_1, \dots, g_1$ (de la fig. 21.7), obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) propuestas.

Trazadas otras dos rectas perpendiculares (fig. 23.7), sobre la vertical y a partir del punto de intersección P se llevará la altura Pv igual a la del cono y sobre la horizontal, partiendo de P las longitudes $Pb_1'', Pc_1'', \dots, Pg_1''$ respectivamente iguales a las $a_1, b_1, \dots, g_1$, y así se obtienen las otras magnitudes (hipotenusas) correspondientes. (Las dos figs. 22.7 y 23.7 pueden hacerse una sola, disponiendo las magnitudes a derecha e izquierda de la perpendicular Pv .)

Desarrollo de la viola

Sobre una recta (fig. 24.7) se lleva la longitud $a_2 a_3$ igual a la va_1' de la fig. 22.7, y a partir de a_2 con un radio igual a vb_1'' se describe un arco que será cortado en el punto b_3 por otro arco de radio igual a $a_1 b_2$ (de la fig. 21.7) trazado desde a_3 ; seguidamente desde b_3 se describirá un arco de radio igual a vb_1' que será cortado en b_2 por otro de radio ab descrito desde a_2 . Se proseguirá el trazado repitiendo la misma operación sustituyendo el radio vb_1'' por los $vc_1'', vd_1'', \dots$ y el vb_1' por los $vc_1', vd_1', \dots, vg_1'$, obteniéndose los puntos $c_2, d_2, \dots, g_2$ y $c_3, d_3, \dots, g_3$, que se unirán respectivamente por curvas continuas; uniendo los puntos g_2 y g_3 por medio de una recta se completa el trazado del desarrollo de medio cono, siendo el otro medio simétrico del trazado.

6. Comprobación

El desarrollo de la curva $g_2 g_2'$ debe resultar igual al de la circunferencia media superior (πd_m) y el de la curva $g_3 g_3'$ a su vez igual al de la circunferencia media inferior (πD_m); si resultaran diferencias entre la longitud de las curvas y circunferencias respectivas, estas diferencias se dividirán en tantas partes iguales como las circunferencias de las bases (12 en este caso), y en cada una de estas pequeñas partes se aumentarán los respectivos radios $a_2 b_2$ y $a_1 b_1$ al efectuar nuevo trazado. También se aumentarán ligeramente los radios $vb_1'', vc_1'', \dots, vg_1''$, no sufriendo alteración los $va_1', vb_1', \dots, vg_1'$. Las rectas $a_2 a_3, b_2 b_3, \dots, g_2 g_3$ convergen en el punto V .

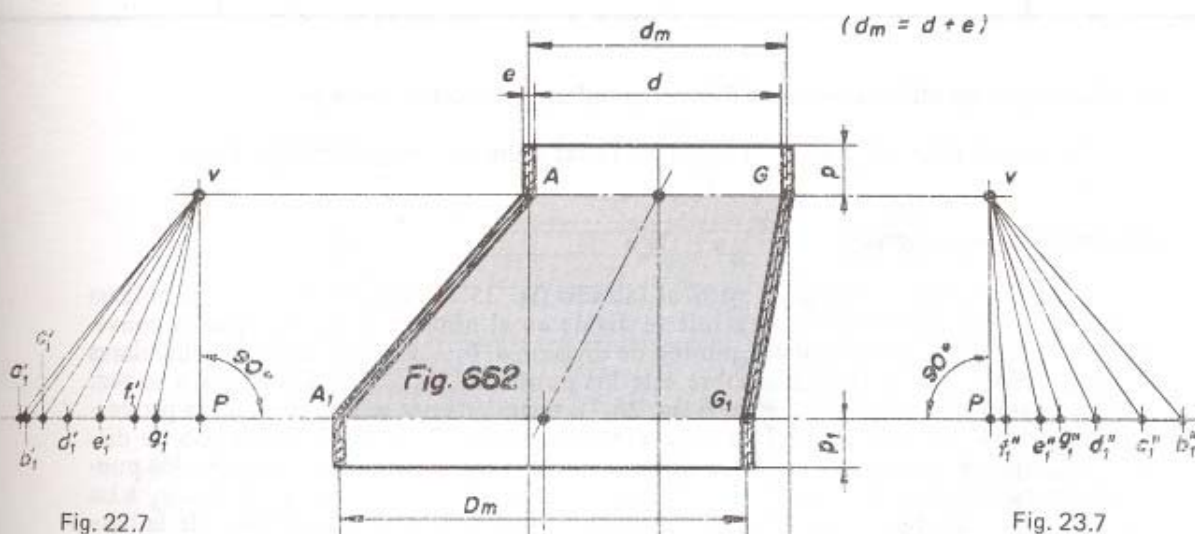


Fig. 21.7

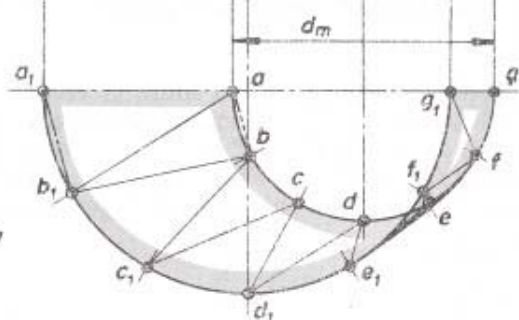
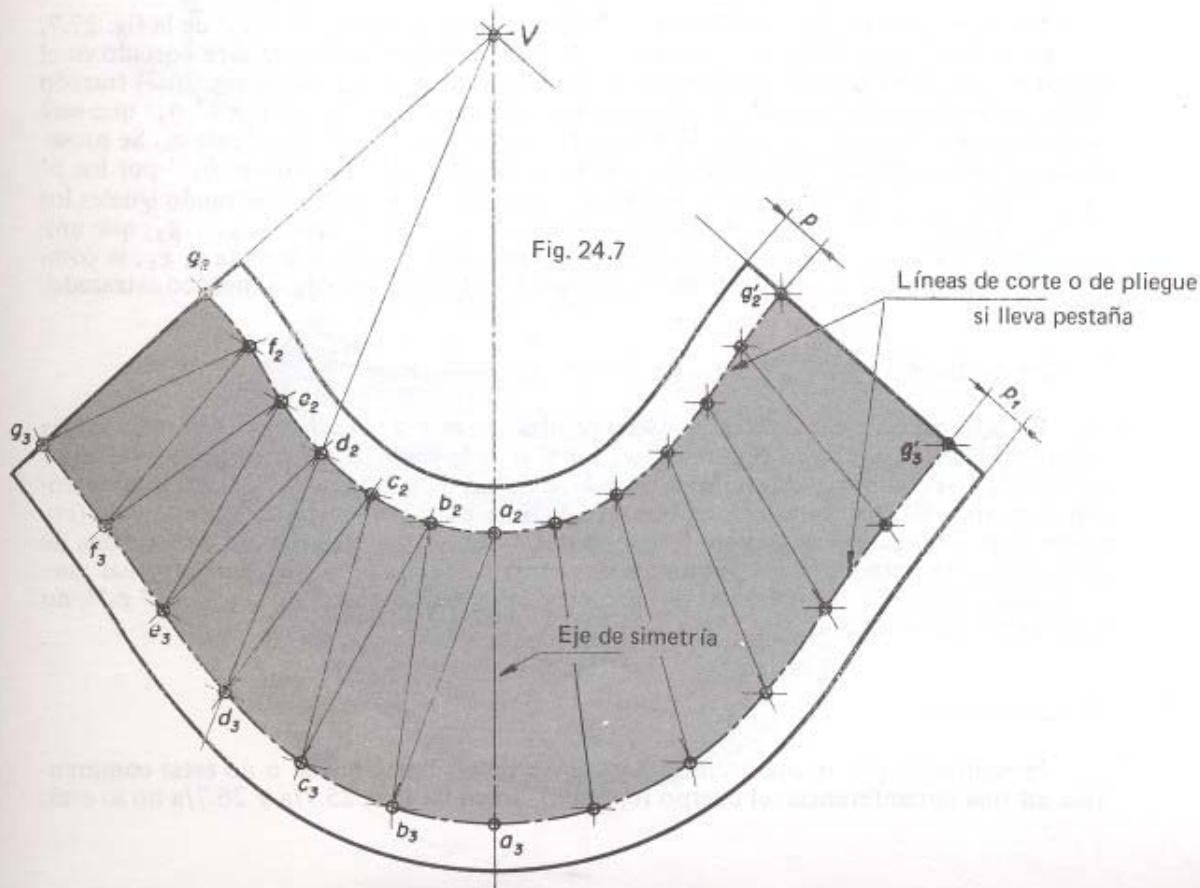


Fig. 24.7



7. Virola cónica oblicua de bases (bocas) circulares y oblicuas entre sí

Esta virola (figs. 25.7 y 26.7) es igual a la del número 8, pág. 106 (fig. 11.4).

Determinación de magnitudes

Representada la proyección vertical (alzado fig. 25.7), sobre la boca media oblicua se describe una semicircunferencia que se divide en el número de partes iguales conveniente (6 por ejemplo), y por los puntos de división $a, b, \dots g$, se trazan perpendiculares al diámetro ag , que determinan sobre éste los puntos $a_1, b_1, \dots g_1$, los cuales, a su vez, se proyectarán verticalmente (sobre la fig. 26.7); seguidamente se representará la proyección horizontal (planta fig. 26.7) a cuyo efecto se traza una semicircunferencia de diámetro d_m que se dividirá en 6 partes iguales (en este caso), y se hacen pasar por los puntos de división $a, b, \dots g$, rectas horizontales que cortarán en los puntos $a_2, b_2, \dots g_2$ a las proyecciones trazadas desde la fig. 25.7, obteniéndose la proyección (elipse) de la base superior. Trazada la semicircunferencia media de la base inferior, se dividirá en 6 partes iguales, y los puntos de división $a_3, b_3, \dots g_3$, se unirán por medio de rectas con los respectivos $a_2, b_2, \dots g_2$ de la base superior (proyección elíptica); también se unirán los puntos $a_2 b_3, b_2 c_3, \dots f_2 g_3$.

Trazadas dos rectas perpendiculares (fig. 27.7) sobre la vertical se proyectan los puntos $a_1, b_1, \dots g_1$, obteniéndose los $a', b', \dots g'$; sobre la horizontal y a partir del punto de intersección P se llevan las distancias $Pa_3', Pb_3', \dots Pg_3'$ respectivamente iguales a las $a_2 a_3, b_2 b_3, \dots g_2 g_3$ (de la fig. 26.7) y las $Pb_3'', Pc_3'', \dots Pg_3''$, iguales a $a_2 b_3, b_2 c_3, \dots f_2 g_3$, obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) precisas para el trazado del desarrollo.

Desarrollo de la virola

Sobre una recta (fig. 28.7) se lleva la longitud $a_4 a_5$ igual a la $a' a_3'$ de la fig. 27.7, y a partir de a_4 con un radio igual a $a' b_3''$ se describe un arco que será cortado en el punto b_5 por otro arco de radio ligeramente mayor que $a_6 b_6$ (de la fig. 26.7) trazado desde a_5 ; seguidamente, desde b_5 se describirá un arco de radio igual a $b' b_3'$ que será cortado en b_4 por otro de radio ligeramente mayor que $c b$ descrito desde a_4 . Se proseguirá el trazado repitiendo la misma operación sustituyendo el radio $a' b_3''$ por los $b' c_3'', c' d_3'', \dots f' g_3''$ y el $b' b_3'$ por los $c' c_3', d' d_3', \dots g' g_3'$, conservando iguales los $a_3 b_3$ y $a b$ anteriores. Se obtendrán los puntos $c_4, d_4, \dots g_4$ y los $c_5, d_5, \dots g_5$, que unirán, respectivamente, por curvas continuas, y enlazadas éstas por la recta $g_4 g_5$, se completará el trazado del desarrollo de medio cuerpo, siendo el otro medio simétrico al trazado.

8. Comprobación

El desarrollo de la curva $a_4 g_4$ debe resultar igual al de la semicircunferencia media superior ($1/2 \pi d_m$), y el de la curva $a_5 g_5$ igual al de la semicircunferencia media inferior ($1/2 \pi D_m$); si resultaran diferencias entre la longitud de las curvas y las semicircunferencias correspondientes, estas diferencias se dividirán en 6 partes iguales en este caso (como se han dividido las semicircunferencias de las bases), y en la longitud de cada una de estas pequeñas partes se aumentarán los respectivos radios $a b$ y $a_3 b_3$ para efectuar nuevo trazado. También se aumentarán ligeramente los radios $a' b_3'', b' c_3'', \dots f' g_3''$, no sufriendo variación los $a' a_3', b' b_3', \dots g' g_3'$.

9. Observación

Procediendo por triangulación, la posición de las bases puede o no estar comprendida en una circunferencia; el cuerpo representado en las figs. 25.7/a y 26.7/a no lo está.

DESARROLLO DE UNA VIROLA CONICA OBLICUA DE BOCAS CIRCULARES BOCAS OBLICUAS

Cuerpos cónicos
oblicuos

Fig. 27.7

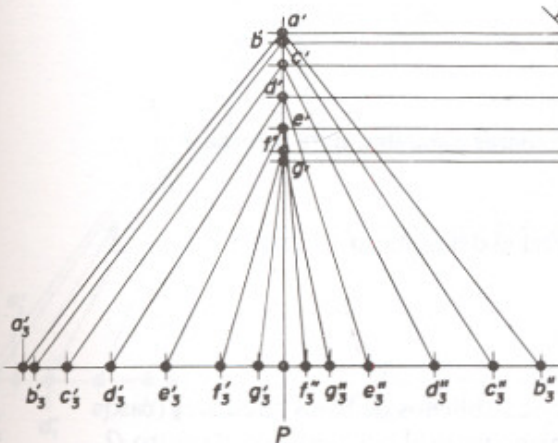
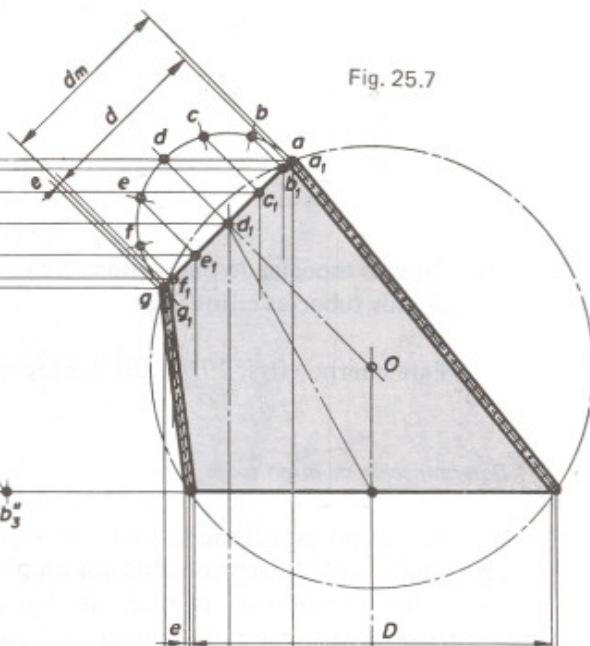


Fig. 25.7



$$(d_m = d + e)$$

$$(D_m = D + e)$$

Fig. 25.7/a

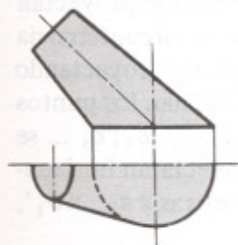


Fig. 26.7/a

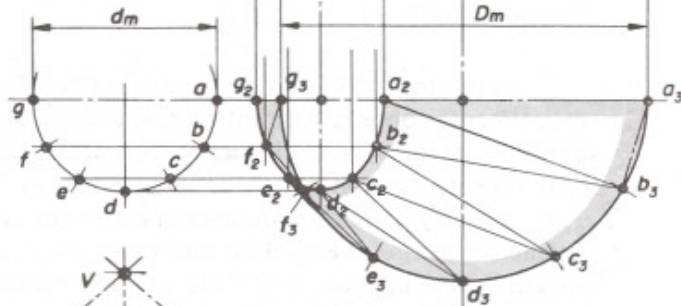


Fig. 26.7

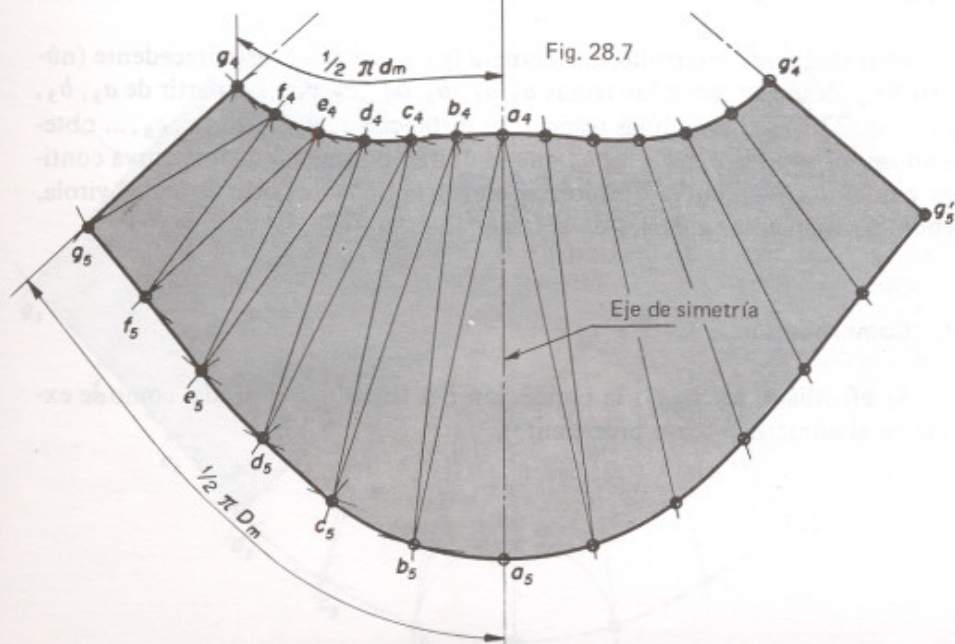


Fig. 28.7

10. Cuerpo especial de bases (bocas) circulares paralelas, para bifurcación de dos tuberías cilíndricas

Este cuerpo (figs. 29.7 y 30.7) es igual al del número 14, pág. 110.

Determinación de magnitudes

El cuerpo está compuesto de dos conos oblicuos de bases circulares (caso precedente, n.º 9), seccionados por un plano vertical que pasa por el centro O de la circunferencia de la base inferior, por lo que es de aplicación todo lo expuesto en el número 9; también las figuras de este caso coinciden con las de aquel número, por lo que solamente se tratará de determinar las magnitudes correspondientes a la sección.

Los puntos $a_1, b_1, c_1 \dots$ (fig. 30.7) afectados por la sección se proyectan verticalmente sobre la base inferior, y trazado un cuadrante de circunferencia sobre su base superior, se dividirá en tres partes iguales en este caso, proyectando los puntos de división $a, b, c \dots$ sobre la base en la que determinan los puntos $a_6, b_6, c_6 \dots$, y al unirlos con los respectivos de la base inferior $a_5, b_5, c_5 \dots$ se obtiene sobre el eje vertical los puntos a_7, b_7, c_7 , que se proyectarán horizontalmente sobre la figura 31.7 en la que, sobre las rectas respectivas $\nu a_1', \nu b_1', \nu c_1' \dots$, determinan los puntos $a_8, b_8, c_8 \dots$

Desarrollo de la virola

El trazado del desarrollo se efectuará igual que en el caso precedente (número 9) y después, sobre las rectas $a_2 a_3, b_2 b_3, c_2 c_3 \dots$, a partir de $a_3, b_3, c_3 \dots$ (fig. 33.7) se llevarán las respectivas distancias $a', a_8, b', b_8, c', c_8, \dots$ obteniéndose los puntos $a_9, b_9, c_9 \dots$ que se unirán por medio de una curva continua con el $d_3 (d_9)$, curva que corresponde a la línea de corte de media virola, siendo la otra media simétrica de la trazada.

11. Comprobación

Se efectuará, así como la corrección del trazado si procede, como se expone en el número 8 (caso precedente).



Fig. 29.7

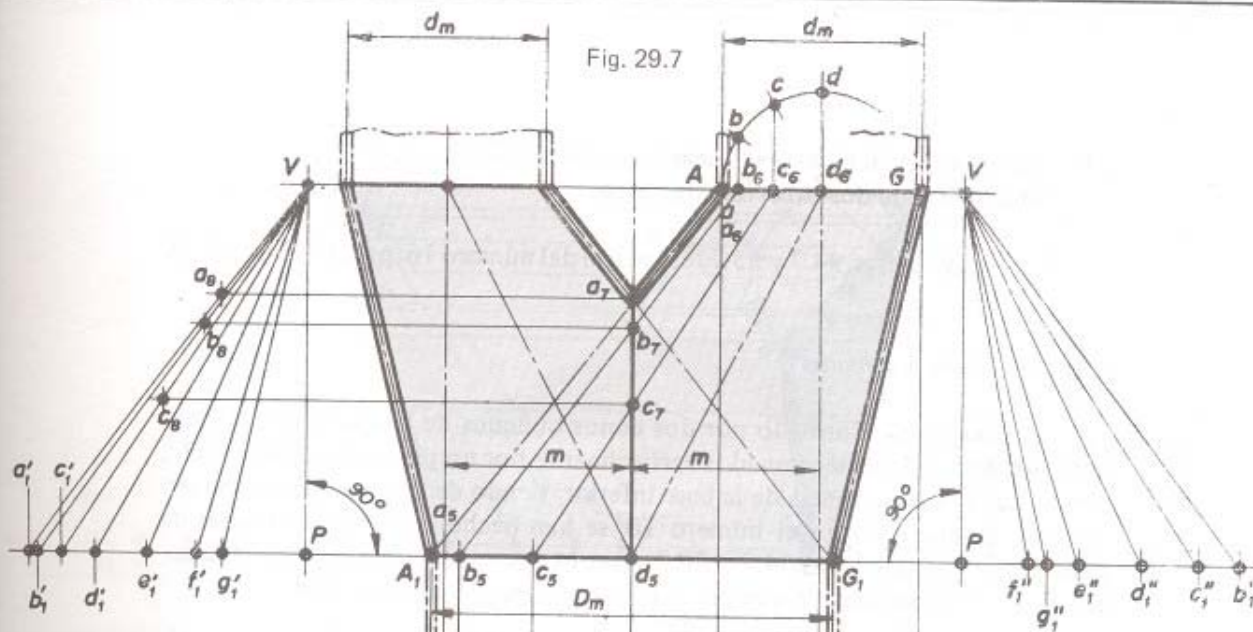


Fig. 31.7

Fig. 32.7

Fig. 30.7

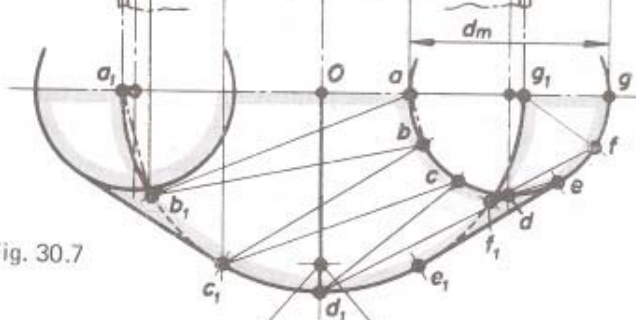
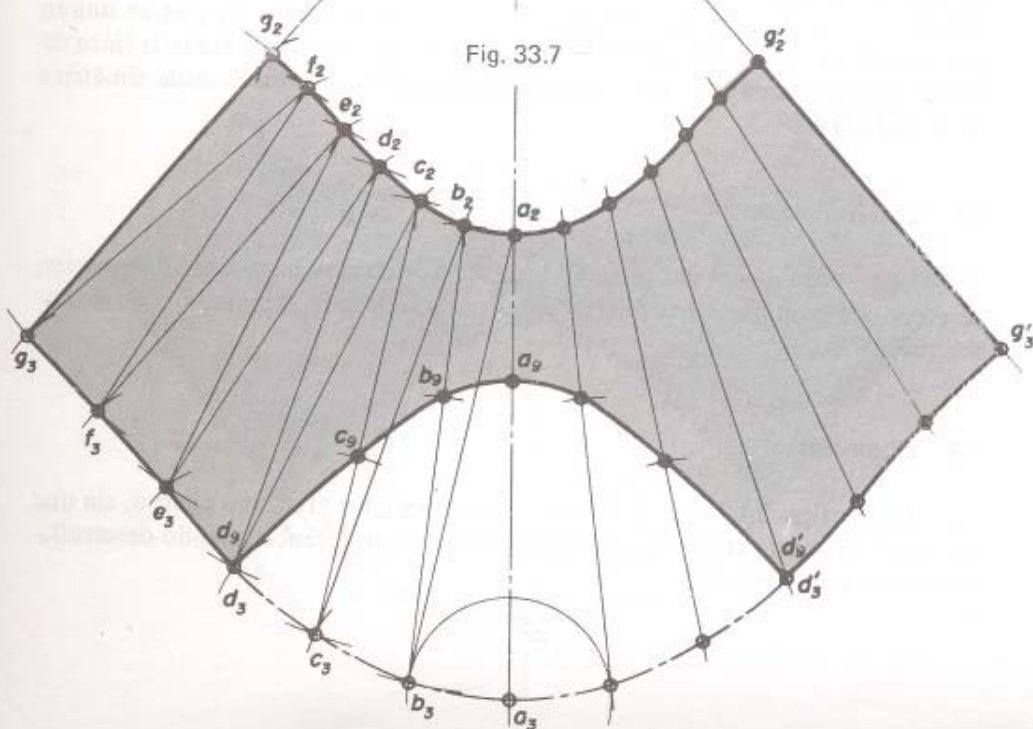
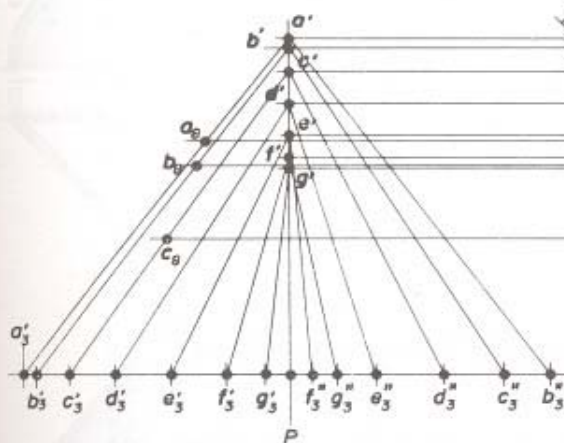


Fig. 33.7



Capítulo VII-2	BIFURCACION CON VIROLAS CONICAS OBLICUAS. TUBO DE BOCAS CIRCULARES OBLICUAS	Cuerpos cónicos oblicuos
12. Cuerpo especial de bases (bocas) circulares oblicuas, para bifurcación de dos tuberías cilíndricas Este cuerpo (figs. 34.7 y 35.7) es igual al del número 16, pág. 112 (fig. 20.4). <i>Determinación de magnitudes</i> El cuerpo está formado por dos conos oblicuos de bases circulares (caso anterior, número 10) seccionados verticalmente por un plano que pasa por O_1, centro de la circunferencia de la base inferior, siendo de aplicación, para su desarrollo, lo expuesto en el número 10; se han hecho coincidir las figuras de ambos cuerpos (números 34.7 y 29.7), por lo que solamente se detallará la determinación de las magnitudes precisas para el trazado de la sección. Los puntos $a_3, b_3, \dots, d_3$ (de la fig. 35.7) afectados por la sección o enlace de las dos virolas, se proyectan verticalmente sobre la base inferior de la figura 34.7, en la que determinan los puntos $a_6, b_6, c_6, \dots$, que al unirlos por medio de rectas con los $a_1, b_1, c_1, \dots$, proporcionan los puntos $a_7, b_7, c_7, \dots$ sobre la línea de junta, y al proyectar estos últimos horizontalmente sobre la figura 36.7, se obtienen sobre las rectas respectivas (hipotenusas) los puntos $a_8, b_8, c_8, \dots$ <i>Desarrollo de la virola</i> Primeramente se efectuará el trazado total de la virola (sin corte o sección) igual que en el caso precedente (número 10) y después, sobre las rectas $a_4 a_5, b_4 b_5, c_4 c_5$ (fig. 37.7), a partir de los puntos a_5, b_5, c_5, se llevan las longitudes $a_3' a_8, b_3' b_8, c_3' c_8$, obteniéndose los puntos a_9, b_9, c_9 que se unirán por medio de una curva continua con el d_5, siendo la curva trazada la línea de corte correspondiente a la sección en media virola, y la otra media simétrica de la trazada. 13. Comprobación La comprobación del trazado, y su corrección si se apreciaran diferencias, se efectuará como se ha expuesto en el número 8 para el cono oblicuo de bases circulares. 14. Observación En las figs. 34.7/a y 35.7/a se ha representado el mismo cuerpo, sin que sus bases (bocas) estén comprendidas en una circunferencia, siendo desarrollable como se ha expuesto.		

Fig. 36.7



$$(d_m = d + e)$$

$$(D_m = D + e)$$

Fig. 34.7

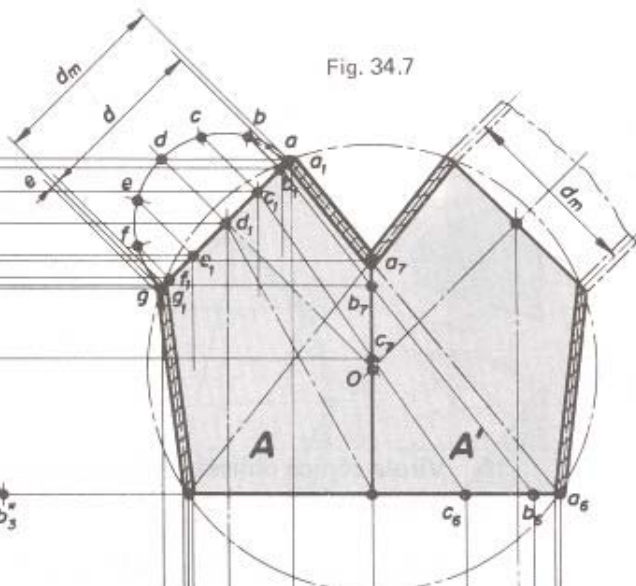


Fig. 34.7/a

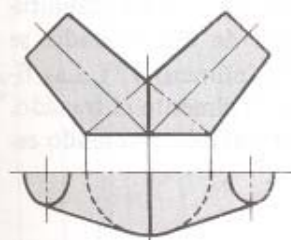


Fig. 35.7/a

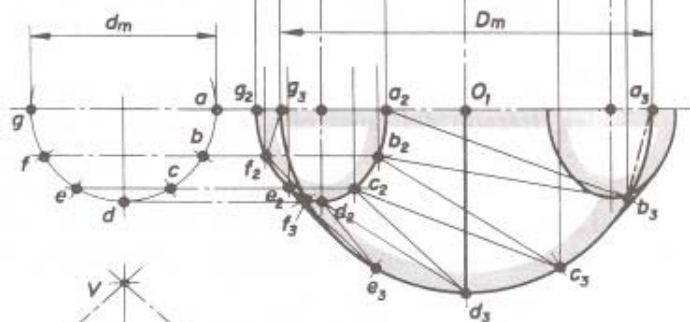
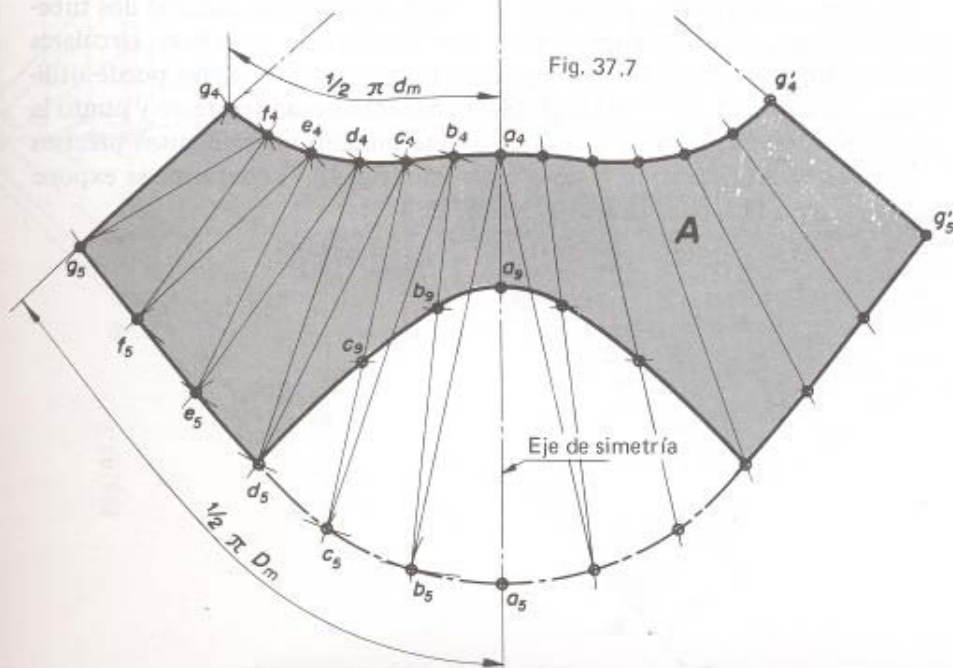


Fig. 35.7

Fig. 37.7



15. Virola cónica oblicua de bases (bocas) circulares y perpendiculares entre sí

Este cuerpo (figs. 38.7, 39.7 y 40.7), es similar al del número 8, pág. 106 (fig. 11.4).

En este caso, la proyección en planta de la base superior resulta una recta (diámetro medio) en lugar de la elipse de aquel caso.

Teniendo presente la diferencia expuesta, la determinación de magnitudes, trazado del desarrollo de la virola y comprobación de este trazado, se efectuará exactamente igual que en el caso precedente (número 12). Las figuras tienen las mismas letras para que se pueda seguir fácilmente el trazado. La posición de la base superior respecto de la inferior es variable, pudiendo estar desplazada como se indica en la pequeña fig. 38.7 bis.

16. Aplicación de dos virolas para bifurcación

En el número 12 se ha estudiado un cuerpo para bifurcación de dos tuberías cilíndricas (fig. 34.7), compuesto de otros dos cuerpos de bases circulares oblicuas entre sí. También este cuerpo de bases perpendiculares puede utilizarse para bifurcación, y así, en la fig. 38.7 se ha representado de trazo y punto la indicada disposición, para la que se han determinado los elementos precisos para el trazado del desarrollo, y efectuado éste (fig. 42.7) conforme se expone en aquel número (12, pág. 162).

$$(d_m = d + e)$$

17. Tubo oblicuo de bocas circulares paralelas (sección elíptica)

Este cuerpo es igual al del número 21, pág. 38 (fig. 49.2).

Determinación de magnitudes

Representando el alzado (fig. 43.7) y la planta (fig. 44.7) en sus líneas medias, se dividen las circunferencias (o semicircunferencias) de esta última en el número de partes iguales conveniente (6 cada semicircunferencia, por ejemplo) y se unen los puntos de división $a_1, b_1, \dots, g_1$, así como también los $a_1', b_1', c_1', \dots, f_1'$.

Trazadas dos rectas perpendiculares (fig. 45.7), sobre la vertical y a partir del punto de intersección P se lleva la longitud Pv igual a la altura del cuerpo, y sobre la otra recta, también a partir de P se lleva la longitud Pa_1' y las $Pb_1'', Pc_1'', \dots, Pg_1''$, respectivamente iguales a las $a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2, \dots, f_1, f_2, g_1, g_2$, (de la fig. 44.7), obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) correspondientes.

Desarrollo de la virola

Sobre una recta (fig. 46.7), se lleva la longitud $a_4 a_5$ igual a la Pa_1' de la fig. 45.7, y a partir del punto a_4 con un radio $a_4 b_5$ igual a Pb_1'' se describe un arco que será cortado en el punto b_5 por otro radio $a_5 b_5$ igual a $a_2 b_2$ (de la fig. 44.7) trazado desde a_5 ; desde b_5 se describe un arco de radio igual a Pa_1' que será cortado en b_4 por otro de radio $a_4 b_4$ (igual a $a_1 b_1$) trazado desde a_4 . Se prosigue la operación en forma análoga sustituyendo respectivamente el radio Pb_1'' por los $Pc_1'', Pd_1'', \dots, Pg_1''$, obteniéndose los puntos $c_4, d_4, \dots, g_4$ y $c_5, d_5, \dots, g_5$, que se unirán con los $a_4 b_4$ y $a_5 b_5$ por las curvas continuas respectivas, que unidas por la recta $g_4 g_5$ completan el desarrollo de medio cuerpo, siendo el otro medio simétrico del trazado.

18. Comprobación

El desarrollo de las curvas $g_4 g_4'$ y $g_5 g_5'$ debe resultar igual al de las circunferencias medias de la base, y la distancia entre puntos $a_3'', d_3'', g_3'', a_2'', d_2'', g_2''$ será igual a la existente entre los $a_3', d_3', g_3', a_2', d_2', g_2'$ (de la fig. 43.7); si resultaran diferentes en la longitud de los arcos, éstas se dividirán en tantas partes iguales como se han dividido las circunferencias de la base, y en el valor de cada una de estas partes se aumentará el radio $a_1 b_1$ para efectuar nuevo trazado; no debe existir diferencias entre los puntos $a_3'', d_3'', \dots, g_2''$, y los $a_3', d_3', \dots, g_2'$.

La elipse (fig. 47.7) se trazará para sacar la plantilla, que se utilizará al efectuar el curvado del tubo.

Fig. 45.7

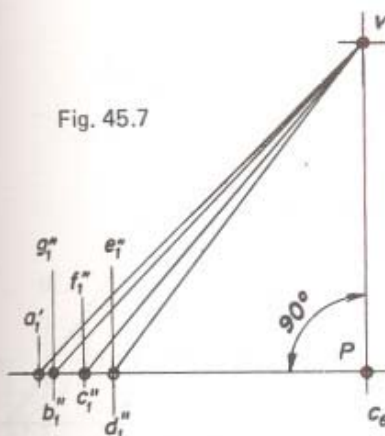


Fig. 43.7

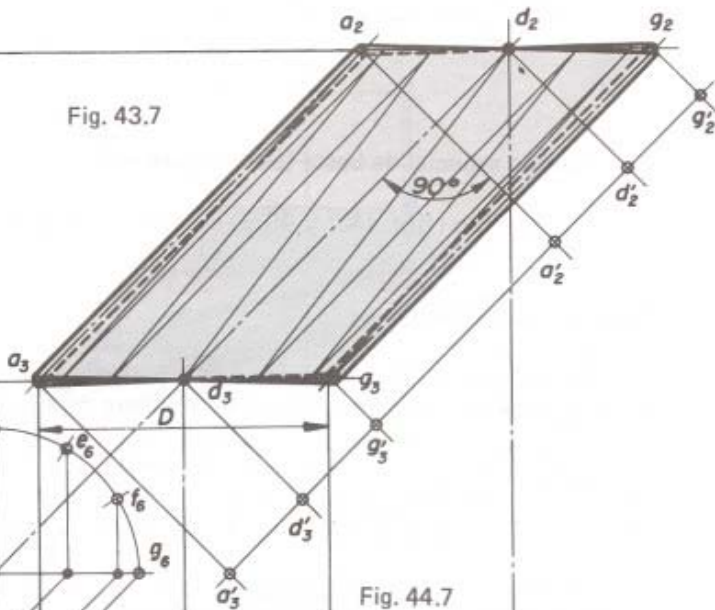


Fig. 44.7

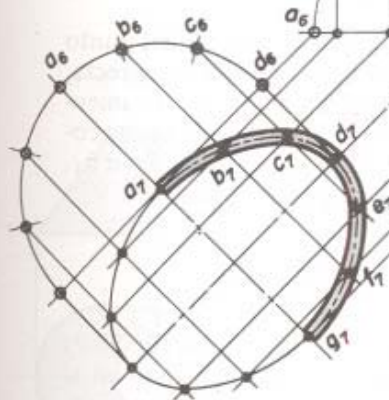


Fig. 47.7

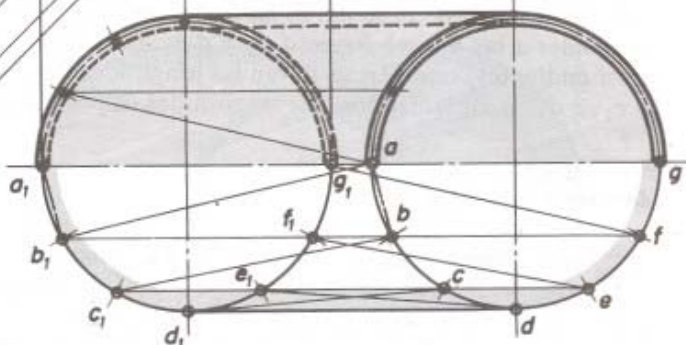
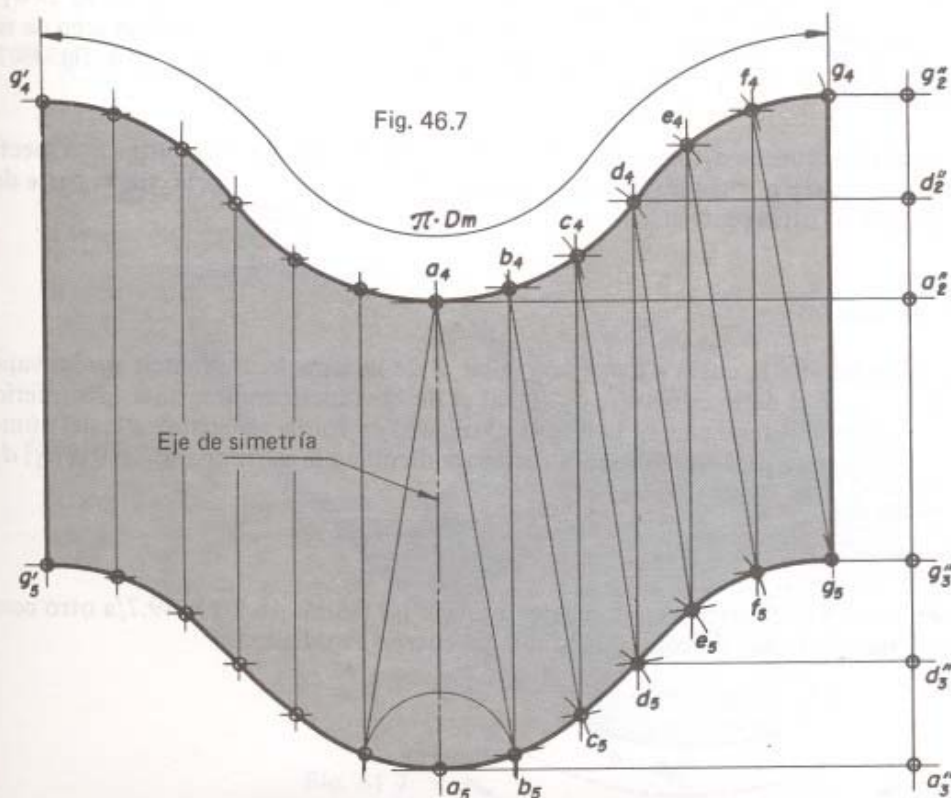


Fig. 46.7



19. Cuerpo especial de bases (bocas) paralelas

Este cuerpo (figs. 48.7 y 49.7) es igual al del número 4, pág. 128 (fig. 21.5).

Determinación de magnitudes

El cuerpo está formado por dos superficies curvadas (medios conos oblicuos) unidas por otras dos triangulares (que no precisan descomposición).

Cada uno de los cuadrantes de la proyección en planta (fig. 49.7) se dividirá en el número de partes iguales conveniente (3 por ejemplo) y por medio de rectas se unen los puntos de división $a a_1, b b_1, \dots d d_1$, así como también los $a b_1, b c_1, c d_1$.

Trazadas dos rectas perpendiculares (fig. 50.7), sobre la vertical a partir del punto de intersección P se lleva la longitud $P v$ igual a la altura del cuerpo, y sobre la otra recta, también a partir de P , se llevan las longitudes $P a_1', P b_1', \dots P d_1'$ y $P e_1'$, respectivamente iguales a las $a a_1, b b_1, \dots d d_1$ y $d e_1$, obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) correspondientes; también se llevan las longitudes $P b_1'', P c_1'', P d_1'' \dots$ iguales a las $a b_1, b c_1, c d_1 \dots$, obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) relativas a estas rectas.

Desarrollo de la virola

Sobre una recta (fig. 51.7) se lleva la longitud $a_2 a_3$ igual a la $v a_1'$ (de la fig. 50.7) y a partir de a_2 con un radio igual a $v b_1''$ se describe un arco que será cortado en el punto b_3 por otro arco de radio $a_1 b_1$ (de la fig. 49.7) trazado desde a_3 ; a continuación, desde b_3 se describirá un arco de radio $v b_1'$ que será cortado en b_2 por otro de radio $a b$. Se proseguirá el trazado en forma similar con los radios $v c_1'', v d_1''$ y $v c_1', v d_1'$, obteniéndose los puntos c_2, d_2 y c_3, d_3 . Después, desde d_2 se describirá un arco de radio igual a $v e_1'$ que será cortado en e_2 por otro de radio igual a $d_1 e_1$ (de la fig. 49.7) descrito desde d_3 .

Uniando los puntos $a_2, b_2, \dots d_2$ y $a_3, b_3, \dots d_2$ por las curvas continuas respectivas, y los d_2, e_3, d_3 por medio de rectas, se obtendrá el desarrollo de la cuarta parte del cuerpo, siendo las otras partes iguales y simétricas a la representada.

20. Comprobación

El desarrollo de la curva $d_2 d_2'$ será igual al de la semicircunferencia media superior ($1/2 \pi d_m$), y el de la curva d_3, d_3' igual al de la semicircunferencia media inferior (πR); si resultaran diferencias se corregirá el trazado en forma semejante a la del número anterior, no variando las dimensiones correspondientes a la parte triangular d_2, d_3, d_3 .

21. Observación

Como variante de este cuerpo se representa en las figuras 48.7/a y 49.7/a otro compuesto por medio tronco de cono y la mitad del cuerpo estudiado.

Fig. 50.7

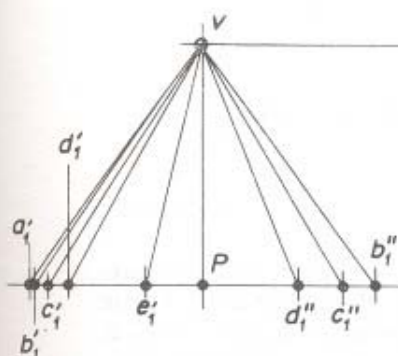


Fig. 48.7/a

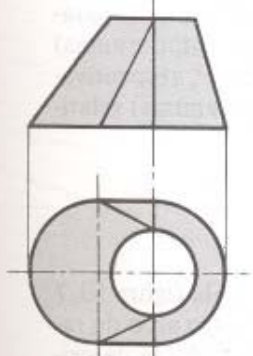


Fig. 49.7/a

Superficie plana

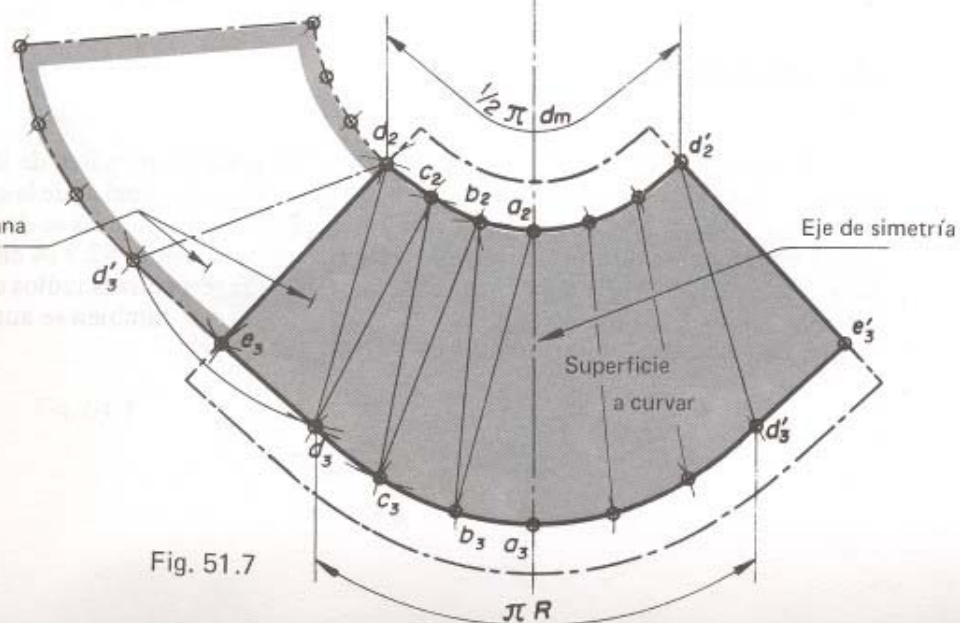
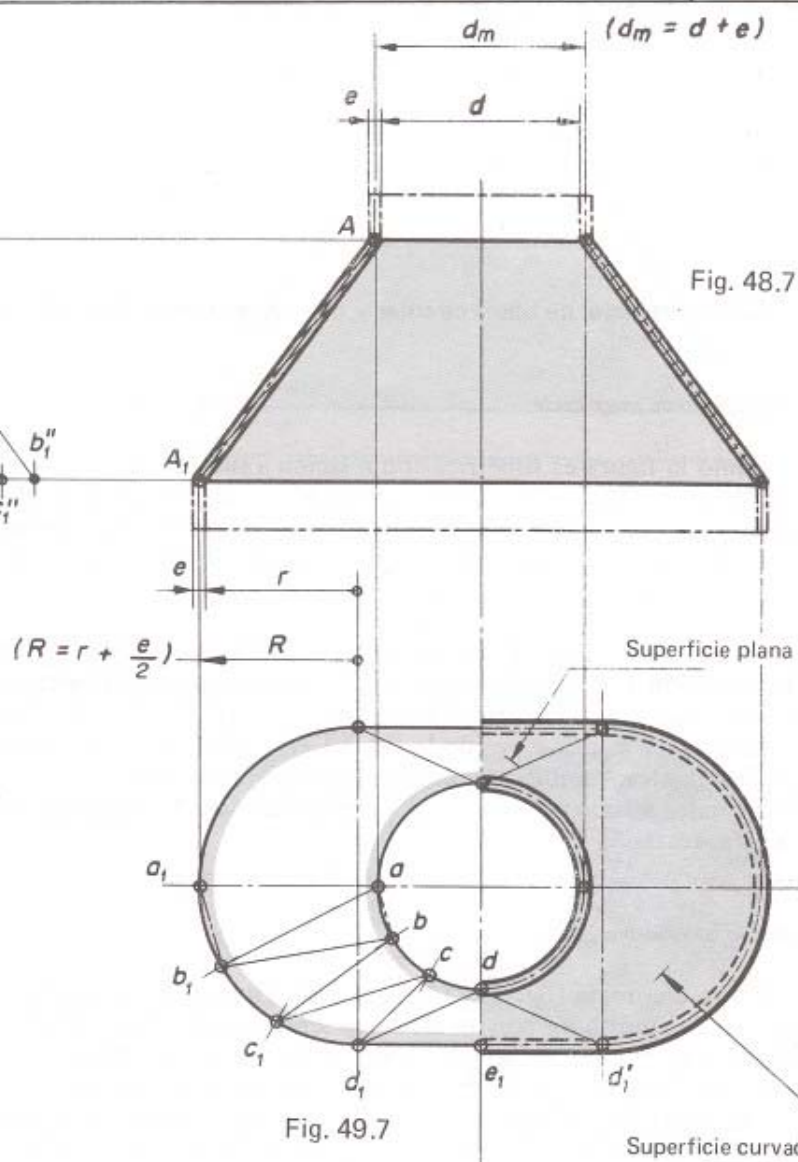


Fig. 51.7

Fig. 48.7



22. Cuerpo especial de bases circular y ovalada paralelas (figs. 51.7 y 52.7).*Determinación de magnitudes*

Como la figura es simétrica con relación a sus dos ejes, un cuadrante de la circunferencia media superior (fig. 52.7), se dividirá en el número de partes iguales conveniente (4 por ejemplo), así como también el arco medio inferior, obteniéndose los puntos $a, b, \dots e$, y $a_1, b_1, \dots e_1$ respectivamente; por medio de rectas se unirán los puntos $a a_1, b b_1, \dots e e_1$, así como también los $a b_1, b c_1, \dots d e_1$.

Trazadas dos rectas perpendiculares (fig. 53.7), sobre la vertical a partir del punto de intersección P se lleva la longitud $P v$ igual a la altura del cuerpo y sobre la otra recta, también a partir de P , se llevan las longitudes $P a_1', P b_1', \dots P e_1'$ respectivamente iguales a las $a a_1, b b_1, \dots e e_1$ (de la fig. 53.7), obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) correspondientes; también se llevarán las longitudes $P b_1'', P c_1'', \dots P e_1''$, respectivamente iguales a las $a b_1, b c_1, \dots d e_1$, obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) relativas a estas rectas.

Desarrollo de la virola

Sobre una recta (fig. 54.7) se lleva la longitud $a_2 a_3$ igual a la $v a_1'$ de la figura 53.7 y a partir del punto a_2 con un arco que será cortado en el punto b_3 por otro arco de radio igual a $a_1 b_1$ (de la fig. 52.7) trazado desde a_3 ; a continuación, desde b_3 se describirá un arco de radio igual $v b_1'$ que será cortado en b_2 por otro de radio igual a $a b$ descrito desde a_2 . Se proseguirá el trazado repitiendo la operación anterior sustituyendo el radio $v b_1''$ por los $v c_1'', v d_1'', v e_1''$, y el $v b_1'$ por los $v c_1', v d_1', v e_1'$, obteniéndose los puntos c_2, d_2, e_2 y c_3, d_3, e_3 que se unirán respectivamente por curvas continuas; uniendo los puntos $e_2 e_3$ por medio de una recta se completa el desarrollo de la cuarta parte del cuerpo, siendo las otras partes iguales y simétricas a la trazada.

23. Comprobación

El desarrollo de la curva $a_2 e_3$ debe resultar igual a un cuarto de la circunferencia media de la base superior ($1/4 \pi d_m$), y el de la curva $a_3 e_3$ igual al de la $a_1 e_1$ (fig. 52.7); si resultaran diferencias entre las curvas indicadas, estas diferencias se dividirán en tantas partes como en las que se han dividido las curvas de la figura 52.7 (4 en este caso) y en cada una de estas pequeñas partes se aumentarán los respectivos radios $a b$ y $a_1 b_1$ para efectuar nuevo trazado. Los radios $v b_1'', v c_1'', \dots v e_1''$ también se aumentarán ligeramente, no sufriendo alteración los $v a_1', v b_1', \dots v e_1'$.

Fig. 51.7

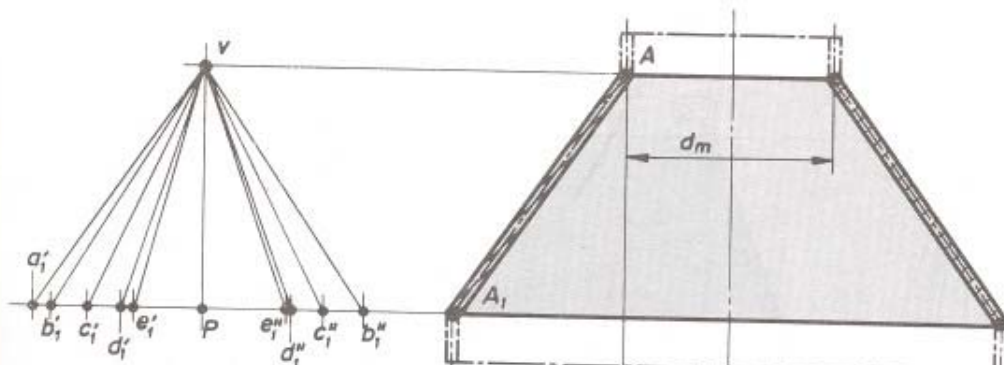


Fig. 53.7

Fig. 52.7

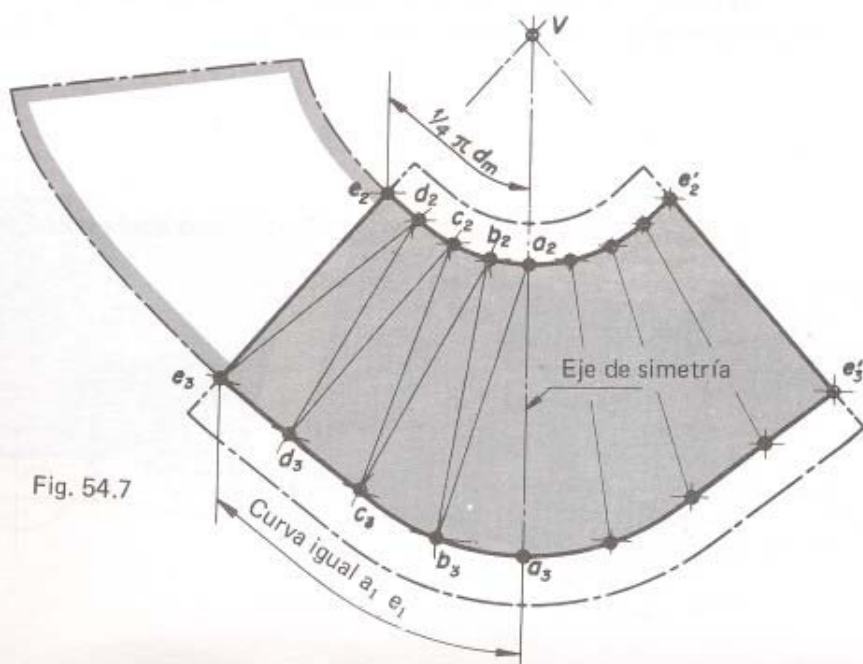
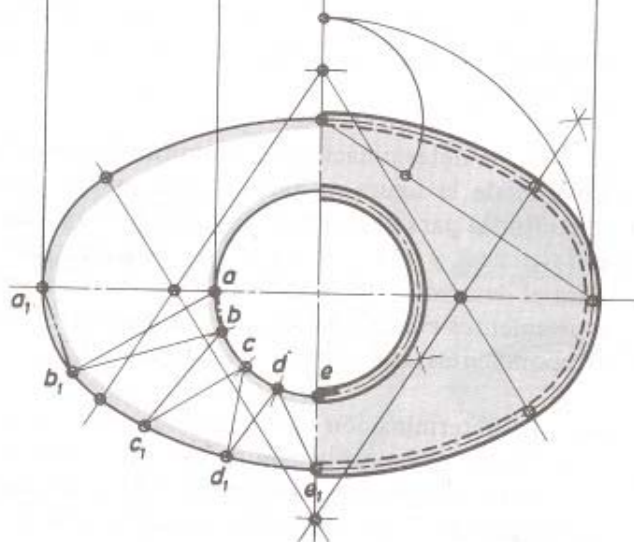


Fig. 54.7

Capítulo VII-3	CUERPO ESPECIAL DE BOCAS CIRCULAR Y OVALADA PARALELAS, SIMETRICO O ASIMETRICO	Cuerpos elípticos y circulares-elípticos
24. Cuerpo especial de bases paralelas circular y ovalada (simétrico o asimétrico) Este caso (figs. 55.7 y 56.7) es una variante del anterior (número 22), y en él también pueden considerarse otras dos soluciones (figs. 55.7/a-56.7/a y 55.7/b-56.7/b). En la determinación de magnitudes, el cuadrante y la curva del lado izquierdo de la figura se han dividido en tres partes iguales, obteniéndose las magnitudes para el trazado en la fig. 57.7, y con éstas y las cuerdas $a b$, $b c$, $c d$ (iguales), y $a_1 b_1$, $b_1 c_1$, $c_1 d_1$, se ha trazado el desarrollo de la figura 59.7. Para el desarrollo del lado derecho de la figura se han tomado como divisiones convenientes cuatro, para trazar, después de determinadas las magnitudes correspondientes, el desarrollo de la figura 60.7. La determinación de magnitudes, así como el trazado de los desarrollos de la virola y comprobación de estos trazados, se efectuará exactamente igual que en el caso precedente (número 23), y así puede procederse en cuantos casos se presenten de desarrollos de cuerpos de bases paralelas, sea cual fuera la forma de las curvas que limitan estas bases (circulares, elípticas, ovaladas, etc.). El número de divisiones de los arcos o curvas de las bases, tres y cuatro en este ejemplo, será el conveniente en cada caso. <i>Nota. — La representación de las figs. 55.7/b y 56.7/b es igual a la 23.5 de la pág. 131.</i>		

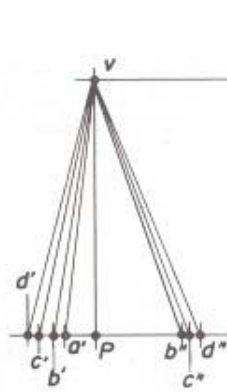


Fig. 57.7

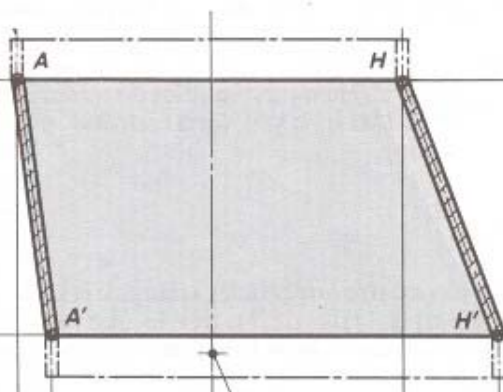


Fig. 56.7

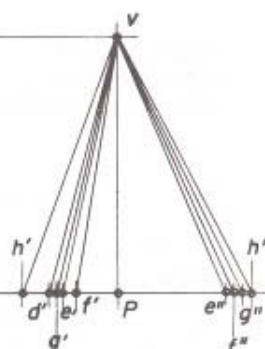


Fig. 58.7

Fig. 56.7/a

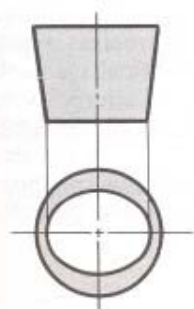


Fig. 55.7/a

Fig. 56.7/b

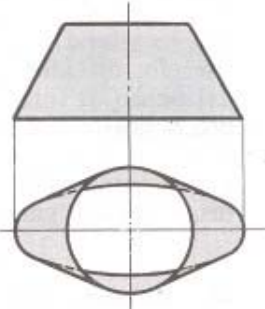


Fig. 55.7/b

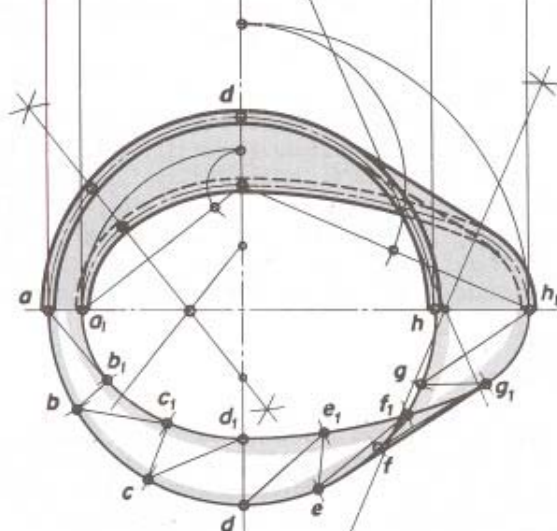


Fig. 55.7

Fig. 59.7

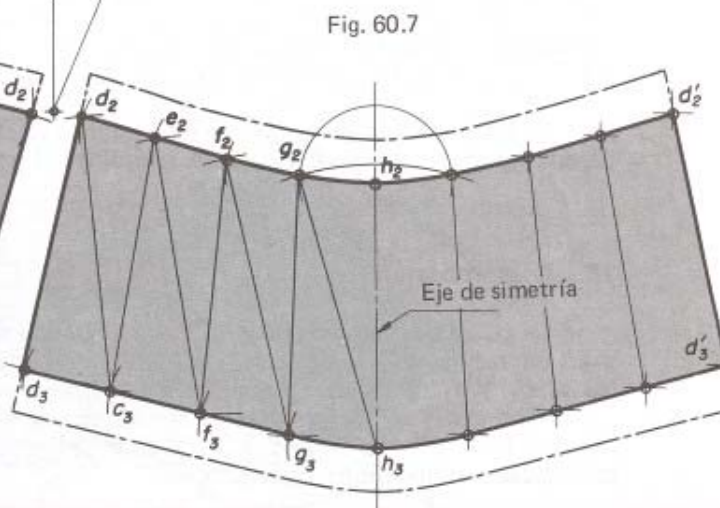
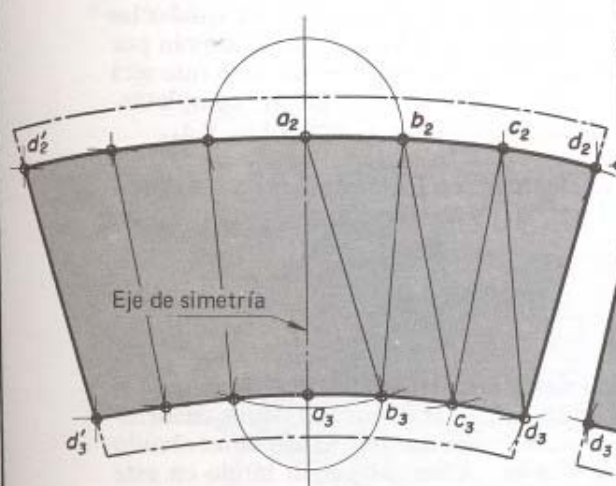


Fig. 60.7

25. Cuerpo especial de bases (bocas) circular y rectangular paralelas

Este cuerpo (figs. 61.7 y 62.7) es similar al del número 6, pág. 132 y se ha representado simétrico con relación al eje $a_2 g_2$, pudiendo variar su disposición, indicándose en las vistas en planta figs. 62.7/a, b, c y d varias formas, para las que es de aplicación cuanto a continuación se expone.

Determinación de dimensiones

El cuerpo, formado por cuatro superficies triangulares y otras tantas curvadas, es simétrico con relación al eje $a_2 g_2$ (fig. 62.7), por lo que cada uno de los dos cuadrantes de la semicircunferencia media de la base superior correspondientes a la parte simétrica, se dividirá en el número de partes iguales convenientes (por ejemplo, cuatro cada uno de ellos), y también los cuadrantes correspondientes (línea media) de la base. Por medio de rectas se unirán los puntos de división $a a_1, b b_1, \dots d d_1$ y $d d_1', e e_1, \dots g g_1$, así como los $a b_1, b c_1, c d_1$ y $e d_1', f e_1, g f_1$.

Trazadas dos rectas perpendiculares (fig. 63.7), sobre la vertical y a partir del punto de intersección P_1 se lleva la longitud $P_1 v'$ igual a la altura del cuerpo, y sobre la horizontal las longitudes $P_1 a', P_1 b', \dots P_1 d'$ y $P_1 a_2'$, respectivamente iguales a las $a a_1, b b_1, \dots d d_1$ y $a a_2$ (de la fig. 62.7), y las $P_1 a', P_1 b', P_1 c'$ también respectivamente iguales a las $a b_1, b c_1, c d_1$, obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) precisas para el trazado; trazadas otras dos rectas perpendiculares (fig. 64.7), sobre la vertical y a partir del punto de intersección P_2 se lleva la longitud $P_2 v''$ igual a la altura del cuerpo, y sobre la horizontal las longitudes $P_2 d', P_2 e', \dots P_2 g'$ y $P_2 g_2'$, respectivamente iguales a las $d d_1', e e_1, \dots g g_1$ y $g g_2$. Llevando las magnitudes $P_2 d', P_2 e', \dots P_2 g'$ respectivamente iguales a las $d d_2, e d_1', \dots g f_1$, se obtienen las magnitudes (hipotenusas) propuestas, necesarias para el trazado de la parte correspondiente del cuerpo (lado derecho).

46. Desarrollo del cuerpo

Sobre una recta (fig. 65.7) se lleva la longitud $d_4 d_4'$ igual a la $d_1 d_1'$ de la fig. 62.7, y desde el punto d_4 con un radio igual a $v' d'$ (de la fig. 63.7), se describe un arco que será cortado en el punto d_3 por otro arco de radio igual a $v'' d'$ trazado desde d_4' . A continuación, desde d_4 se describe un arco de radio igual a $v' c'$ que será cortado en c_3 por otro arco de radio igual a la cuerda $c d$, y desde c_2 se describirá un arco de radio igual a $v' c'$ que será cortado en c_4 por otro arco de radio igual a $c_1 d_1$ descrito desde d_4 . El trazado se continuará en forma análoga sustituyendo el radio $v' c'$ por los $v' b'', v' a''$, y el $v' c'$ por los $v' b', v' a'$, no variando los radios $c d$ y $c_1 d_1$ (por ser iguales las divisiones en las bases), y así se obtendrán los puntos b_2, a_2 y b_4, a_4 , que se unirán por las curvas respectivas; desde a_3 con un radio igual a $v' a_2'$ se describe un arco que será cortado en a_5 por otro arco de radio $a_1 a_2$ (de la fig. 62.7) descrito desde a_4 , completándose esta parte del desarrollo al unir por medio de rectas el punto a_5 con los a_3 y a_4 .

El trazado de la parte derecha del cuerpo se efectuará en forma análoga a la expuesta, con las dimensiones de la fig. 64.7, radios $c d$ y $c_1 d_1$, y longitud $g_1 g_2$.

26. Comprobación

La curva continua $a_3, b_3, \dots g_3$ será igual al desarrollo de la semicircunferencia $a g$, y las curvas $a_4, b_4, \dots d_4$ y d_4' y $d_4', e_4, \dots g_4$ serán iguales al desarrollo de los cuadrantes $a_1 d_1$ y $d_1' g_1$; caso de resultar diferencias, se efectuará nuevo trazado aumentando los radios $c d$ y $c_1 d_1$ en la parte de diferencia que les corresponda (un tercio en este caso), y los $v' a'', v' a', v' b'', v' b', v' c'', v' c', v' d'', v' d', v' e'', v' e', v' f'', v' f', v' g'', v' g'$ en una pequeña parte, como se ha indicado en los números anteriores.

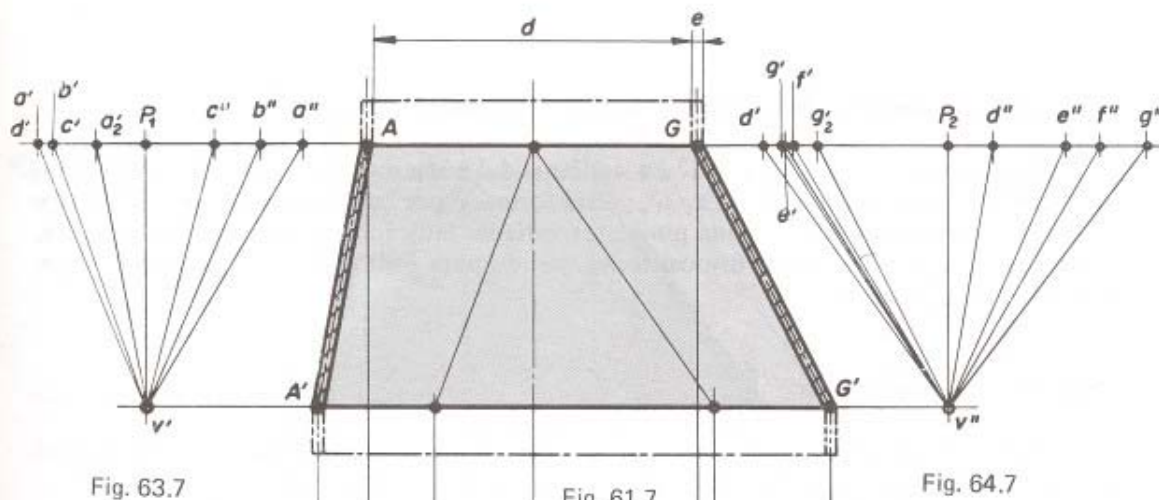


Fig. 63.7

Fig. 61.7

Fig. 64.7

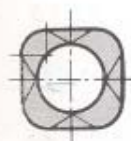


Fig. 62.7/a



Fig. 62.7/b

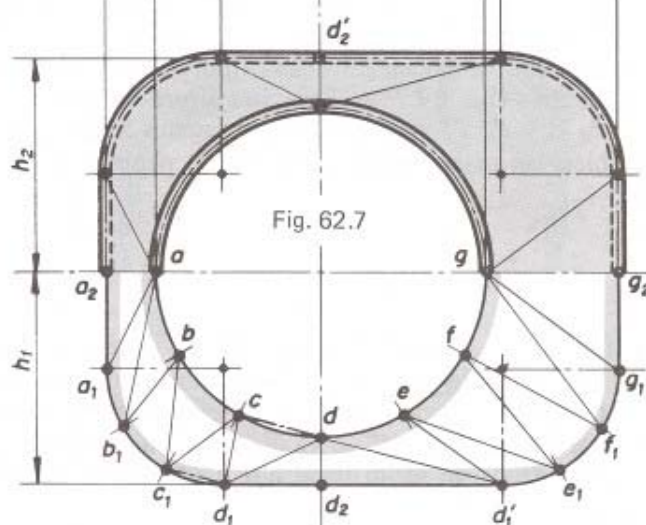


Fig. 62.7

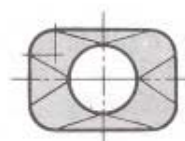


Fig. 62.7/c

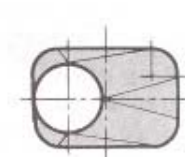


Fig. 62.7/d

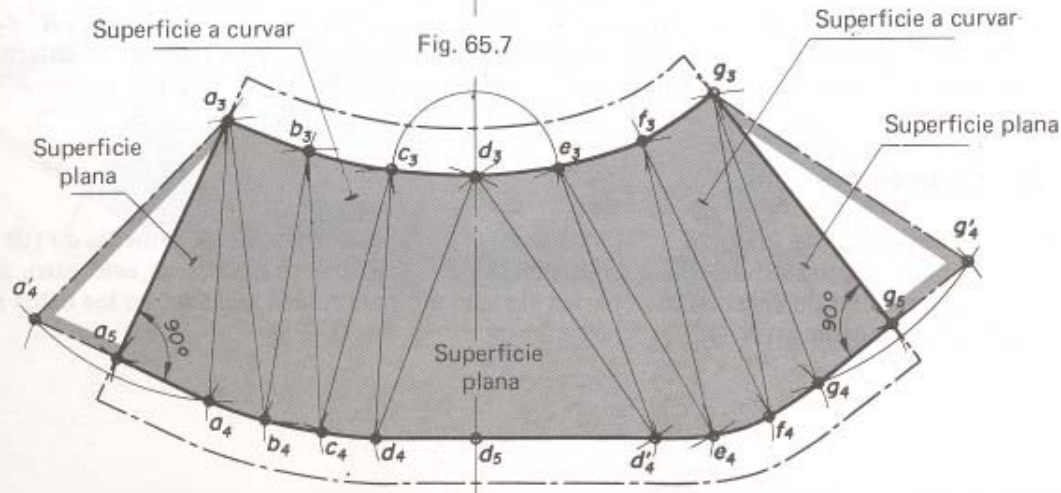


Fig. 65.7

27. Cuerpo especial de bases (bocas) circular y rectangular paralelas

Este cuerpo (figs. 66.7 y 67.7 es similar al del número 9, pág. 137 (fig. 32.5) siendo simétrico con relación al eje $a_1 i_1$, y está formado por cuatro superficies triangulares y otras tantas curvadas; su forma puede ser variada, indicándose en las vistas en planta, figs. 66.7/a, b, c y de, varias disposiciones, siendo para todas ellas de aplicación lo que seguidamente se expone.

Determinación de magnitudes

Se divide cada parte desigual de la proyección en planta (dos en la fig. 66.7) en el número de partes iguales conveniente (4 por ejemplo) y los puntos de división $a, b, \dots e$ y $e, f, \dots i$ se unen con los vértices respectivos V_1 y V_2 .

Trazadas dos rectas perpendiculares por cada cuadrante desigual, sobre una de las verticales (fig. 68.7) a partir del punto de intersección P_1 , se lleva la longitud $P_1 v_2$ igual a la altura del cuerpo, y sobre la otra recta, también a partir de P_1 se llevan las longitudes $P_1 a', P_1 b', \dots P_1 e'$ y $P_1 a''$ respectivamente iguales a las $V_1 a, V_1 b, \dots V_1 e$ y $R e$ (de la fig. 66.7), obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) relativas a estas rectas; sobre las otras perpendiculares (fig. 69.7) se llevará la altura del cuerpo $P_2 v_4$ y las longitudes $P_2 e', P_2 f', \dots P_2 i'$ y $P_2 i''$ respectivamente iguales a las $V_2 e, V_2 f, \dots V_2 i$ e $i i_1$, obteniéndose también las magnitudes (hipotenusas) propuestas, correspondientes al segundo cuadrante.

Desarrollo del cuerpo

Sobre una recta (fig. 70.7) se lleva la longitud $V_5 V_6$ igual a la $V_1 V_2$ (de la fig. 66.7) y a partir de V_5 con un radio igual a $v_3 e'$ se describe un arco que será cortado en e_2 por otro arco de radio $v_4 e'$ trazado desde V_6 ; a continuación, desde V_5 se describirán arcos de radios iguales a $v_3 d', v_3 c', \dots v_3 a'$, que serán cortados respectivamente en $d_2, c_2, \dots a_2$ por otros arcos de radio igual a $a b$ (de la fig. 69.9) trazados desde $e_2, d_2, \dots b_2$.

Desde V_5 y a_2 con radios respectivamente iguales a $V_1 a_1$ (de la fig. 66.7) y $v_2 a''$, se trazarán arcos que se cortarán en el punto a_3 ; uniendo por medio de rectas el punto a_3 con los V_5 y a_2 , y por medio de una curva continua los $a_2, b_2, \dots e_2$, se completa el trazado del desarrollo de uno de los cuadrantes (también limitado por la recta $R' e_2$). El trazado del desarrollo del otro cuadrante se efectuará en forma análoga al anterior, utilizando radios de longitud igual a $v_4 f', v_4 g', \dots v_4 i'$, y los $V_2 i_1$ y $v_4 i''$.

28. Comprobación

El desarrollo de la curva $a_2 i_2$ será igual al de la semicircunferencia media $a i$ (de la fig. 66.7); si resulta diferencia, ésta se dividirá en ocho partes iguales en este caso, aumentando en una de estas octavas partes el radio $a b$ para nuevo trazado; en los otros radios no es admisible error.

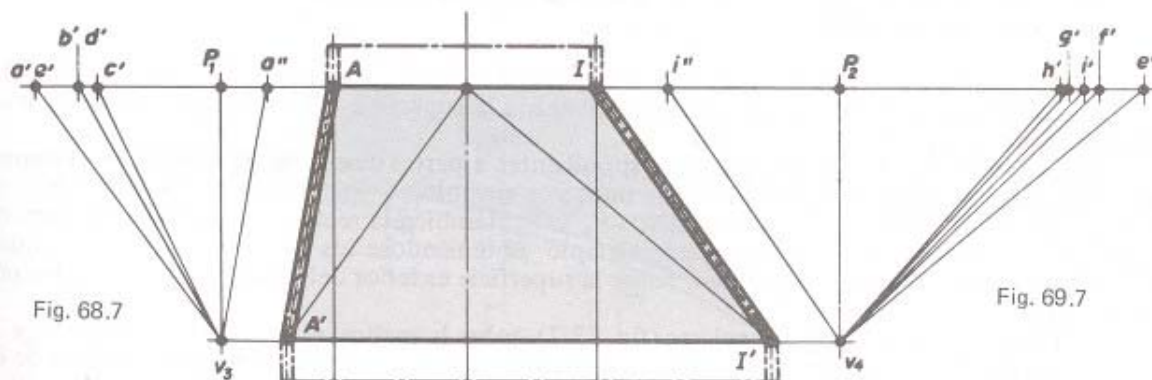


Fig. 68.7

Fig. 69.7

Fig. 67.7

Fig. 66.7/a

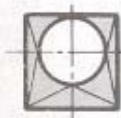


Fig. 66.7/b

Fig. 66.7/c

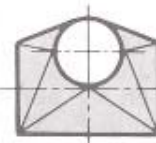
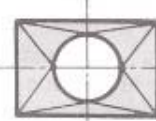


Fig. 66.7/d

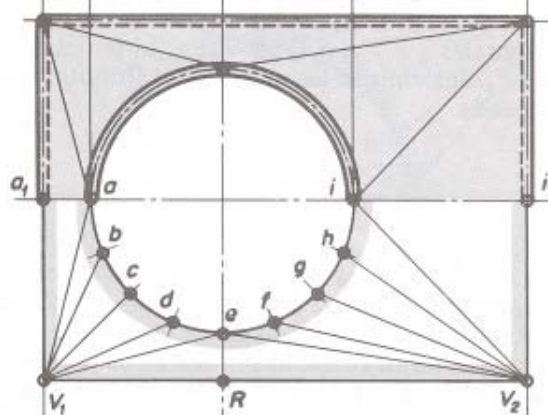


Fig. 66.7

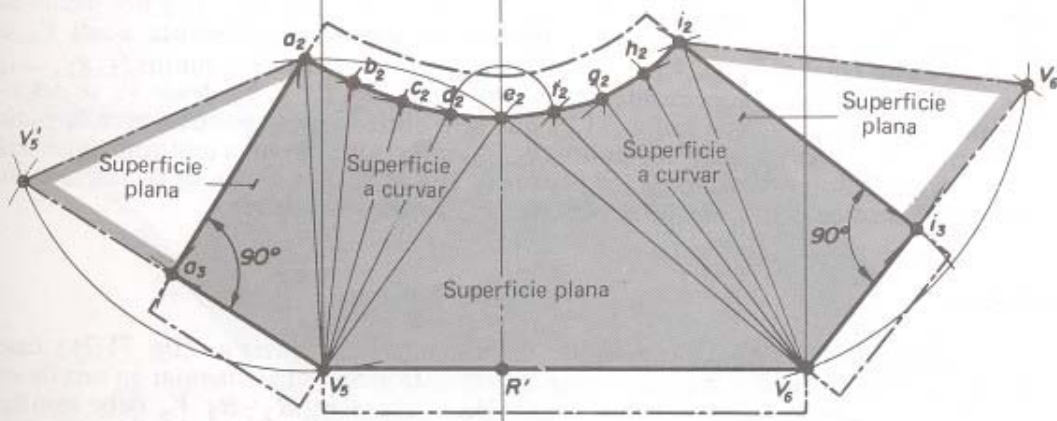


Fig. 70.7

29. Intersección de un cuerpo especial de base superior (boca) circular, con una superficie cilíndrica

Para determinar las dimensiones, las representaciones horizontal (fig. 71.7) y vertical (fig. 72.7) no ofrecen dificultad, y en el cuerpo resulta alabeada la superficie V_1 e V_2 , siendo simétrico con relación al eje $a_1 i_1$.

Cada uno de los dos cuadrantes correspondientes a partes desiguales se dividirá en el número de partes iguales conveniente (cuatro cada uno, por ejemplo), y los puntos de división $a, b, \dots e$ y $e, f, \dots i$ se unirán con los vértices respectivos V_1 y V_2 ; también la recta $V_1 V_2$ se dividirá en partes iguales, $V_1 R$ en dos y $R V_2$ en tres, por ejemplo, obteniéndose los puntos $V_1, Q, \dots V_2$, que al proyectarlos verticalmente determinan, sobre la superficie exterior del cilindro (fig. 72.7), los puntos $V_3, Q_1, \dots V_4$.

Trazadas dos rectas perpendiculares (fig. 73.7), sobre la vertical se señalan los puntos P_1 y V_2 que limitan una longitud igual a la altura mínima del cuerpo, y sobre la horizontal, a partir de P_1 , se llevan las longitudes $P_1 a', P_1 b', \dots P_1 e'$ y $P_1 a'$ respectivamente iguales a $V_1 a, V_1 b, \dots V_1 e$, y a a_1 (de la fig. 71.7), obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) correspondientes; trazadas otras dos perpendiculares (fig. 74.7), sobre la vertical se señalan los puntos P_2 y V_4 , límites de una recta cuya longitud es igual a la altura máxima del cuerpo, y sobre la horizontal se llevan las longitudes $P_2 e', P_2 f', \dots P_2 i'$ y $P_2 i''$ respectivamente iguales a las $V_2 e, V_2 f, \dots V_2 i$ e i_1 (de la fig. 71.7), obteniéndose las magnitudes (hipotenusas) que se han de utilizar para el trazado del desarrollo. Sobre la vertical $P_2 V_4$ se proyectan, perpendicularmente, los puntos $V_3, Q_1, \dots V_4$, y a partir del punto de intersección con aquella vertical, se llevan las magnitudes respectivas $V_3' V_1', Q_1' Q', R_1' R', \dots V_4' V_2'$ respectivamente iguales a $e V_1, e Q' \dots e V_2$, obteniéndose los puntos V_1', Q', R', V_2' , que al unirlos con el vértice P_2 determinan las magnitudes (hipotenusas) precisas para el trazado de la superficie triangular alabeada.

Desarrollo del cuerpo

Sobre una recta (fig. 75.7) se lleva la longitud $e_2 R_2$ igual a la $P_2 R'$ de la figura 74.7, y desde e_2 se describe un arco de radio $P_2 Q'$ que será cortado en Q_2 por otro arco de radio $R_1 Q_1$ (de la fig. 72.7) descrito desde R_3 ; nuevamente desde e_2 se describirá un arco de radio $P_2 V_1'$ que será cortado en V_5 por otro arco de radio $Q_1 V_2$ trazado desde Q_2 . Desde e_2 se describirán nuevos arcos de radio $P_2 S', P_2 T', P_2 V_2'$, que serán cortados por los arcos correspondientes $R_1 S_1, S_1 T_1, T_1 V_4$ trazados sucesivamente desde R_2, S_2, T_2 , obteniéndose los puntos S_2, T_3, V_6 , que se unirán por medio de una curva continua con los puntos R_2, Q_2, V_5 obtenidos anteriormente.

Desde V_5 con radios iguales a $V_3 a', V_3 b', \dots V_3 d'$ se describirán arcos que serán cortados en los puntos $d_2, c_2, \dots a_2$ por otros de radio $e d$, sucesivamente descritos desde $e_2, d_2, \dots b_2$; desde a_2 se describirá un arco de radio $V_2 a''$ que será cortado en a_3 por otro arco de radio $V_1 a_1$ (de la fig. 71.7) descrito en V_5 . Uniendo por medio de rectas los puntos $V_5 a_3$ y $a_3 a_2$, y por medio de una curva continua los $a_2, b_2, \dots e_2$, se completa el trazado de esta parte. Finalmente, desde V_6 se describirán arcos de radio igual a $V_4 f', V_4 g', \dots V_4 i'$, que se cortarán en los puntos $f_2, g_2, \dots i_2$ por otros arcos de radio $e d$ (o $e f$) sucesivamente descritos desde $e_2, f_3, \dots h_2$; desde V_6 se describirá un arco de radio igual a $V_2 i_1$ (de la fig. 71.7) que será cortado en i_3 por otro arco de radio igual a $V_4 i''$ descrito desde i_2 . Uniendo los puntos $e_2, f_2, \dots i_2$ por una curva uniforme (que será continuación de la trazada anteriormente) y los puntos $i_2 i_3$ e $i_3 V_6$ por medio de rectas, se completará el desarrollo de medio cuerpo, siendo el otro medio simétrico al trazado.

30. Comprobación

La curva $a_2 i_2$ debe resultar igual al desarrollo de la semicircunferencia $a i$ (fig. 71.7) y caso de hallarse diferencia, ésta se dividirá en 8 partes iguales en este caso, para aumentar en una de estas partes el radio d e al efectuar nuevo trazado; también la curva $V_5 R_2 - R_2 V_6$ debe resultar igual a la $V_3 R_1 - R_1 V_4$, y caso de que también resulte error, éste se dividirá en 2 y 3 partes iguales para aumentar en cada una de estas partes los radios respectivos $R_1 Q_1 - Q_1 V_3$ y $R_1 S_1, S' T_1, T_1 V_4$.

Fig. 74.7

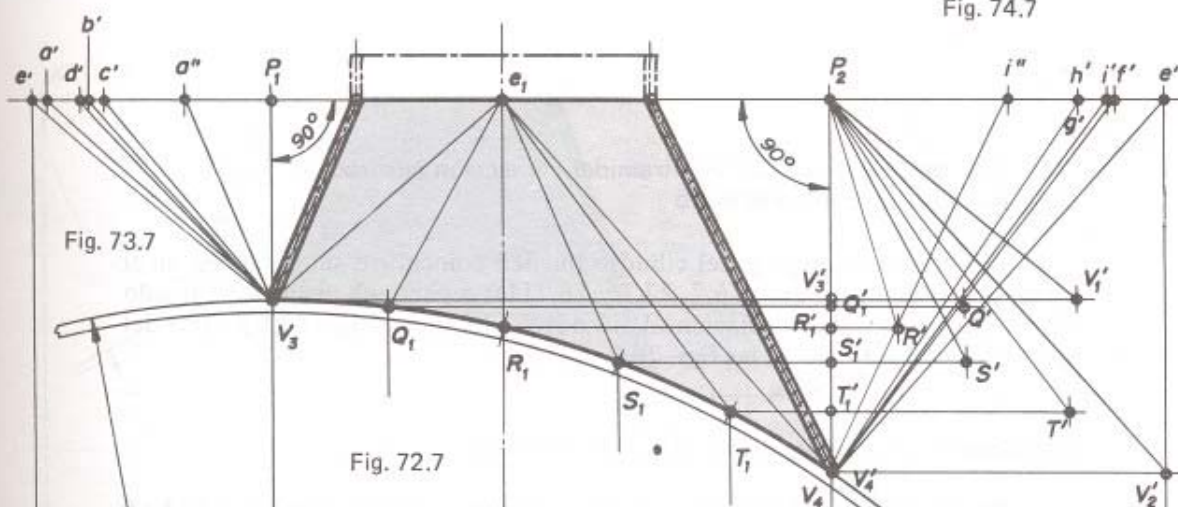


Fig. 72.7

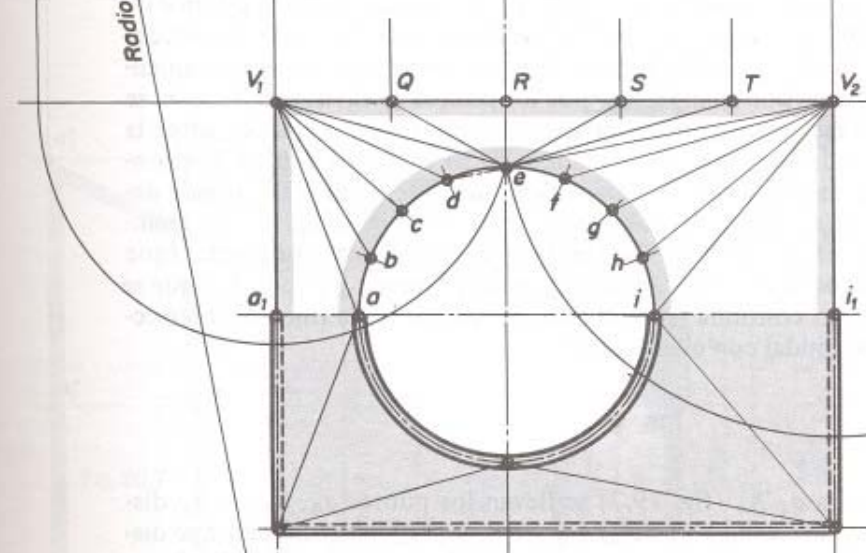


Fig. 71.7

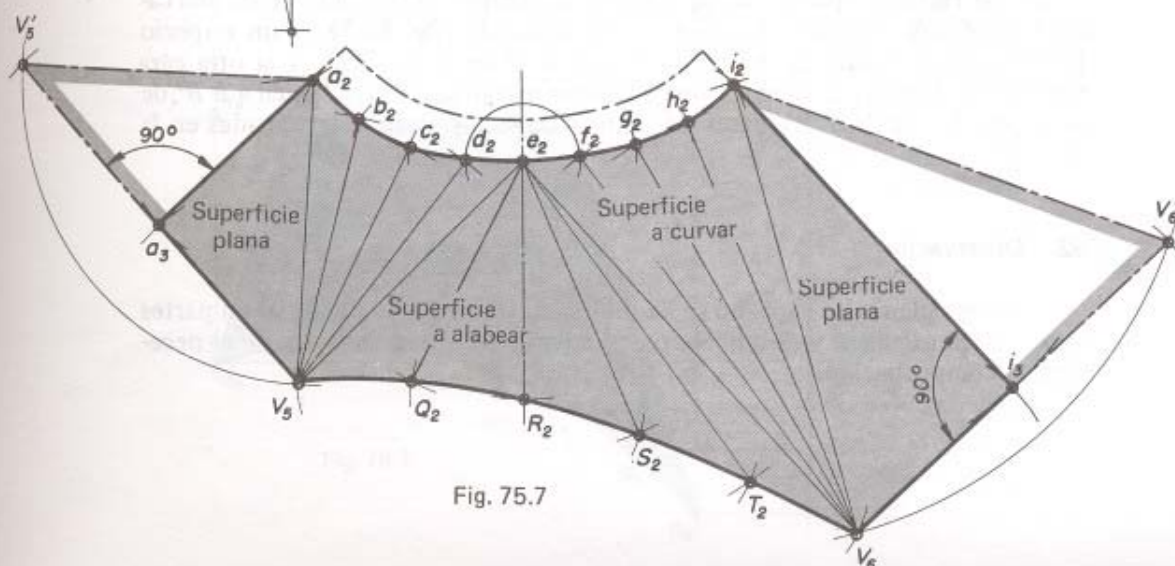


Fig. 75.7

31. Intersección de un cuerpo piramidal, de sección cuadrada o rectangular, con un cilindro

Los ejes del cuerpo y del cilindro pueden coincidir o ser paralelos; en el caso que se presenta (figs. 76.7, 77.7 y 78.7) los separa una distancia t , siendo el cuerpo simétrico con relación al eje $A_1 B_1$. La inclinación de las caras del cuerpo queda definida en las figs. 76.7 y 77.7.

Representación de la planta (fig. 78.7) y determinación de dimensiones

Representadas las figs. 76.7 y 77.7, se proyectan los puntos A' , A , B y B' sobre la horizontal (eje de la planta), en la que determinan los puntos A_1' , A_1 , B_1 y B_1' y seguidamente se traza la proyección de la línea interior de la base o boca superior, limitada por los puntos b , f , f' y b' . Las longitudes $A_1' A_1$, $A_1 B_1$ y $B_1 B_1'$ se dividirán en el número de partes iguales conveniente (una, cuatro y dos, por ejemplo), y por los puntos de división a , b , ... h , se trazan paralelas al eje vertical que determinan los puntos a_1 , b_1 , ... h_1 sobre la superficie superior del cilindro, proyectándose a su vez estos puntos, horizontalmente, sobre la cara interior del cuerpo piramidal de la fig. 77.7, donde determinan los puntos a_2 , b_2 , ... h_2 sobre el eje horizontal de la fig. 78.7 y girándolos 90° , por su intersección con las líneas de división correspondientes (que pasan por los puntos a , b , ... h), se obtienen los puntos a_3 , b_3 , ... h_3 , que se unirán por una curva continua (proyección horizontal de la línea de intersección del cuerpo piramidal con el cilindro).

Trazado de las caras

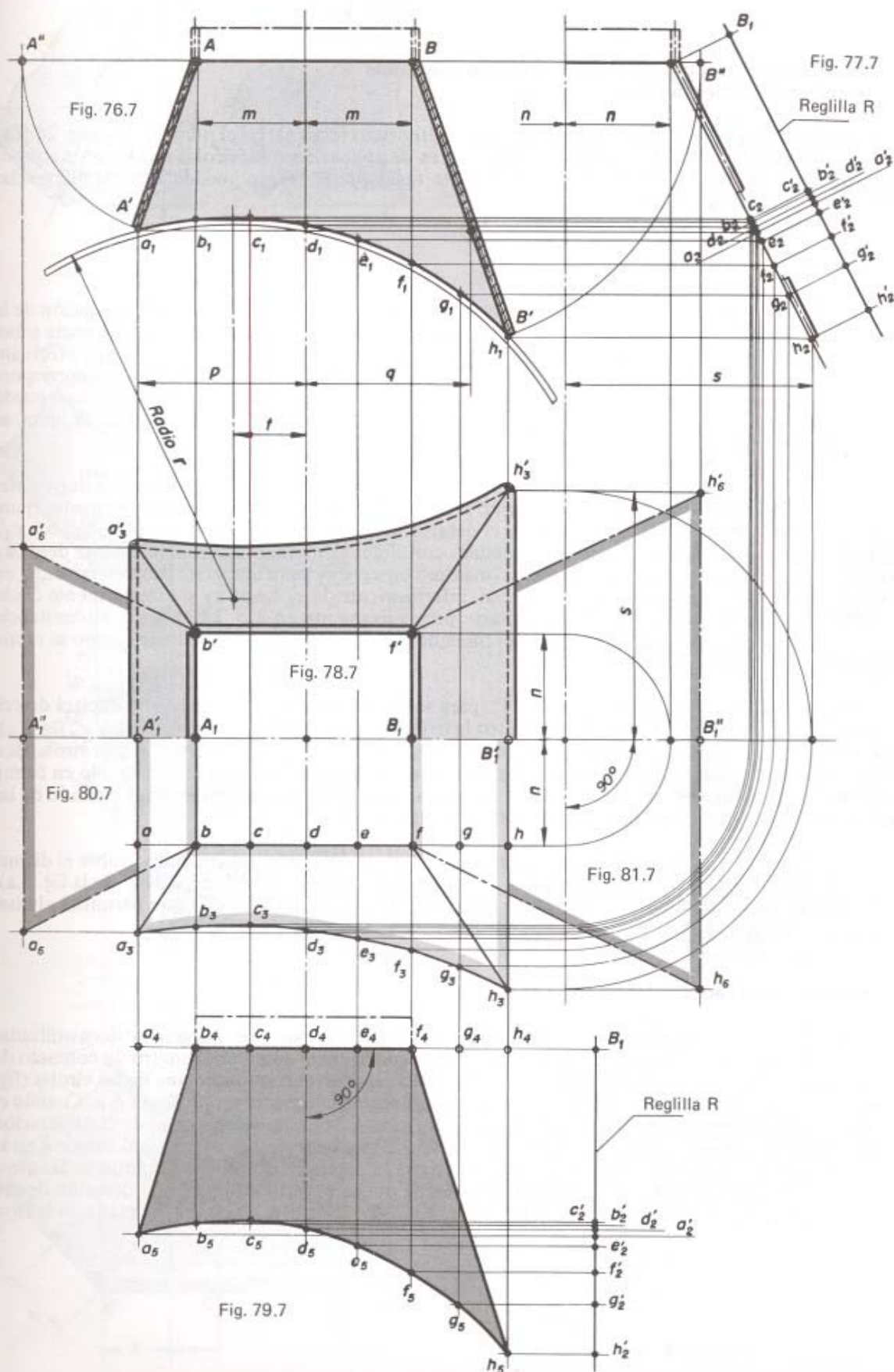
Sobre una recta $a_4 h_4$ (fig. 79.7) se llevan los puntos a_4 , b_4 , ... h_4 distanciados igual que los a , b , ... h de la fig. 78.7, y perpendicularmente se disponen los puntos B_1 , a_2' , b_2' , ... h_2' tomados de la fig. 77.7) (Reglilla R), y trazando por ellos paralelas a la recta $a_4 h_4$, por la intersección con las perpendiculares que pasan por los puntos a_4 , b_4 , ... h_4 , se obtienen respectivamente los puntos a_5 , b_5 , ... h_5 , que se unirán por una curva continua; uniendo por medio de rectas los puntos $b_4 a_5$ y $f_4 h_5$, se completa el trazado de las dos caras laterales (simétricas). La cara lateral izquierda (fig. 80.7), es un trapecio isósceles cuya altura $A_1 A_1''$ es igual a la $A A'$ de la fig. 76.7, y la otra cara (fig. 81.7), también trapecio isósceles, tiene por altura $B_1 B_1''$ igual a $B B'$ de la misma figura 76.7 las bases de ambos trapecios están determinadas en la fig. 78.7.

32. Observación

Por ser planas las caras no se ha precisado triangular al dividir las en partes más o menos iguales, y siendo el procedimiento de trazado exacto, no es necesaria la comprobación.

**CUERPO ESPECIAL RECTANGULAR PARA
 INJERTO SOBRE UN CILINDRO. EJES
 PARALELOS**

Cuerpos de bocas circular y rectangular



Apéndice	ENLACES DE VIOLAS UNIONES SOLDADAS Y REMACHADAS	Consideraciones generales
1. Consideraciones sobre los enlaces de virolas cilíndricas seccionadas oblicuamente Al estudiar el desarrollo de los tubos curvos cilíndricos (codos), en el número 11, pág. 28 (fig. 16.2) se ha considerado el proceso a seguir, que es de aplicación para virolas de chapa de espesor medio, pero para grandes espesores es conveniente tener presente que pueden resultar diferencias apreciables en los desarrollos. 2. Enlaces soldados En el codo de la figura 1.a, parcial de representado en la fig. 16.2, para la determinación de la longitud de las generatrices consideradas en el trazado, se ha descrito una semicircunferencia sobre el diámetro medio del tubo, tal como corresponde a virolas de chapa con espesor medio, efectuándose el trazado del desarrollo (fig. 2.a, parcial de la 17.2) para generatrices de longitud correspondiente a la sección media, que pueden resultar con diferencias por defecto o exceso, como puede apreciarse en la fig. 3.a (valores de k), por lo que, según el detalle de la soldadura de la junta, se procederá como sigue. Si la junta se dispone con cordón en X (grandes espesores) y se puede soldar interior y exteriormente, el trazado se realizará describiendo la semicircunferencia sobre el diámetro medio (puntos de división a, b, c, d y e), obteniéndose el desarrollo limitado por la curva continua a_2', b_2', c_2', d_2' y e_2'. La virola, después de curvada, quedará con defecto de material, exteriormente desde a_2 hasta c_2 e interiormente desde c_2 hasta e_2 (máximo en a_2 y e_2 para anularse, progresivamente, en c_2); también resultará con exceso de material, interiormente de a_2 hasta c_2 y exteriormente desde c_2 hasta e_2 (máximo en a_2 y e_2, para anularse progresivamente en c_2). La indicada circunstancia de defecto y exceso de material, permitirá el biselado de las virolas, que se efectuará como se representa en el detalle de la figura 4.a. Disponiendo la junta con cordón en V (para soldadura exterior), el trazado se iniciará describiendo la semicircunferencia sobre el diámetro interior (puntos de división a', b', c', d' y e', fig. 3.a), obteniéndose el desarrollo limitado por la curva continua $a_2'', b_2'', c_2'', d_2''$ y e_2'', y la virola, después de curvada, quedará con defecto de material desde a'' hasta c'' (donde se ha anulado en forma progresiva), y con exceso desde c'' hasta e'' (máxima en este punto), permitiendo el biselado de las virolas, que puede quedar como se representa en la figura 5.a. Finalmente, si las virolas han de ajustarse (fig. 3.a), se describirá un cuadrante sobre el diámetro exterior y otro sobre el diámetro interior (puntos de división a'', b'', c'', d'' y e'' de la fig. 3.a), obteniéndose un desarrollo limitado por los puntos $a_3''', b_3''', c_3''', d_3'''$ y e_3''', que permitirá el biselado de las virolas en forma ajustada según el detalle que se aprecia en la fig. 3.a. 3. Enlaces remachados En el codo de la figura 6.a, para la determinación de la longitud de las generatrices utilizadas en el trazado del desarrollo, se ha descrito la semicircunferencia sobre el diámetro de contacto de las virolas (exterior de una e interior de la otra), efectuándose el trazado de una de las virolas (fig. 7.a), que permite el plegado del borde de las mismas según se aprecia en la figura 6.a. Cuando el espesor de la chapa es grande, procediendo según la figura 6.a resultan diferencias de consideración en la longitud de las generatrices auxiliares del trazado, por defecto y por exceso (valores de k en la fig. 8.a), y para evitar estas diferencias, debe efectuarse la determinación de la longitud de las generatrices independientemente para cada virola, obteniéndose el resultado práctico deseable describiendo las semicircunferencias sobre el diámetro medio de cada virola, como se detalla en la figura 8.a.		

Fig. 4.a

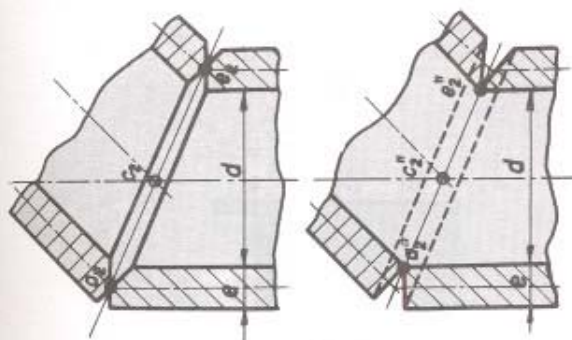


Fig. 5.a

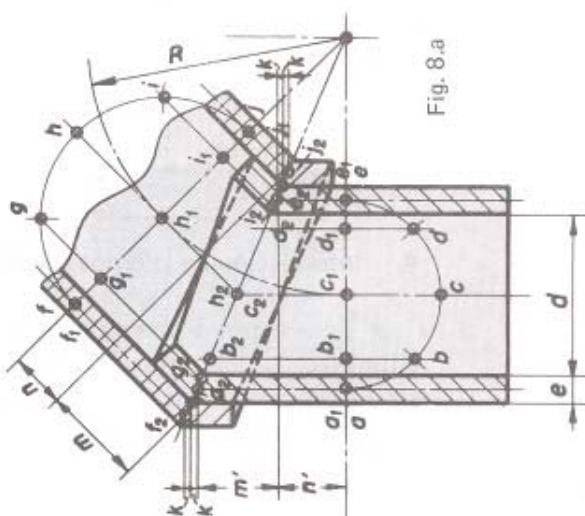


Fig. 8.a

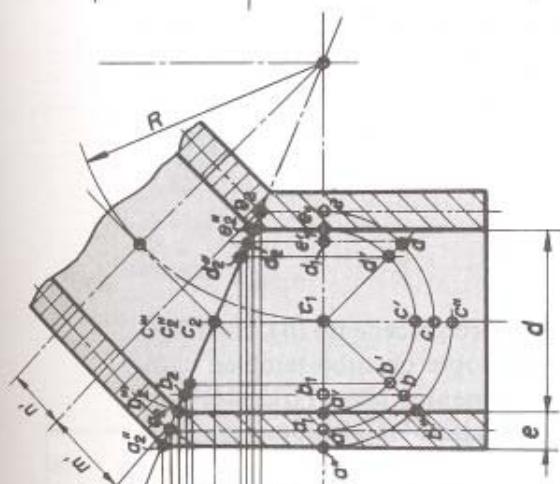


Fig. 3.a

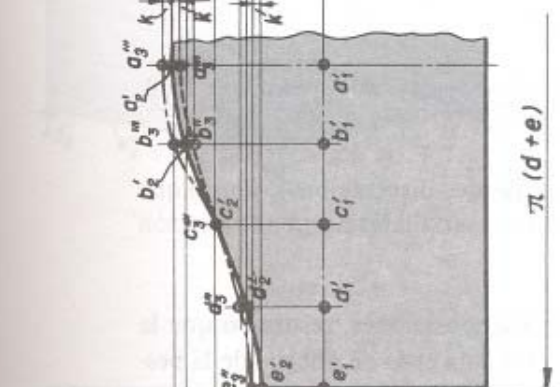


Fig. 2.a

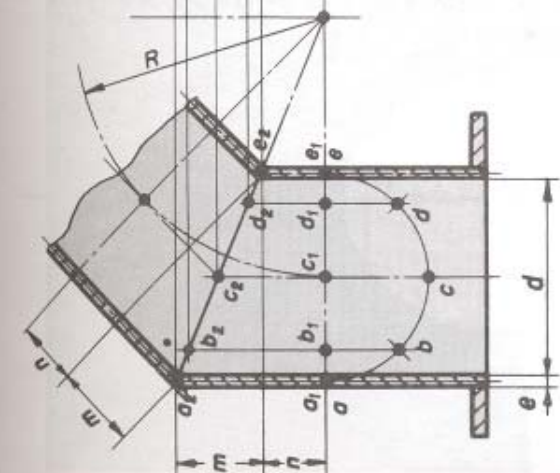


Fig. 1.a

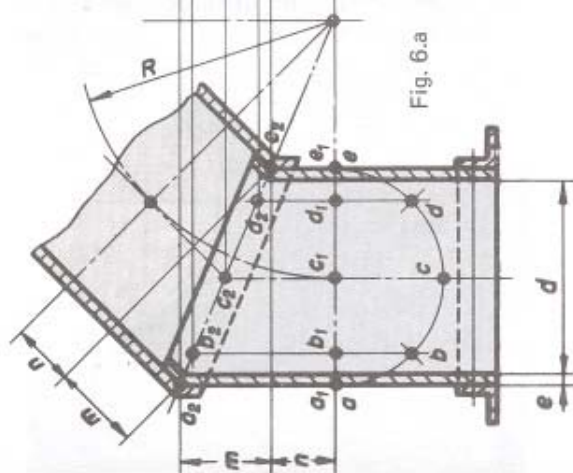


Fig. 6.a

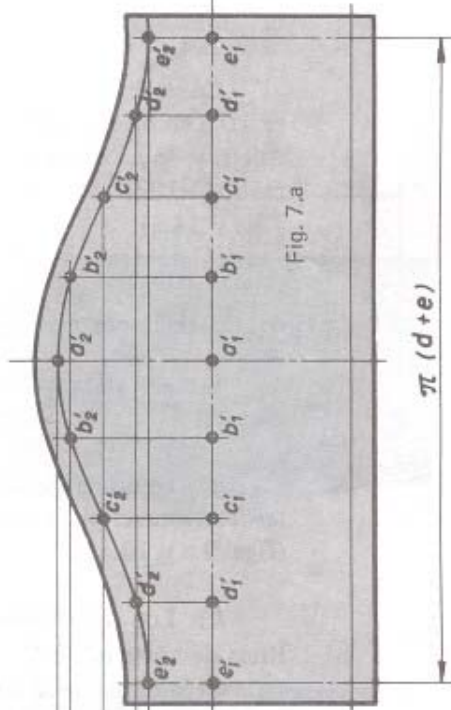


Fig. 7.a

Apéndice	INTERSECCION Y DESARROLLO DE INJERTOS SOLDADOS Y REMACHADOS	Consideraciones generales
	4. Intersección de cuerpos soldados En la figura 9.a se representa un injerto cilíndrico sobre un tubo también cilíndrico; la determinación de los elementos precisos para el trazado del desarrollo del injerto (fig. 11.a) y trazado del agujero en la chapa del cilindro (fig. 12.a), no ofrece dificultad alguna, y se efectuará como se expone en el número 7, pág. 60 y siguientes. 5. Intersección de cuerpos y remachados Considerando el mismo caso que el del número precedente (4), en la figura 10.a se ha representado un injerto cilíndrico sobre un tubo también cilíndrico, y se ha efectuado la determinación de elementos para el trazado, desarrollo del injerto y trazado del agujero para el injerto en el tubo (figs. 10.a, 13.a y 14.a). 6. Variaciones según el sistema de enlace Comparando ambas disposiciones, soldada y remachada, se aprecia fácilmente: a) La línea de contacto es la misma en las dos disposiciones, por lo que la determinación de la longitud de las generatrices auxiliares no tiene variación (figs. 9.a y 10.a). b) Los desarrollos son iguales en ambas disposiciones, resultado que la línea de corte $a_2', b_2', \dots d_2'$ de la disposición soldada es la de pliegue de la pestaña en la remachada (figs. 11.a y 13.a). c) En el agujero para el injerto en el tubo, la línea de corte de la disposición soldada, es la de intersección en la remachada (figs. 12.a y 14.a).	

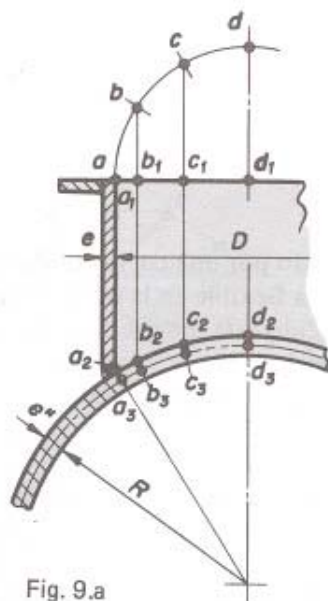


Fig. 9.a

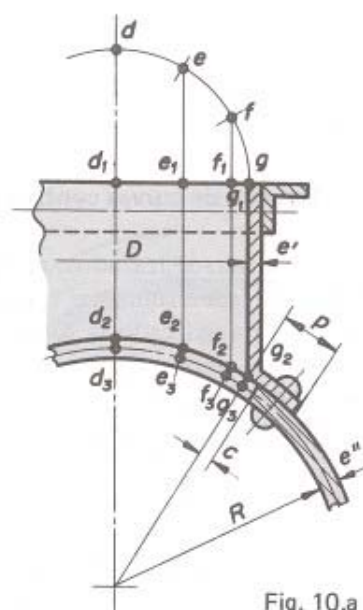


Fig. 10.a

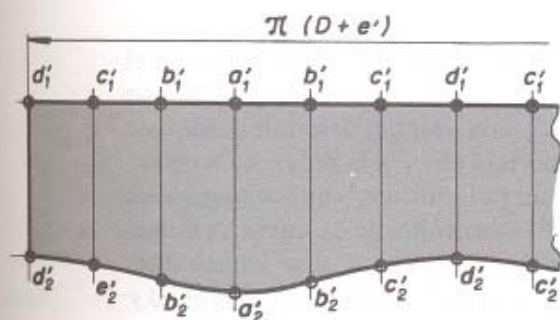


Fig. 11.a

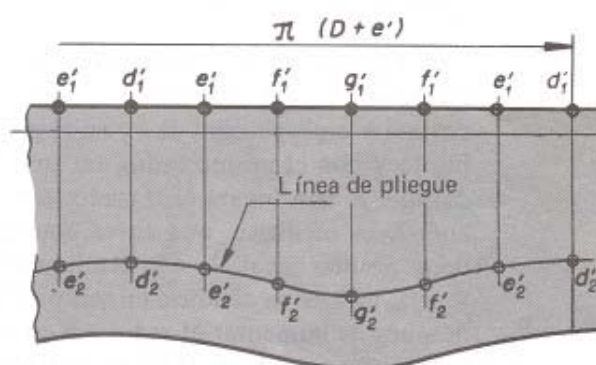


Fig. 13.a

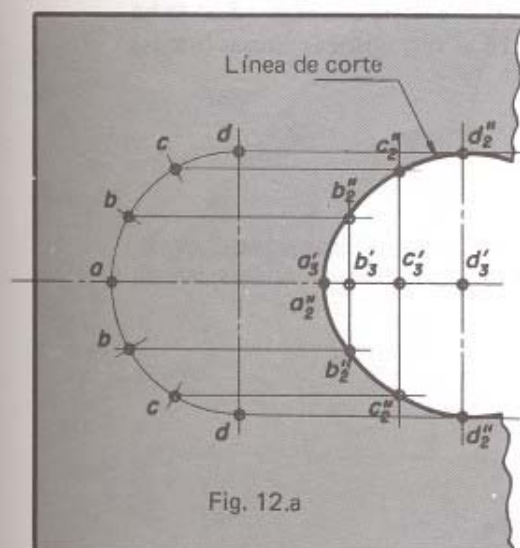


Fig. 12.a

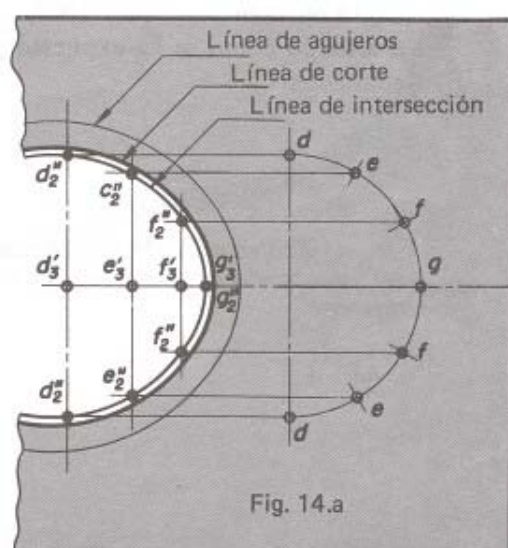


Fig. 14.a

7. Trazado de curvas continuas de desarrollo

En diversos trazados, el desarrollo se ha limitado por una curva continua de longitud determinada, trazada mediante una regla flexible en la que previamente se ha marcado la longitud de la curva y dividido esta longitud en cierto número de partes iguales, y después se ha flexado la regla de modo que los puntos de división coincidan con rectas o arcos que se habían trazado primeramente; estas curvas también pueden trazarse por puntos.

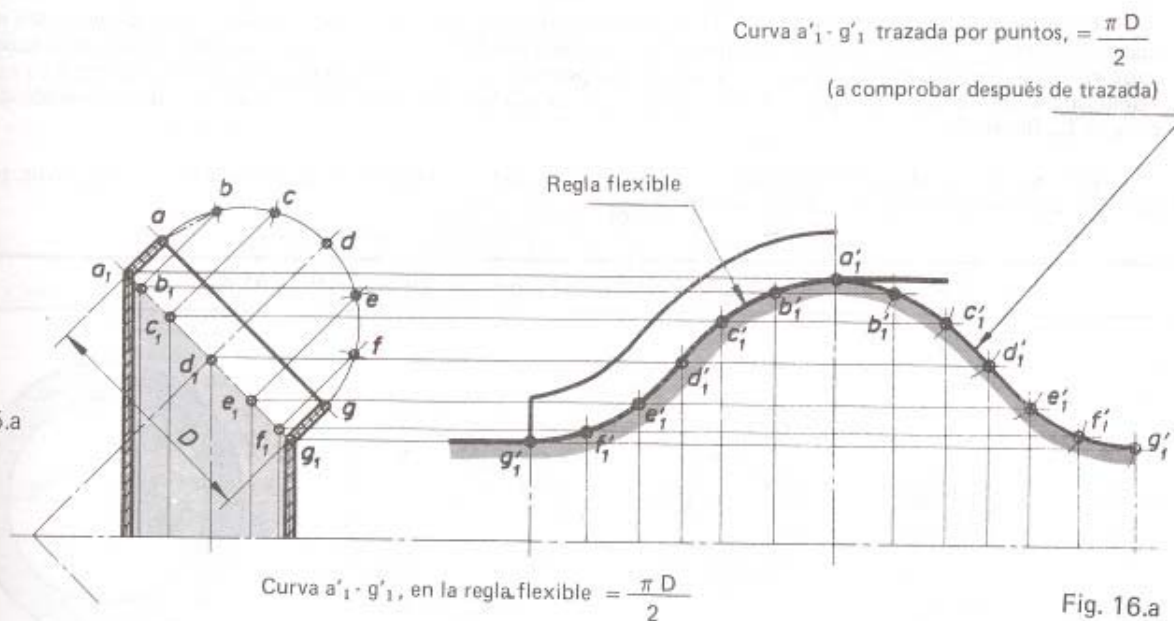
En la figura 15.a se ha representado una parte del tubo especial de bocas circulares (núms. 21 a 24, págs. 38 a 41), cuyo desarrollo está limitado por una curva continua que se trazará por medio de una regla flexible en la que una longitud igual al desarrollo de la circunferencia media $a, \dots g$ se ha dividido en seis partes iguales (como la semicircunferencia), y después se ha flexado de forma que los puntos de división $a_1', b_1', \dots g_1'$ coincidan con las proyecciones de los puntos $a_1, b_1, \dots g_1$ de la figura 16.a⁽¹⁾.

El trazado de la curva también se puede efectuar describiendo desde el punto a_1' (fig. 16.a) un arco de radio igual a la cuerda ab (de la fig. 15.a) que cortará a la proyección de b_1 en el punto b_1' , para después describir desde este punto y con el mismo radio, un arco que cortará en c_1' a la proyección de c_1 , del que se continuará el trazado hasta obtener el punto g_1' que se unirá a los anteriores mediante una curva continua. El desarrollo de la curva continua debe resultar igual al de la semicircunferencia (fig. 15.a), y si se hallase diferencia, ésta debe dividirse en seis partes iguales (como la semicircunferencia) y después de aumentar el radio ab en una de estas pequeñas sextas partes, efectuar nuevo trazado de la curva a partir del punto a_1' .

En la curva considerada, las proyecciones auxiliares trazadas por los puntos $a_1, b_1, \dots g_1$ son rectas, pudiendo ser estas líneas auxiliares curvas. En el desarrollo del cono oblicuo de base circular de la figura 17.a (igual que el estudiado en el núm. 2, pág. 100), el trazado de la curva continua (fig. 18.a) se ha efectuado como se ha expuesto para la figura 16.a, sobre líneas curvas (arcos) auxiliares.

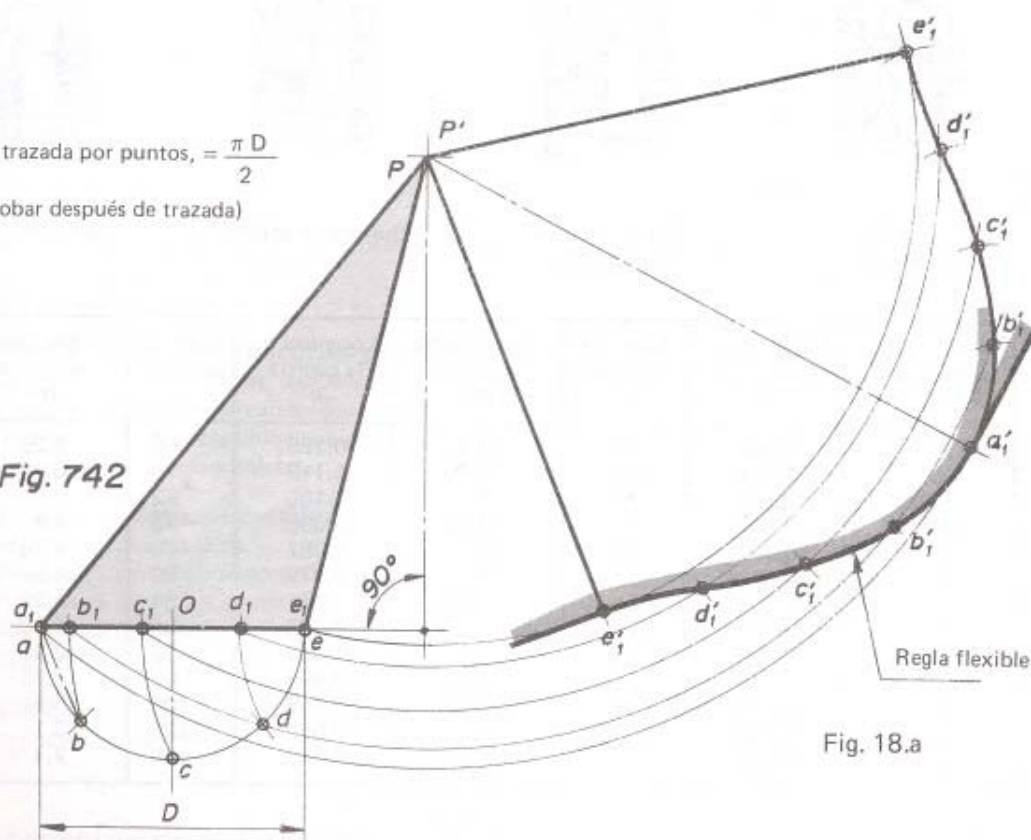
⁽¹⁾Existen reglas flexibles, generalmente de material sintético con alma metálica (plomo), que se adaptan con facilidad a formas diversas y pueden utilizarse continuamente sin romperse.

Fig. 15.a



Curva $a'_1 - e'_1$ trazada por puntos, $= \frac{\pi D}{2}$
(a comprobar después de trazada)

Fig. 742



Curva $e'_1 - a'_1$, en la regla flexible $= \frac{\pi D}{2}$

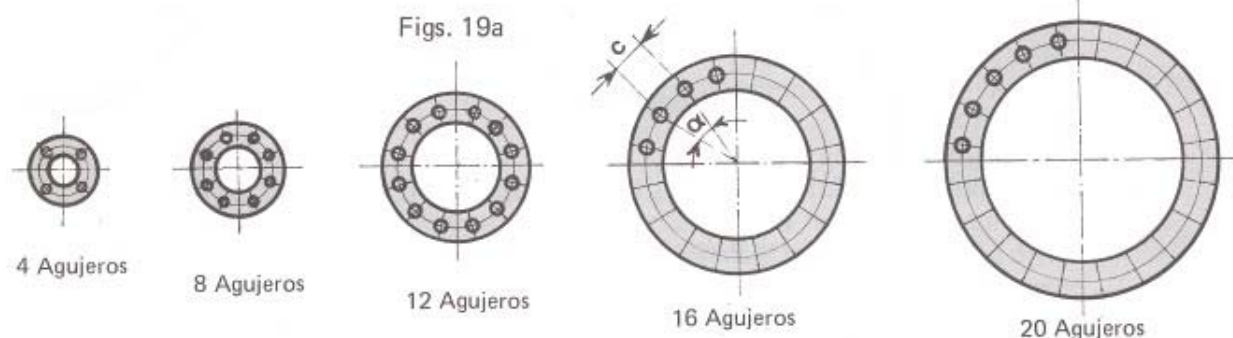
Apéndice	AGUJEROS EN BRIDAS Y DISPOSICION DE JUNTAS	Consideraciones generales
----------	---	------------------------------

8. Bridas y juntas

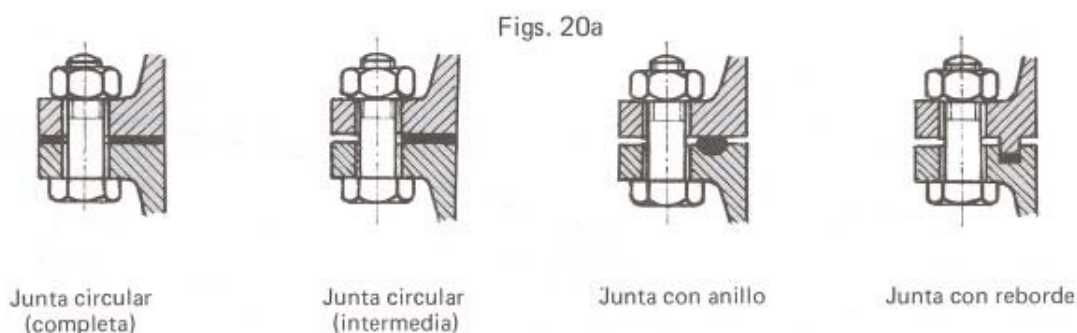
En la unión de tuberías por medio de bridas, generalmente se considerarán los diámetros y dimensiones normalizados (libro cuarto de "Técnica del dibujo"); la disposición de los agujeros para unión atornillada debe hacerse conforme se representa en las figuras 19.a, en las que por razones de resistencia (a la flexión) los agujeros no están dispuestos sobre los ejes principales. En las juntas estancas se adoptará la disposición más conveniente, señalándose estas en las figuras 20.a.

Para el trazado de los ejes de agujeros, según su número y el diámetro de la circunferencia de agujeros, pueden utilizarse los valores que más abajo se exponen.

BRIDAS.— DISPOSICION DE AGUJEROS PARA UNION ATORNILLADA



DISPOSICION DE JUNTAS PARA BRIDAS (BAJA Y MEDIA PRESION)



Núm. de agujeros n	Angulo entre agujeros α°	Longitud de la cuerda c	Núm. de agujeros n	Angulo entre agujeros α°	Longitud de la cuerda c	Núm. de agujeros n	Angulo entre agujeros α°	Longitud de la cuerda c
3	120	0,866	25	14,4	0,125	68	5,29	0,046
4	90	0,707	28	12,86	0,112	70	5,14	0,045
5	72	0,588	30	12	0,105	72	5	0,044
6	60	0,500	32	11,25	0,098	75	4,8	0,042
8	45	0,383	36	10	0,087	76	4,74	0,041
9	40	0,342	40	9	0,078	80	4,5	0,039
10	36	0,309	44	8,18	0,071	84	4,29	0,037
12	30	0,259	48	7,5	0,065	88	4,09	0,036
15	24	0,208	50	7,2	0,063	92	3,91	0,034
16	22,5	0,195	52	6,92	0,060	96	3,75	0,033
18	20	0,174	56	6,43	0,056	100	3,6	0,031
20	18	0,156	60	6	0,052	120	3	0,026
24	15	0,131	64	5,63	0,049	150	2,4	0,021

Aplicación

Datos para trazado de 24 agujeros en una brida con circunferencia de 800 mm ϕ . Trazados los ejes principales, se marcarán a partir de éstos y a uno y otro lado de los mismos, centros de agujeros, tomando como cuerdas $c' = 800 \times 0,065 = 52,0$ mm (se ha considerado como circunferencia de 48 agujeros); seguidamente se marcarán los centros con cuerdas $c = 800 \times 0,131 = 104,8$ mm.

INDICE

SUMARIO GENERAL	Página 7
---------------------------	-------------

SECCION PRIMERA TRAZADOS GEOMETRICOS Y TABLAS USUALES

CAPITULO I-1.— Trazados geométricos	
Rectas, perpendiculares y bisectrices	10
Valores angulares y lineales	11
Rectángulos, paralelas y arcos	12
Elipse y óvalo	14
Desarrollo del óvalo	15
CAPITULO I-2.— Tablas usuales	
Tabla 1 -2 Desarrollo de la elipse	15
Tabla 2 ₁ -2 Desarrollo de la circunferencia.— Diámetros 1 a 500	16
Tabla 2 ₂ -2 Desarrollo de la circunferencia.— Diámetros 501 a 1.000	17
Tabla 3 -2 Segmento circular.— Valores lineales.	18
Tabla 4-2 Peso de las chapas de acero	19
CAPITULO I-3.— Normas para la soldadura	20

SECCION SEGUNDA CUERPOS CILINDRICOS Y CONICOS, OVALES Y ELIPTICOS, Y ESFERICOS

CAPITULO II-1.— Cuerpos cilíndricos circulares	
Cuerpos cilíndricos circulares.	22
Sección plana del cilindro	23
Virola cilíndrica truncada	24
CAPITULO II-2.— Tubos curvos cilíndricos. Codos	
Tubos curvos cilíndricos. Líneas de intersección	26
Tubos curvos cilíndricos, codos (representación).	27
Desarrollo del codo	28
Tubos de enlace	29
Enlace de tubos cilíndricos del mismo diámetro situados en planos oblicuos	30
Tubería cilíndrica de eje helicoidal	32
Tubo curvo de eje elíptico.	34
CAPITULO II-3.— Tubos cilíndricos ovals y elípticos	
Cilindros ovalado y elípticos, rectos	36
Virola oblicua de bocas circulares paralelas.	38
Virola simétrica de bocas oblicuas circulares	39
Tubo especial de bocas paralelas.	40
CAPITULO II-4.— Cuerpos cónicos circulares	
Cuerpos cónicos circulares.	42
Virola cónica soldada o remachada	44
Virola cónica de vértice inaccesible	46
Virola cónica seccionada oblicuamente. Vértice accesible	50
Virola cónica seccionada oblicuamente. Vértice inaccesible	52
CAPITULO II-5.— Cuerpos esféricos	
Cuerpos esféricos (trazado)	54

SECCION TERCERA INTERSECCION DE CUERPOS CILINDRICOS, CONICOS Y ESFERICOS (INJERTOS)

CAPITULO III-1.— Intersección de cilindros y conos	
Intersección de cilindros y conos (líneas de intersección)	56
Intersección de tubos cilíndricos	58

	<i>Página</i>
CAPITULO III-2.— Injertos cilíndricos sobre cilindros	
Injerto de tubos cilíndricos. Ejes perpendiculares contenidos en el mismo plano	60
Injerto de tubos cilíndricos. Ejes oblicuos contenidos en el mismo plano	62
Injerto de tubos cilíndricos. Ejes perpendiculares contenidos en planos paralelos	64
Injerto de tubos cilíndricos. Ejes oblicuos contenidos en planos paralelos	65
CAPITULO III-3.— Injertos cilíndricos sobre conos	
Injerto de tubos cilíndrico y cónico. Ejes paralelos contenidos en el mismo plano	66
Injerto de tubos cilíndrico y cónico. Ejes perpendiculares contenidos en el mismo plano	67
Injerto de tubos cilíndrico y cónico. Ejes oblicuos contenidos en el mismo plano	70
Injerto de tubos cilíndrico y cónico. Ejes perpendiculares contenidos en planos paralelos	72
Injerto de tubos cilíndrico y cónico. Ejes oblicuos contenidos en planos paralelos	73
CAPITULO III-4.— Injertos cónicos sobre cilindros	
Injerto de tubos cónico y cilíndrico. Ejes perpendiculares contenidos en el mismo plano	74
Injerto de tubos cónico y cilíndrico. Ejes oblicuos contenidos en el mismo plano	76
Injerto de tubos cónico y cilíndrico. Ejes perpendiculares contenidos en planos paralelos	78
Injerto de tubos cónico y cilíndrico. Ejes oblicuos contenidos en planos paralelos	79
CAPITULO III-5.— Injertos cónicos sobre conos	
Injerto de tubos cónicos. Ejes paralelos contenidos en el mismo plano	80
Injerto de tubos cónicos. Ejes perpendiculares contenidos en el mismo plano	82
Injerto de tubos cónicos. Ejes perpendiculares contenidos en planos paralelos	84
Injerto de tubos cónicos. Ejes oblicuos contenidos en el mismo plano	86
Injerto de tubos cónicos. Ejes oblicuos contenidos en planos paralelos	88
CAPITULO III-6.— Injertos especiales	
Injerto de cilindros del mismo diámetro por medio de piezas intermedias. Ejes perpendiculares	90
Injerto rectangular sobre cilindros. Ejes perpendiculares contenidos en planos paralelos	92
CAPITULO III-7.— Injertos cilíndricos y cónicos sobre esferas	
Injerto cilíndrico sobre esfera. Los ejes de los dos cuerpos coinciden	94
Injerto cilíndrico sobre esfera. Los ejes de los dos cuerpos son paralelos	95
Injerto cónico sobre esfera. Los ejes de los dos cuerpos son paralelos	96
Injerto cónico sobre esfera. Los ejes de los dos cuerpos coinciden	98

SECCION CUARTA CUERPOS CÓNICOS OBLICUOS DE BOCAS CIRCULARES

CAPITULO IV-1.— Cuerpos cónicos oblicuos de bocas circulares	
Conos oblicuos de bocas circulares. Propiedades y desarrollo	100
CAPITULO IV-2.— Virolas cónicas oblicuas de bocas circulares	
Virola cónica oblicua de bocas circulares paralelas. Vértice accesible	102
Virola cónica oblicua de bocas circulares paralelas. Vértice inaccesible	104
Virola cónica oblicua de bocas circulares oblicuas. Vértice accesible	106
Virola cónica oblicua de bocas circulares oblicuas. Vértice inaccesible	108
Virolas cónicas oblicuas de bocas circulares paralelas y oblicuas. Vértice inaccesible	109
CAPITULO IV-3.— Bifurcaciones con conos oblicuos	
Bifurcación con virolas cónicas oblicuas. Tubo de bocas circulares paralelas	110
Bifurcación con virolas cónicas oblicuas. Tubo de bocas circulares oblicuas	112
CAPITULO IV-4.— Reductores curvos de bocas circulares	
Codo cónico de bocas circulares	114
CAPITULO IV-5.— Intersecciones cilíndrico-cónicas	
Tubo reductor cónico-cilíndrico. Bocas oblicuas circulares	116
Virola cónica para enlace de tubos cilíndricos de distinto diámetro y ejes paralelos	118
Virolas cónicas para bifurcación y enlace de tubos cilíndricos del mismo diámetro	120

SECCION QUINTA CUERPOS ESPECIALES

CAPITULO V-1.— Cuerpos de bocas circular y cuadrada o rectangular	
Enlace de un cuerpo cónico con otro rectangular de eje común	122
Enlace de un cuerpo cilíndrico con otro rectangular de eje común	124
Enlace de un cuerpo cónico con otro piramidal (tolva) de eje común	126
CAPITULO V-2.— Cuerpos de bocas circular y rectangular-circular	
Cuerpo especial de bocas circular y rectangular-circular	128
Cuerpo especial de bocas paralelas circular y ovalada	130

	<i>Página</i>
CAPITULO V-3.— Cuerpos de bocas circular y cuadrada o rectangular	
Cuerpo especial de bocas circular y cuadrada paralelas, de vértices redondeados	132
Cuerpo especial de bocas circular y cuadrada paralelas	134
Cuerpo especial de bocas circular y rectangular paralelas	135
Cuerpo especial de bocas circular y rectangular oblicuas	138

SECCION SEXTA CONDUCTOS PRISMATICOS, PIRAMIDALES (TOLVAS), Y HELICOIDAL

CAPITULO VI-1.— Conductos prismáticos	
Conductos prismáticos recto y oblicuo	140
Conducto prismático oblicuo	141
CAPITULO VI-2.— Conductos piramidales y tolvas	
Conducto piramidal regular	142
Conducto piramidal o tolva rectangular de bocas paralelas	144
Tolva cuadrangular oblicua de bocas paralelas	145
Tolva rectangular oblicua de bocas paralelas	146
CAPITULO VI-3.— Canal helicoidal	
Canal helicoidal	148

SECCION SEPTIMA TRAZADO POR TRIANGULACION

CAPITULO VII-1.— Conducto piramidal y cuerpos cónicos	
Desarrollo de un cuerpo piramidal por triangulación	150
Desarrollo de una virola cónica por triangulación	152
Desarrollo de una virola cónica truncada por triangulación	154
CAPITULO VII-2.— Cuerpos cónicos oblicuos	
Desarrollo de una virola cónica oblicua de bocas circulares paralelas	156
Desarrollo de una virola cónica oblicua de bocas circulares. Bocas oblicuas	158
Bifurcación con virolas cónicas oblicuas. Tubo de bocas circulares paralelas	160
Bifurcación con virolas cónicas oblicuas. Tubo de bocas circulares oblicuas	162
Virola y bifurcación cónica oblicua de bocas circulares, perpendiculares entre sí	164
CAPITULO VII-3.— Cuerpos elípticos y circulares elípticos	
Virola oblicua de bocas circulares paralelas. Sección elíptica	166
Cuerpo especial de bocas circular y rectangular-circular	168
Cuerpo especial de bocas circular y ovalada paralelas	170
Cuerpo especial de bocas circular y ovalada paralelas, simétrico o asimétrico	172
CAPITULO VII-4.— Cuerpos de bocas circular y rectangular	
Cuerpo especial de bocas circular y rectangular paralelas, simétrico o asimétrico	174
Cuerpo especial de bocas circular y rectangular paralelas	176
Cuerpo especial de boca circular para injerto sobre un cilindro. Ejes paralelos	178
Cuerpo especial de boca rectangular para injerto sobre un cilindro. Ejes paralelos	180
APENDICE.— Consideraciones generales	
Enlace de virolas. Uniones soldadas y remachadas	182
Intersección y desarrollo de injertos soldados y remachados	184
Trazado de curvas continuas con reglas flexibles	186
Agujeros en bridas y disposición de juntas	188