

1.ª parte



MANUAL
DE
TECNOLOGÍA MECÁNICA

POR EL
D. FÉLIX CONDE, S. S.



850

tit. 124205

DEF./861/1

CB. 342596

DEPOSITO



10000342596

BIBLIOTECA PROFESORAL VALESIANA

MANUAL

Tecnología Mecánica

MANUAL
DE
TECNOLOGIA MECANICA

Escritura: *[Faint text]*
para los alumnos de los Institutos Profesionales
Escritura con profesor de mecánica.



Editorial S. S. S. S. S.
Calle de la ...

R. - 2645

BIBLIOTECA PROFESIONAL SALESIANA

MANUAL
DE
Tecnología Mecánica

POR
FELIX CONDE, S. S.

Lecciones teórico-prácticas
para los alumnos de las Escuelas Profesionales.
ilustradas con profusión de grabados.

Segunda edición



Barcelona
LIBRERIA SALESIANA
Apartado 175

BIBLIOTECA PROVISIONAL SALESIANA

MANUAL

DE

Tecnología Mecánica

ES PROPIEDAD

TEMA COMPLETO

Contenido: Mecánica, Física, Matemáticas, etc.

Segunda edición



LIBRERIA SALESIANA

A mis queridos Alumnos:

¿A quién mejor que a vosotros puedo dedicar esta humilde obrita?

Para vosotros la he escrito, vosotros me la habéis inspirado; vosotros la habéis embellecido, ya que de vuestras manos han salido la mayor parte de los dibujos que la adornan. Recibidla, pues, como muestra del verdadero afecto de quien tanto se ha interesado por vuestro aprovechamiento.

Ella os recordará, cuando ya seáis mayores. los días venturosos pasados en el Colegio, vuestras pequeñas preocupaciones de niños, la vida pacífica del taller, los triunfos de vuestro trabajo, los ensueños del porvenir... Quiera el Señor que este recuerdo sea para vosotros fuente de dicha y a la par de generosas resoluciones, que El se digne premiar con éxito feliz.

Plan general de la obra

Dividimos la Tecnología Mecánica en tres partes, dedicando la *primera* al conocimiento general de los materiales empleados en las construcciones mecánicas y a su trabajo a mano en frío y en caliente; la *segunda* al trabajo de los metales mediante las máquinas herramientas, precedida de ligeras nociones sobre resistencia de materiales y seguida de un corto tratado sobre moldeo de máquinas; y la *tercera* comprenderá lo más indispensable sobre bombas y motores industriales.

IMPORTANTE: La enseñanza del ramo de MECANICA en nuestras Escuelas Profesionales está dividida en cinco cursos de dos semestres cada uno, según Programa detallado publicado aparte. El tomo presente responde por completo a la materia de los cursos primero y segundo.

Primera parte

Nociones sobre los materiales empleados en las construcciones mecánicas.

Trabajo a mano del hierro en frío y en caliente.





CAPITULO PRIMERO

GENERALIDADES

1. **Naturaleza.**—Llámase naturaleza al conjunto de los seres que nos rodean y agentes que sobre ellos actúan.

2. **Materia.**—Por materia se entiende todo lo que puede influir sobre alguno de nuestros sentidos.

3. **Cuerpo.**—Todo ser formado de materia se llama cuerpo.

4. **Constitución de los cuerpos.**—Se admite que los cuerpos están constituidos por partes pequeñísimas, consideradas como indivisibles, llamadas *átomos*. Los átomos, reuniéndose en mayor o menor número, forman las *moléculas* y éstas, reunidas en gran número, constituyen las *partículas*, en que pueden dividirse los cuerpos con medios físicos, por ejemplo, triturándolos.

Los átomos y moléculas que forman los cuerpos no están unidos directamente entre sí, sino que entre ellos hay espacios, que, al cambiar de volumen, permiten a los cuerpos contraerse o dilatarse.

Entre las moléculas actúan dos fuerzas. Una llamada *repulsión*, que tiende a separarlas, y otra llamada *cohesión*, que tiende a unir las entre sí.

De la intensidad relativa de estas dos fuerzas depende el estado *sólido*, *líquido* y *gaseoso* de los cuerpos. En el primero la cohesión es mayor que la repulsión; ambas fuerzas son aproximadamente iguales en el segundo; en el tercero la repulsión es mayor.

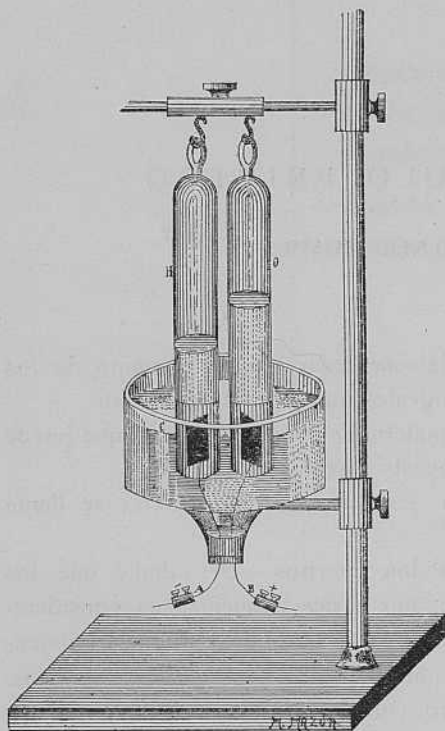


Fig. 1.— Voltámetro.

una sola substancia. Por ejemplo: el oro, el hierro, etc. Se llaman también *elementos*.

Son cuerpos compuestos los que están formados de cuerpos simples. Por ejemplo: el agua, formada por dos gases simples llamados *oxígeno* e *hidrógeno*.

Es fácil descomponer el agua en sus elementos.

Para ello se puede disponer del aparato representado en la

5. **Cuerpos orgánicos e inorgánicos.** — Los cuerpos se dividen en orgánicos e inorgánicos.

Son cuerpos orgánicos, los constituidos por partes, llamadas *órganos*, a las cuales están confiadas funciones vitales. Por ejemplo: los animales y las plantas.

Y se llaman cuerpos inorgánicos, los que no están formados por *órganos*.

6. **Cuerpos simples y compuestos.** — Son cuerpos simples aquellos en que, hasta ahora, no se ha encontrado sino

figura 1, llamado *voltámetro*. *H* y *O* son dos tubos de vidrio, cerrados por un extremo e invertidos sobre el vaso, también de vidrio, *C*.

Dicho vaso y los tubos están llenos de agua a la cual se añadió una corta cantidad de ácido sulfúrico.

Haciendo llegar por los conductores *B* y *A* la corriente de una pila al interior de los tubos, se descompondrá el agua, apareciendo en uno de ellos, el unido con el polo positivo de la pila, el oxígeno, y en el otro el hidrógeno.

7. **Diferencia entre mezcla y combinación.**—Se dice que dos cuerpos están mezclados, cuando, estando reunidos, conserva cada cual sus propiedades. Y se dice que están combinados, cuando, al unirse, pierden sus cualidades propias, para dar origen a un cuerpo totalmente distinto.

Así, pues, *mezcla*, es la reunión de dos o más cuerpos que no pierden sus propiedades. Por ejemplo: el granito es una mezcla natural de cuarzo, feldespato y mica, como fácilmente puede observarse; y el mortero es una mezcla artificial de cal y arena. Y *combinación* es la reunión de dos o más cuerpos que pierden sus propiedades características al dar origen a otro cuerpo totalmente distinto. Por ejemplo: el agua, cuyas propiedades no se parecen en nada a las de los gases que la forman.

8. **Estado de los cuerpos.**—Los cuerpos pueden hallarse en estado *sólido*, *líquido* y *gaseoso*. En el estado de los cuerpos influyen, sobre todo, la temperatura y la presión. Así vemos que el agua, líquida a la temperatura y presión ordinarias, se hace sólida a los 0°, mientras que a los 100° se convierte en vapor. Los gases cuya mezcla compone el aire, sometidos a fuertes presiones y muy bajas temperaturas, pueden liquidarse y aun hacerse sólidos,

PROPIEDADES GENERALES DE LOS CUERPOS

9. **Impenetrabilidad.**—Es la propiedad en virtud de la cual el espacio ocupado por la materia de un cuerpo no puede ser ocupado al mismo tiempo por la de otro.

10. **Divisibilidad.**—Es la propiedad por la cual los cuerpos pueden dividirse en partes más o menos pequeñas. De lo diminuto de las partículas que en muchos casos pueden obtenerse, nos dan idea los cuerpos olorosos, los cuales, aun en pequeña cantidad, se hacen perceptibles en grandes espacios, sin que, en apariencia, pierdan de peso.

11. **Porosidad.**—Los cuerpos tienen en su interior espacios vacíos de la propia substancia, llamados *poros*. Esta propiedad se llama porosidad, siendo muy variable en los distintos cuerpos.

12. **Compresibilidad.**—Es la propiedad que tienen los cuerpos de disminuir de volumen por la presión. Todos los cuerpos al ser comprimidos disminuyen de volumen, aunque entre muy distintos límites.

13. **Elasticidad.**—Es la propiedad por la cual los cuerpos, deformados entre ciertos límites por una causa cualquiera, recobran su figura primitiva al cesar dicha causa. Esta propiedad es también muy variable según los cuerpos.

14. **Afinidad.**—Es la fuerza que tiende a unir entre sí los átomos de los cuerpos para formar otros de distinta naturaleza. Resultado de la afinidad son las combinaciones.

15. **Adherencia.**—Es la atracción que se establece entre los cuerpos cuyas superficies se tocan.

16. **Solubilidad.**—Si se echa agua sobre un poco de sal, y, por agitación, se mezcla con ella, ésta pasa por este medio de sólida a líquida, se *disuelve*, difundiendo los dos cuerpos; esta propiedad se llama solubilidad. La cantidad de un sólido

que cierta cantidad de un líquido puede disolver a una temperatura dada, es limitada; y se llama *saturación* el hecho de que no disuelva más.

PROPIEDADES ESPECIALES DE LOS SOLIDOS

17. **Tenacidad.**—Tenacidad de un cuerpo es la resistencia que opone a la rotura al ser sometido a cualquier esfuerzo.

18. **Dureza.**—Es la resistencia que oponen los cuerpos a ser rayados por otros. El más duro de los cuerpos es el diamante, pues raya a todos y ninguno le raya.

19. **Ductilidad.**—Es la mayor o menor facilidad que presentan los cuerpos de extenderse en hojas o en hilos, mediante el laminador y la hilera. Esta propiedad es notabilísima en el oro, con el que pueden obtenerse hojas tan finas, que dejan pasar la luz verde.

20. **Maleabilidad.**—Es la propiedad de los cuerpos de extenderse en hojas mediante el martillo.

21. **Cohesión.**—Cohesión es la fuerza que tiende a unir las moléculas de los cuerpos. De su intensidad depende la dureza de los mismos.

CAPITULO II

IDEAS GENERALES SOBRE METALURGIA

22. **Caracteres generales de los metales.**—Los metales más ordinariamente empleados en las industrias mecánicas se caracterizan por ser cuerpos simples, dotados de un brillo característico llamado metálico, y ser, aunque en muy distinto grado, maleables, dúctiles y tenaces.

23. **Metales más empleados en las industrias mecánicas.**—En primer lugar está el *hierro*, que, en sus distintas clases de hierro dulce, acero y fundición, entra en casi todas las construcciones mecánicas.

Le siguen, en menor escala, el *cobre*, empleado sobre todo en las industrias eléctricas; el *plomo*, *aluminio*, *estaño* y *zinc*.

Desde otro punto de vista, son importantísimos los metales preciosos, *oro*, *platino* y *plata*, de los que no nos ocuparemos, si bien reciben también importantes aplicaciones industriales.

24. **Forma en que suelen hallarse los metales en la naturaleza.**—Todos los metales, excepto los preciosos, rarísimas veces se hallan en la naturaleza en estado nativo, es decir, no combinados con otros elementos, sino que se presentan en los terrenos formando compuestos, sobre todo con el oxígeno, azufre y carbono, y reciben muy variados nombres.

25. **Minerales.**—En la industria se da el nombre de mineral a todo cuerpo natural que encierra un metal económicamente beneficiable.

Decimos económicamente beneficiable, porque los minerales suelen hallarse en la naturaleza mezclados en mayor o menor proporción con substancias extrañas, que se llaman *gangas*.

Los terrenos que contienen minerales en notable proporción se llaman *yacimientos*. En ellos los minerales se presentan en distintas formas.

Unas veces se extienden en forma de mantos entre los estratos sedimentarios y se llaman *capas*. En este caso, cuando es poca la profundidad, su explotación se hace a plena luz, removiendo los terrenos que los cubren.

Otras veces ocupan las grietas, que, debido a fenómenos geológicos, se formaron en la corteza terrestre; y entonces, cuando son considerables, reciben el nombre de *filones*, y cuando más pequeños, *vetas metalíferas*.

La explotación se hace mediante galerías y pozos, que a veces llegan a profundidades enormes, por los cuales corren va-

gonetas y ascensores para el transporte. Estas galerías y, en general, todos los yacimientos, reciben el nombre de *minas*.

26. **Metalurgia.**—El conjunto de operaciones que tienen por objeto beneficiar un metal, partiendo de los minerales que lo contienen, recibe el nombre de metalurgia del mismo.

Estas operaciones se refieren:

1.º A la separación del mineral de su ganga, lo cual se hace a veces por medio de procedimientos puramente mecánicos, pero siguiendo casi siempre, además, procedimientos químicos.

2.º A la separación del *metal* de los cuerpos con que está combinado.

27. **Aleaciones.**—Para diversos fines industriales suelen unirse, fundiéndolos, dos o más metales diferentes; las mezclas o combinaciones que resultan se llaman aleaciones. La aleación en que entra el mercurio recibe el nombre de *amalgama*.

CAPITULO III

METALURGIA DEL HIERRO

28. **Minerales más importantes del hierro.**—Los minerales que se emplean para la obtención del hierro son *sus óxidos y su carbonato*.

29. **Oxidos de hierro.**—Son combinaciones del oxígeno con el hierro.

Los principales son:

1.º *Oligisto.*—Se presenta en cristales brillantes, negros, cuyo polvo es rojo. Cuando es puro, contiene un 70 % de hierro.

2.º *Hematites roja.*—Se presenta en masas fibrosas de un color rojo de sangre. Contiene un 70 % de hierro, cuando es pura.

3.º *Limonita o hematites parda*.—Se distingue de la anterior por su color más apagado. Contiene de 50 a 56 0/0 de hierro.

De estos tres minerales existen abundantes yacimientos en España, sobre todo en Bilbao y Valencia.

4. *Magnetita*.—Se llama también imán natural, o piedra

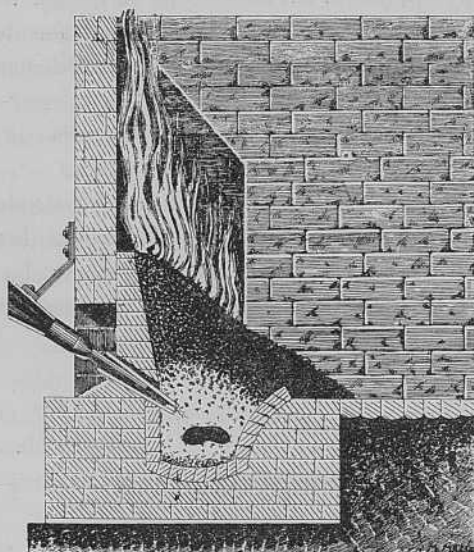


Fig. 2.—Forja catalana.

imán, por ser magnética. Se encuentra abundante en Suecia y da un hierro muy puro,

30. **Carbonato de hierro**.—Se llama también hierro espático. Está compuesto de hierro, oxígeno y carbono.

Sólo nos ocuparemos del beneficio del hierro partiendo de sus óxidos naturales.

31. **Siderurgia**.—Es la metalurgia del hierro. Para separar el hierro del oxígeno con el que está combinado se emplean hoy día los *altos hornos* y los *hornos eléctricos*. Antes se empleaban las llamadas *forjas catalanas*. (Fig. 2.)

El hierro en ellas obtenido es muy puro, pero han caído completamente en desuso, por ser un procedimiento lento y caro.

32. **Altos hornos.**—Son grandes cavidades formadas por

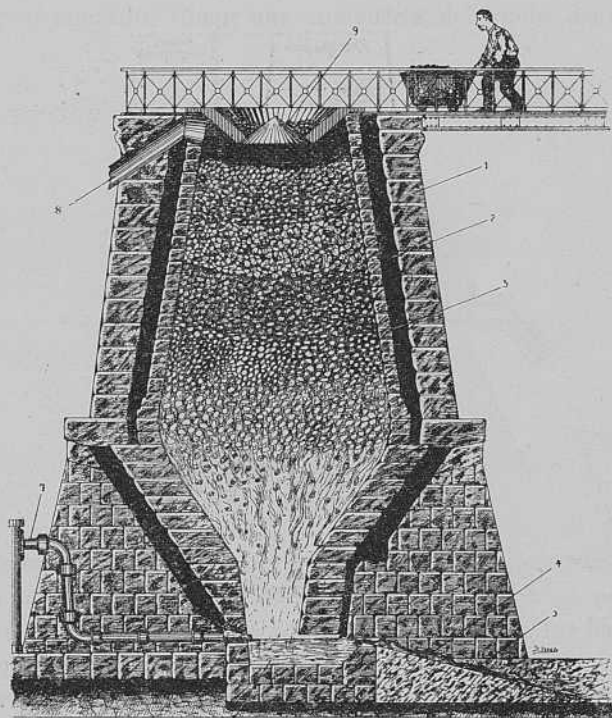


Fig. 3. — Corte de un alto horno antiguo. 1, Fábrica de ladrillo ordinario; 2, material aislante del calor; 3, revestimiento refractario; 4, escoria; 5, dama; 6, crisol; 7, tubería de aire a presión; 8, tubería para el aprovechamiento de los humos; 9, fragante.

dos troncos de cono desiguales, unidos por su base mayor.

La figura 3 nos presenta el corte de un alto horno con la suficiente claridad para darnos cuenta de cada una de sus partes. Los nombres de cada uno de ellas y las temperaturas

correspondientes pueden verse en el esquema de la figura 4.

Potentes montacargas elevan vagonetas de mineral de hierro, de carbón (generalmente cok) y de fundente, a la altura del tragante, que a veces llega a 30 m. y, en capas alternativas, se vacían dentro del horno. El objeto del fundente es formar con

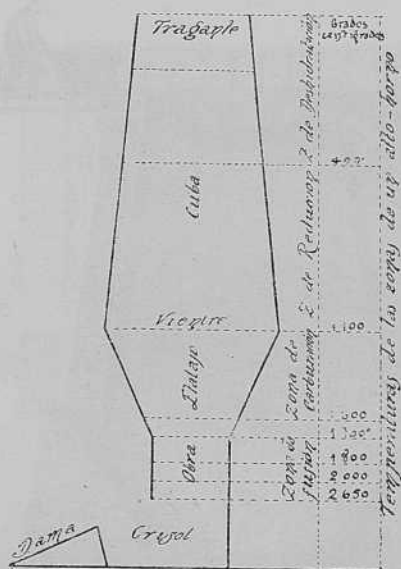
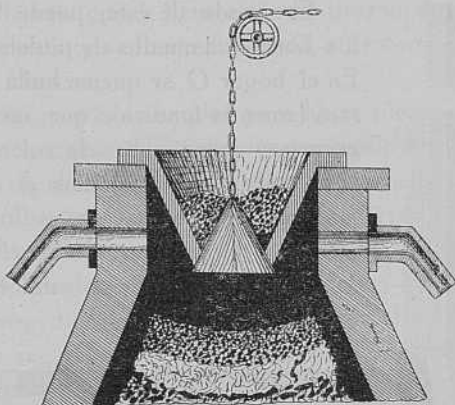


Fig. 4.—Esquema de un alto horno.

la ganga un compuesto fácilmente fusible, el cual, siendo más ligero que el hierro, nada sobre él y resbala sobre la parte anterior del crisol, llamada *dama*.

Este fundente es el carbonato cálcico (piedra calcárea) cuando la ganga es silícea, y arena silícea, cuando la ganga es calcárea. Para avivar la combustión hay potentes *máquinas soplantes*, cuyas toberas desembocan alrededor de la obra. Los gases producidos antes se perdían en la atmósfera, pero hoy día se recogen mediante tubos que se abren a los lados del tragante (fig. 5) y se utilizan como combustible.

En virtud de procesos químicos, que no detallamos, el mineral, óxido de hierro, pierde su oxígeno, quedando el hierro libre, el cual, en estado líquido, va goteando entre el carbón incandescente y se recoge en el crisol, que ocupa el fondo del horno. Cuando el crisol está lleno, un obrero, con un largo hierro aguzado, rompe una compuerta del fondo del mismo,



Fgi. 5.—Detalle del fragante.

formada de arcilla refractaria, y el hierro fundido corre en forma de arroyo por un surco de arena y se distribuye por muchos otros surcos, donde se solidifica, formando los llamados *lingotes*.

33. **Hierro colado.**—El hierro así obtenido se llama colado o fundido. Es quebradizo y muy impuro, pues, además de un 4 % de carbono, contiene azufre, fósforo y otras varias sustancias. No es dúctil ni maleable. Su densidad es 7'2. Funde a 1100° C. Para separar las sustancias que le impurifican, se funde nuevamente el lingote y se le añaden fundentes (cal, magnesia) con los cuales forman compuestos que se eliminan en forma de escorias.

34. **Hierro dulce.**—El hierro se llama dulce cuando es puro o casi puro. Es de color gris brillante cuando está pulimen-

tado, brillo que pierde rápidamente expuesto al aire, por oxidarse superficialmente; es muy dúctil, maleable y muy tenaz. Su densidad es 7'78 y su punto de fusión 1500° C. La proporción de carbono llega, a lo sumo al 5 ‰.

Se puede obtener directamente en la forja catalana, pero lo más ordinario es seguir procedimientos indirectos, partiendo de la fundición.

El afinado de ésta, puede hacerse en los hornos llamados de pudelar (Fig. 6). En el hogar *O* se quema hulla cuyas llamas lamen la fundición, que, mezclada con escoria y arena, cubre la solera refractaria *S*. Por las ventanillas *A* se sigue la marcha de la operación, y los obreros, mediante largas varas, revuelven la masa fundida. El hierro dulce obtenido

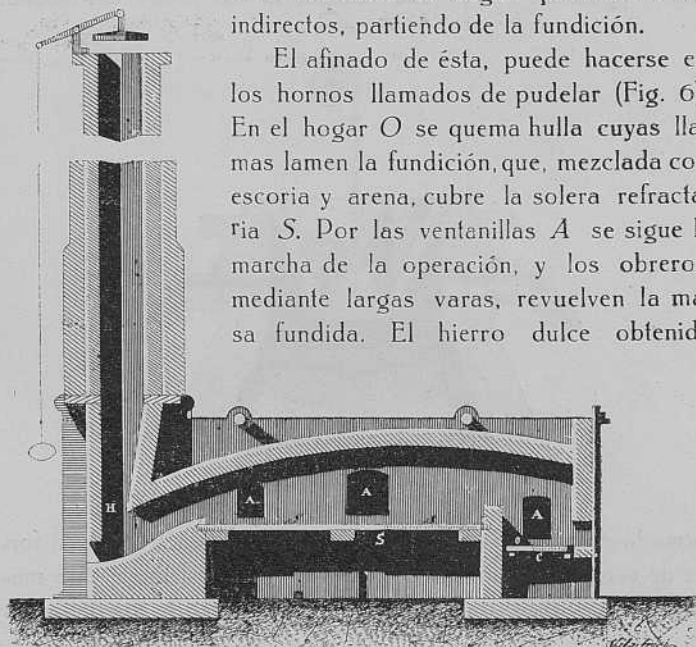


Fig. 6.—Horno de pudelar.

se separa de la escoria golpeándolo con el martillo pilón.

Este procedimiento ya no se emplea hoy día, sino que se siguen otros mucho más rápidos, como luego veremos al tratar de la fabricación del acero.

35- **Diversas clases de hierro colado.**—El hierro colado puede llegar a contener hasta un 4 ó 5 ‰ de carbono, el cual, unas veces está disuelto en la masa del hierro, y otras en gran

parte no está disuelto, sino simplemente aprisionado en estado cristalino.

En el primer caso la fundición se llama *blanca*, y en el segundo caso, *gris*. Se distinguen una de otra por su color y su grano. Como quiera que la proporción de carbono disuelto puede ser mayor o menor, así la fundición puede ser más o menos gris o blanca, estableciéndose 8 clases, de las cuales la primera es la más gris y tiene el grano grueso; la sexta ocupa un término medio y se llama fundición *atruchada*; la séptima y octava son blancas.

La fundición gris se emplea para hacer piezas de maquinaria. La blanca, como tal, se emplea poco por ser difícil de trabajar, pero de ella se obtiene la fundición maleable, de bastante empleo en tuberías y maquinaria. Ambas sirven para la obtención de hierro dulce y acero.

36. **Diferentes clases de hierro dulce.**—El hierro dulce presenta muy diferentes cualidades según el mineral de que proviene, y según los procedimientos de obtención; muchas de ellas se reconocen por la fractura, o sea por la superficie que aparece al romperlo, la cual puede ser *fibrosa*, *hojosa* y *granulosa*.

Si la fractura es granulosa el grano debe ser fino y blanco. Si es de nervio o fibrosa, las fibras deben ser blancas y compactas. La fractura hojosa indica un hierro de mala calidad.

También se puede ensayar el hierro en caliente mediante diversas operaciones: *sudado*, *estirado*, *soldadura*, *hendedura* y *torsión*, a las cuales debe prestarse bien, sin que se produzcan grietas, pajas ni deformaciones.

Los defectos más importantes que suelen presentar los hierros son:

Grietas o *hendeduras*, que indican un hierro impuro o quemado.

Pajas, que son escamas que aparecen en la superficie, e indican un hierro impuro o mal trabajado.

Velas, que son arenas u otras substancias intercaladas en

la masa formando puntos o líneas negras o grises, e impiden su empleo para piezas sometidas a rozamiento.

37. **Formas comerciales del hierro.**—El hierro colado se

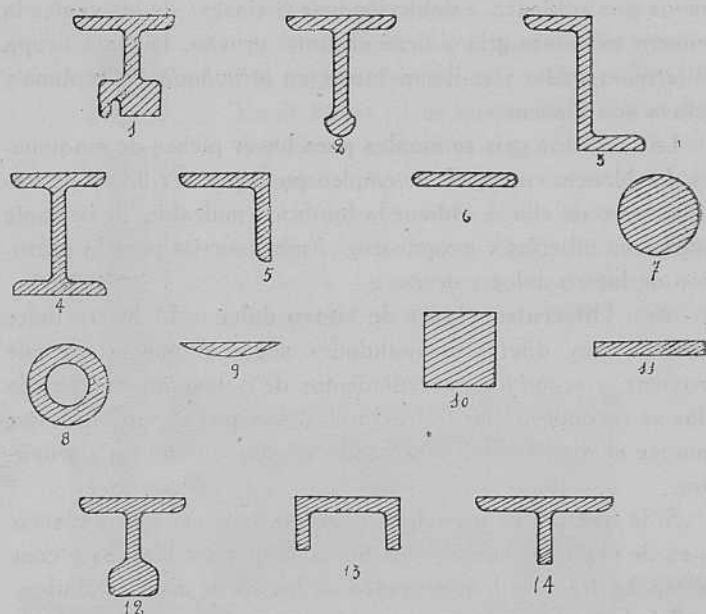


Fig. 7.—Formas comerciales del hierro.

presenta en el comercio en forma de lingotes de unos 40 kg.

El hierro dulce también se expende en forma de lingotes para ser forjado, pero lo ordinario es encontrarlo ya laminado en formas muy variadas, como puede verse en la figura 7.

Por juzgarlas de suma utilidad ponemos a continuación tablas que contienen las dimensiones, peso por metro de longitud,

área de la sección y otros datos muy interesantes en la práctica para la resolución de numerosos problemas que se presentan en el empleo de los hierros del comercio.

38. Tabla I.—Alambres.

Para medir los diámetros de los alambres se emplean en el comercio varias escalas; las más usadas son: la *decimal*, o de *Paris*; la de *Birmingham*, (*BWG*) y la del *Board of Trade* (*Standard Wire Gauge*, *SWG*) cuyas equivalencias van en la siguiente tabla:

NUMERO	Diámetro en mm.			NUMERO	Diámetro en mm.			NUMERO	Diámetro en mm.		
	ESCALA B W G	ESCALA S W G	ESCALA PARIS		ESCALA B W G	ESCALA S W G	ESCALA PARIS		ESCALA B W G	ESCALA S W G	ESCALA PARIS
000	10,79	9,45	—	11	3,05	2,95	1,6	24	0,56	0,56	6,4
00	9,65	8,84	—	12	2,77	2,64	1,8	25	0,51	0,51	7,0
0	8,64	8,23	—	13	2,41	2,34	2,0	26	0,46	0,46	7,6
1	7,62	7,62	0,6	14	2,11	2,03	2,2	27	0,41	0,42	8,2
2	7,21	7,01	0,7	15	1,83	1,83	2,4	28	0,36	0,38	8,8
3	6,58	6,40	0,8	16	1,65	1,63	2,7	29	0,33	0,35	9,4
4	6,05	5,89	0,9	17	1,47	1,42	3,0	30	0,31	0,32	10,0
5	6,59	5,38	1,0	18	1,24	1,22	3,4	31	0,25	0,30	—
6	5,16	4,88	1,1	19	1,07	1,02	3,9	32	0,23	0,27	—
7	4,57	4,47	1,2	20	0,89	0,91	4,4	33	0,20	0,25	—
8	4,19	4,06	1,3	21	0,81	0,81	4,9	34	0,18	0,23	—
9	3,76	3,66	1,4	22	0,71	0,71	5,4	35	0,13	0,21	—
10	3,40	3,25	1,5	23	0,64	0,61	5,9	36	0,10	0,19	—

39. Tabla II. Hierros cuadrados y redondos

Contiene esta tabla los pesos por metro lineal según las dimensiones. Para el acero deberán aumentarse los pesos en un 0,25 % aproximadamente.

Lado o Diámetro	Peso por metro		Lado o Diámetro	Peso por metro		Lado o Diámetro	Peso por metro	
	Cuadrado	Redondo		Cuadrado	Redondo		Cuadrado	Redondo
	Kg.	Kg.		Kg.	Kg.		Kg.	Kg.
5	0,195	0,153	31	7 477	5,872	85	56,21	44,15
6	0,280	0,220	32	7 967	6,257	90	63,02	49,49
7	0,381	0,299	33	8 382	6,652	95	70,21	55,15
8	0,498	0,391	34	8,994	7,064	100	77,80	61,10
9	0,630	0,495	35	9 531	7,485	105	85,55	67,37
10	0,778	0,611	36	10 08	7,919	110	93,14	73,94
11	0,931	0,739	37	10 65	8 365	115	102,9	80,81
12	1,120	0,880	38	11 23	8,823	120	112,0	88,00
13	1,315	1,033	39	11,83	9 294	125	121,6	95,48
14	1,525	1,198	40	12 45	9,776	130	131,5	103,3
15	1,751	1,375	41	13,08	10,27	135	141 8	111,4
16	1,992	1,564	42	13,69	10,78	140	152,5	119,8
17	2,248	1,766	43	14 39	11,30	145	163,6	128,5
18	2,521	1,980	44	14 90	11,83	150	175,1	137,5
19	2,809	2,206	45	15,75	12,37	155	186,9	146,8
20	3,112	2,444	46	16,46	12,93	160	199,2	156,4
21	3,422	2,695	47	17,19	13,50	165	209,6	166,4
22	3,726	2,957	48	17,93	14,08	170	224,8	176,6
23	4,116	3,232	49	18 68	14 67	175	238,3	187,1
24	4,481	3,520	50	19,45	15,28	180	252,1	198,0
25	4,863	3,819	55	23 28	18,48	185	265,3	209,1
26	5,259	4,131	50	28,01	22,00	190	280,9	220,6
27	5,672	4,455	65	32,87	25,82	195	295,9	232,3
28	6,100	4,791	70	38,12	29,94	200	311,2	244,4
29	6,543	5,139	75	43,76	35,37	220	376,5	296,9
30	7,002	5,499	80	49,79	39,11	240	448,5	352,4

40. Tabla III.—Pesos de planchas.

Confíase el peso en Kgs. del m² de plancha de varios materiales, según su espesor.

ESPESOR mm.	HIERRO	COBRE	LATÓN	ZINC	PLOMO	ESPESOR mm.	HIERRO	HIERRO FUNDIDO	COBRE
0,1	0,78	0,89	0,86	0,72	1,14	4,0	31,12	29,00	35,60
0,2	1,56	1,78	1,71	1,44	2,28	4,5	35,01	32,62	40,05
0,3	2,33	2,67	2,56	2,16	3,42	5	38,90	36,25	44,50
0,4	3,11	3,56	3,42	2,88	4,56	5,5	42,74	39,87	48,95
0,5	3,89	4,45	4,27	3,60	5,70	6	46,68	43,50	53,50
0,6	4,67	5,34	5,13	4,32	6,84	6,5	50,57	47,12	57,85
0,7	5,45	6,23	5,98	5,04	7,98	7	54,46	50,75	62,30
0,8	6,22	7,12	6,84	5,76	9,12	7,5	58,35	54,37	66,75
0,9	7,00	8,01	7,69	6,48	10,26	8	62,24	58,00	71,20
1	7,78	8,90	8,55	7,20	11,40	9	70,02	65,25	80,10
1,1	8,56	9,79	9,40	7,92	12,54	10	77,80	72,50	89,00
1,2	9,34	10,68	10,26	8,64	13,63	11	85,58	79,75	97,90
1,3	10,11	11,57	11,11	9,36	14,82	12	93,36	87,00	106,80
1,4	10,89	12,46	11,97	10,08	15,96	13	101,14	94,25	115,70
1,5	11,67	12,35	12,82	10,80	17,10	14	108,92	101,50	124,60
1,6	12,45	14,24	13,68	11,52	18,24	15	116,70	108,75	133,50
1,7	13,23	15,13	14,53	12,24	19,38	16	124,48	116,00	142,40
1,8	14,00	16,02	15,39	12,96	20,52	17	132,26	123,35	151,30
1,9	14,78	16,91	16,24	13,68	21,66	18	140,04	130,50	160,20
2	15,56	17,80	17,10	14,40	22,80	19	147,82	137,75	169,10
2,25	17,50	20,02	19,23	16,20	25,65	20	155,60	145	178
2,50	19,45	22,25	21,37	18,00	28,50	—	—	—	—
2,75	21,39	24,47	23,51	19,80	31,35	—	—	—	—
3	23,44	26,70	25,65	21,60	34,20	—	—	—	—
3,25	25,33	28,92	27,79	23,40	37,05	—	—	—	—
3,50	27,23	31,10	29,92	25,20	39,90	—	—	—	—

41. Tabla IV.—Hierros planos o pasamanos


Peso del metro lineal por cada milímetro de espesor, según la anchura.

Ancho	Peso	Ancho	Peso	Ancho	Peso	Ancho	Peso	Ancho	Peso	Ancho	Peso
mm.	Kg.	mm.	Kg.	mm.	Kg.	mm.	Kg.	mm.	Kg.	mm.	Kg.
20	0,156	42	0,328	64	0,499	86	0,675	120	0,936	175	1,365
22	0,172	44	0,343	66	0,515	88	0,686	125	0,975	180	1,404
24	0,187	46	0,359	68	0,530	90	0,702	130	1,014	185	1,443
26	0,203	48	0,374	70	0,546	92	0,718	135	1,053	190	1,482
28	0,218	50	0,390	72	0,562	94	0,733	140	1,092	195	1,521
30	0,234	52	0,406	74	0,577	96	0,749	145	1,131	200	1,560
32	0,250	54	0,421	76	0,593	98	0,764	150	1,170	205	1,599
34	0,265	56	0,437	78	0,608	100	0,780	155	1,209	210	1,638
36	0,281	58	0,452	80	0,624	105	0,819	160	1,248	215	1,677
38	0,296	60	0,468	82	0,640	110	0,858	165	1,287	220	1,716
40	0,312	62	0,484	84	0,655	115	0,897	170	1,326	225	1,755

42. Tabla V.—Hierros de ángulo de lados iguales L


Contiene el peso en Kg. por m. lineal y el área de la sección en mm.² El significado de las letras es: b, lado; d, espesor; F, sección, P, peso por m. lineal

b	d	F	P	b	d	F	P	b	d	F	P
mm.	mm.	mm. ²	Kg.	mm.	mm.	mm. ²	Kg.	mm.	mm.	mm. ²	Kg.
45	5	430	3,35	80	8	1227	9,57	130	12	3000	23,4
	7	586	4,57		10	1511	11,79		14	3470	27
	9	734	5,73		12	1787	13,94		16	3930	30,6
60	6	691	5,39	90	9	1550	12,10	140	13	3500	27,3
	8	903	7,04		11	1870	14,60		15	4000	31,2
	10	1107	8,63		13	2180	17		17	4500	35,1
65	7	870	6,79	100	10	1920	14,90	150	14	4030	31,4
	9	1098	8,56		12	2270	17,70		16	4570	35,7
	11	1318	10,28		14	2620	20,40		18	5100	39,8
70	7	940	7,33	110	10	2120	16,5	160	12	4610	35,9
	9	1188	9,29		12	2510	19,6		17	5180	40,4
	11	1428	11,14		14	2900	22,6		19	5750	44,9
75	8	1143	8,95	120	11	2540	19,8	—	—	—	—
	10	1411	11,01		13	2970	23,2		—	—	—
	12	1667	13		15	3390	26,5		—	—	—

43. Tabla VI.—Hierros de ángulo de lados desiguales 

Significado de las letras: b, lado menor; b' lado mayor; d, espesor; F, sección; P, peso por m. lineal.

b	b'	d	F	P	b	b'	d	F	P
mm.	mm.	m.m.	mm. ²	Kgs.	mm.	mm.	mm.	mm. ²	Kgs.
40	80	6	689	5,27	80	120	10	1910	14,90
		8	901	7,03			12	2270	17,70
50	85	7	833	6,34	80	160	12	2750	21,50
		9	1051	8,20			14	3180	24,80
50	100	8	1150	8,90	100	150	12	2870	22,40
		10	1410	11			14	3320	25,90
65	100	9	1420	11	100	200	14	4030	31,40
		11	1710	13,30			16	4570	35,60
65	130	10	1860	14,50	—	—	—	—	—
		12	2210	17,20			—	—	—

44. Tabla VII. Hierros doble ángulo 

Las letras empleadas en esta tabla significan: H, altura, o sea distancia de las caras exteriores de las alas; B, anchura; α , espesor del alma; S, espesor de las alas; P, peso en Kg. del m. lineal; F, área de la sección en mm.²

H	B	α	S	P	F	H	B	α	S	P	F
mm.	mm.	mm.	mm.	Kg.	mm. ²	mm.	mm.	mm.	mm.	Kg.	mm. ²
30	38	4	4,5	3,3	421	100	55	6,5	8	11,1	1426
40	40	4,5	5	4,2	535	120	60	7	9	14	1794
50	43	5	5,5	5,2	668	140	65	8	10	17,6	2260
60	45	5	6	6,1	780	160	70	8,5	11	21,2	2713
80	50	6	7	8,6	1096	—	—	—	—	—	—

45. Tabla VIII.—Hierros U

Las letras empleadas en esta tabla tienen el mismo significado que las de la tabla anterior.

H	B	α	S	P	F	H	B	α	S	P	F
mm.	mm.	mm.	mm.	Kg.	mm. ²	mm.	mm.	mm.	mm.	Kg.	mm. ²
30	33	5	7	4,2	542	140	60	7	10	15,9	2040
40	35	5	7	4,8	620	160	65	7,5	10,5	18,8	2408
50	38	5	7	5,6	712	180	70	8	11	21,9	2804
65	42	5,5	7,5	7,1	905	200	75	8,5	11,5	25,2	3230
80	45	6	8	8,6	1104	220	80	9	12,5	29,3	3755
100	50	6	8,5	10,5	1348	260	90	10	14	37,8	4840
120	55	7	9	13,3	1704	300	100	10	16	45,9	5880

46. Tabla IX.—Hierros T

Las letras de esta tabla indican: B, largo de la base; S, espesor; A, altura total; P y F, como en las anteriores.

A	B	S	P	F	A	B	S	P	F
mm.	mm.	mm.	Kg.	mm. ²	mm.	mm.	mm.	Kg.	mm. ²
40	80	7	6,2	792	60	60	7	6,4	819
50	100	8,5	9,5	1210	70	70	8	8,5	1090
60	120	10	13,3	1700	80	80	9	10,9	1400
70	140	11,5	17,9	2290	90	90	10	13,9	1780
80	160	13	23,1	2960	100	100	11	16,8	2150
90	180	14,5	28,9	3710	120	120	13	23,8	3050
100	200	16	35,5	4550	140	140	15	32	4100

47, **Tabla X.—Viguetas.**—En esta tabla damos, además de las dimensiones, el peso por m. lineal y la carga máxima uniformemente repartida que pueden soportar según la luz. Si la carga estuviere concentrada en la mitad de la luz, se tomaría la mitad de la que indica la tabla. Por luz se entiende la distancia entre los apoyos de la viga.
 Abreviaturas: H, altura; B, ancho; α espesor del alma; las demás letras, como en las tablas anteriores.

H	B	α	P	F	K	Carga máxima uniformemente repartida en una luz de metros											
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm.	mm.	mm.	Kg.	mm.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
80	42	3,9	6	7760	6	960	480	320	240	192	160	137	120	107	96	87	80
					[10	1600	800	533	400	320	267	229	200	178	160	146	133
80	46,1	8	8,56	1088	6	1170	585	390	292	234	195	167	146	130	117	106	97
					[10	1950	975	650	487	390	325	278	244	216	195	177	162
100	50	4,5	8,30	1076	6	1683	841	561	421	337	280	240	210	187	168	153	140
					[10	2805	1402	935	701	561	467	401	351	312	280	255	234
100	54,5	9	11,81	1526	6	2043	1021	681	510	408	340	292	255	227	204	186	170
					[10	3405	1702	1135	851	681	567	486	425	378	340	309	284
120	58	5,1	11,20	1446	6	2695	1348	898	674	539	449	385	337	299	269	245	224
					[10	4491	2246	1497	1123	898	749	641	561	498	449	408	374
120	62,9	10	15,80	2034	6	3259	1630	1086	815	652	543	465	407	362	326	296	271
					[10	5432	2716	1811	1358	1086	905	776	679	603	543	494	452
140	66	5,7	14,30	1859	6	4040	2020	1346	1010	808	673	577	505	449	404	367	336
					[10	6733	3366	2244	1683	1347	1122	961	842	748	673	612	561
140	70,3	10	19,00	2461	6	4714	2357	1571	1178	943	785	674	589	524	471	429	392
					[10	7857	3928	2619	1964	1571	1310	1123	982	872	786	714	655
160	74	6,3	17,90	2330	6	5713	2856	1904	1428	1143	952	816	714	635	571	519	476
					[10	9522	4761	3174	2381	1905	1587	1360	1192	1058	952	865	793
160	77,7	10	22,50	2922	6	6471	3235	2157	1618	1294	1078	925	809	719	647	588	539
					[10	10785	5392	3595	2696	2157	1797	1540	1348	1198	1078	981	899
180	82	6,9	21,90	2842	6	7887	3943	2629	1972	1578	1314	1126	986	876	789	717	657
					[10	13145	6573	5382	3286	2629	2191	1878	1643	1461	1314	1195	1095
180	86,1	11	72,65	3580	6	8950	4475	2983	2237	1790	1491	1278	1118	995	895	814	745
					[10	14917	7458	4972	3729	2983	2486	2131	1865	1654	1492	1356	1244
200	90	7,5	26,20	3395	6	10558	5279	3519	2640	2112	1760	1508	1320	1173	1056	960	880
					[10	17597	8799	5865	4399	3520	2933	2514	2200	1955	1760	1600	1466
200	94,5	12	33,20	4295	6	12000	6000	4000	3000	2400	2000	1714	1500	1333	1200	1091	1000
					[10	19997	10000	6666	5000	4000	3333	2855	2500	2222	2000	1818	1666

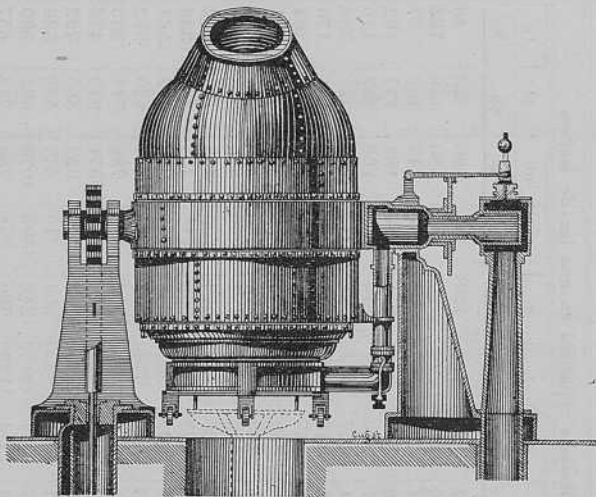


Fig. 8.—Exterior de un convertidor.

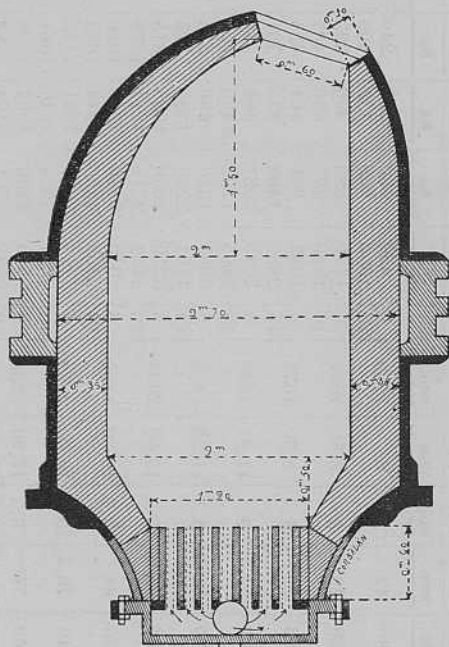


Fig. 9.—Corte de un convertidor.

48. **Acero.**—Cuando el hierro contiene en estado de combinación de 0'6 a 2'3 0/0 de carbono se llama *acero*, cuya propiedad característica es la de recibir *temple*, es decir, endurecerse al enfriarlo bruscamente.

Tres procedimientos se emplean para la obtención del acero:

1.º Carburación del hierro dulce, que se llama *Cementación*.

2.º Descarburación de la fundición, para lo cual se siguen principalmente dos procedimientos: *Bessemer* y *Martín Siemens*.

3.º Procedimientos eléctricos.

De la cementación hablaremos más adelante.

DESCARBURACION DE LA FUNDICION

49. **Procedimiento Bessemer.**—Este procedimiento ideado en 1856 por *E. Bessemer*, ingeniero inglés, consiste en la descarburación de la fundición que sale del alto horno y su nueva carburación mediante la adición de fundición escogida.

La operación se lleva a cabo sin *combustible especial*, mediante un aparato llamado *convertidor*, cuya vista exterior e interior presentan las figuras 8 y 9.

Es un gran recipiente formado de palastro fuertemente roblonado, revestido interiormente de una capa refractaria de 0'35 m. de espesor. La figura 9 muestra cómo el fondo del mismo está taladrado por numerosos agujeros que dan a una cámara inferior a donde llega por un orificio aire a presión. En la figura 10 pueden verse las posiciones del convertidor para la carga, *A*; durante la descarburación, *B*; y para la colada, *C*. Solamente en la posición *B* el aire encuentra paso franco al interior del convertidor.

50. **Descarburación.**—El convertidor, para recibir la colada, ha de estar calentado al blanco, para lo cual se emplea *cok*, que se quema en su interior: a no ser que, por operacio-

nes anteriores, conservara ya una temperatura suficiente.

Luego se introduce la fundición, que puede ser de primera fusión, tal como sale del alto horno, o provenir de un cubilote, es decir, de segunda fusión. El aire a presión que se hace llegar por los orificios del fondo impide que la masa fundida los invada. El oxígeno del aire que atraviesa la colada quema las sustancias extrañas que la impurifican.

En la descarburación se distinguen dos fases.

En la primera se quema el silicio, que, combinado con el oxígeno, sale por la boca del convertidor produciendo un torrente de chispas. Al mismo tiempo se quema también, en parte, el manganeso. Esta fase, que suele durar de 5 a 6 minutos, aunque varía según la cantidad de silicio que haya, termina cuando ya no salen chispas.

A continuación comienza la segunda fase, que se anuncia por la salida de llamas por la boca del convertidor. En ella se quema el carbono de la fundición, la cual hierve violentamente.

Dura esta fase de 15 a 20 minutos para coladas de primera fusión, y de 5 a 10 para las de segunda. Al acabar esta fase cesan las llamas y el hervor se apacigua, no oyéndose más que un ruido sordo, producido por el aire al atravesar difícilmente la masa. Este es el *punto crítico* de la operación; dentro del convertidor no hay sino *hierro dulce*, que rápidamente se quemaría, transformándose en óxido de hierro; para evitarlo se inclina el convertidor, quedando al mismo tiempo cerrado el paso del aire, como ya dijimos.

Durante todas estas fases el calor producido por las suce-

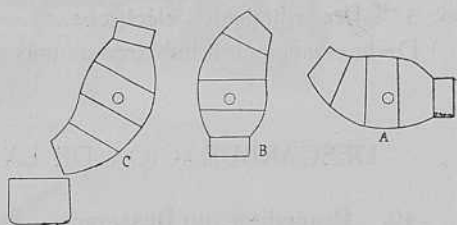


Fig. 10.—Posiciones del convertidor: A, durante la carga; B, al descarburar; C, para la colada,

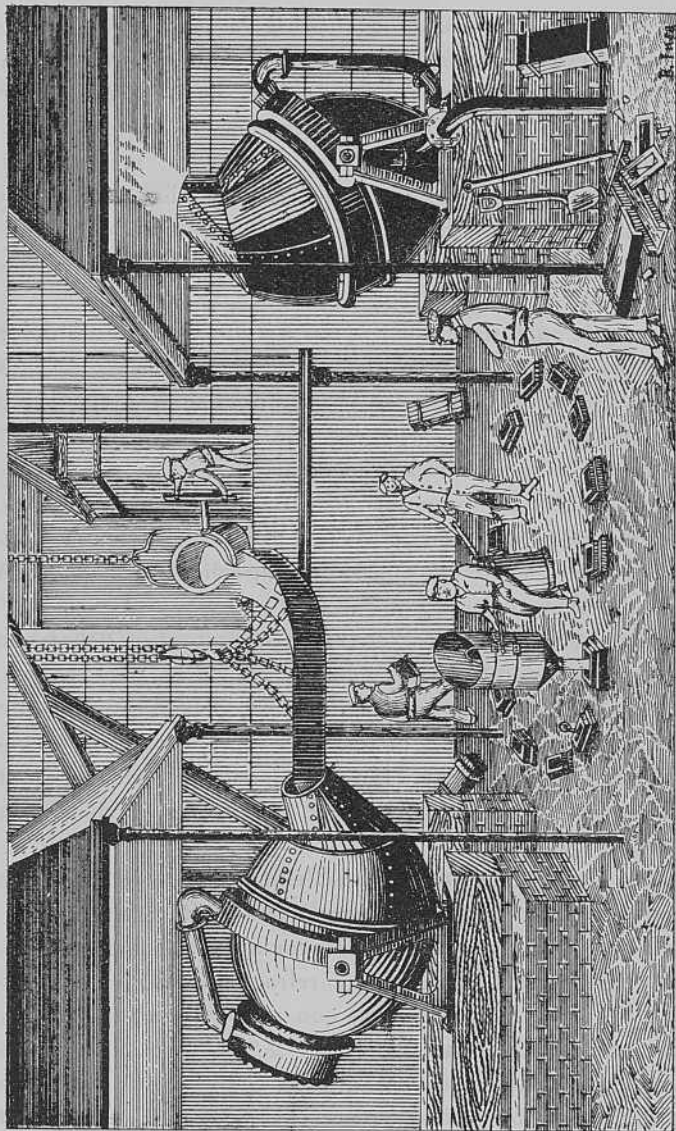


Fig. 11.—Instalación completa Bessemer.

sivas combustiones enumeradas conserva líquida la colada.

51. **Recarburación.**—Terminada la segunda fase se echa en el convertidor *fundición manganesífera*, cuya composición y cantidad dependen de la clase de acero que se quiera obtener.

Luego se inclina nuevamente el convertidor, vertiendo su contenido en recipientes refractarios, llamados lingoteras. Hay convertidores que dan hasta 20 toneladas de acero por colada. El volumen interior del convertidor es de unas 5 ó 6 veces mayor que el de la colada. (Fig. 11.)

Con este aparato se pueden obtener lo mismo hierro dulce que acero de diversas clases, para lo cual basta colar después de la segunda fase, o variar la composición de la fundición manganesífera.

En total la operación dura media hora.

Este procedimiento fué ligeramente modificado por *Thomas*, para las fundiciones que contienen, a lo menos, un 2 % de fósforo. El revestimiento refractario del convertidor es de *dolomia* calcinada (óxido cálcico y magnésico.)

Para quemar el fósforo, terminada la combustión del carbon se sigue soplando por unos minutos; se extrae una *probeta*, se la forja rápidamente en disco o barra delgada; y se la dobla; si no se rompe, la desfosforación es completa: en caso contrario hay que soplar más. Hay que advertir que antes de echar la fundición en el convertidor, debe ponerse en el mismo una carga de cal.

52. **Procedimiento Martín-Siemens.**—Se realiza en un horno Siemens, cuyo esquema puede verse en la figura 12.

El espacio central es el horno propiamente dicho, cuya solera *S* está formada por una capa refractaria de 0'50 m. de espesor, hecha de arena amasada con arcilla refractaria, o bien de magnesia. Esta cámara central de 2'50 m. a 2'75 m. de longitud, por 1'80 a 2 m. de anchura, y 2 a 2'25 m. de altura, como término medio, se caldea previamente a una temperatura de 1800° mediante la combustión de una mezcla de aire y gas, previamente calentados.

La manera de cargar el horno da lugar a dos procedimientos.

1.º Se carga el horno con fundición y se la liquida, lo cual dura de dos a cuatro horas; luego se van añadiendo en porcio-

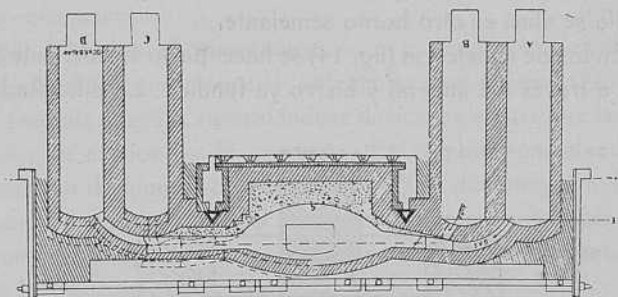


Fig. 12.—Horno Siemens.

nes de cien kilogramos desperdicios de hierro dulce viejo, el cual se disuelve en la fundición, reduciéndose así el carbono al tanto por ciento que se dese.

La marcha de la operación se comprueba mediante probetas

que se extraen y ensayan de cuando en cuando. Cada colada dura en conjunto unas 8 ó 10 horas.

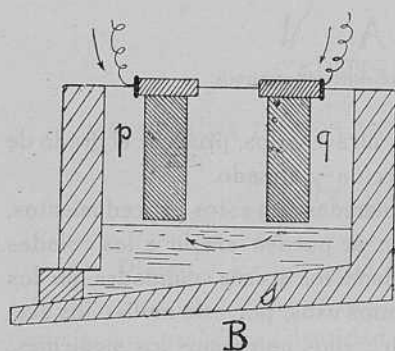


Fig. 13.—Horno eléctrico de arco.

2.º Difiere del anterior en que a la fundición se añade en lugar de hierro viejo, mineral rico de hierro en pequeñas dosis, hasta alcanzar de un 10 a un 25 0/0 del

peso de la misma. El oxígeno del mineral afina la fundición.

53. **Electrosiderurgia.**—La obtención del hierro y acero utilizando como manantial de calor la electricidad, va tomando cada día mayor desarrollo.

Los hornos al objeto son de dos clases: de *arco* y de *resistencia*.

En los primeros (fig. 13) el arco voltaico que salta entre los electrodos de carbón *P* y *Q* reduce el mineral y la fundición que resulta se afina en otro horno semejante.

En los de resistencia (fig. 14) se hace pasar la corriente eléctrica a través del mineral y hierro ya fundido. La dificultad que

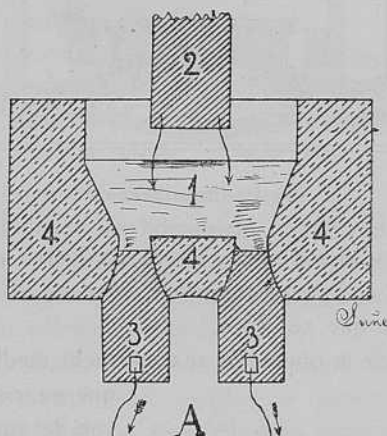


Fig. 14.—Horno eléctrico de resistencia.

la corriente experimenta para atravesarlos, produce el grado de calor requerido para la reducción y afinado.

Varias son las ventajas obtenidas con estos procedimientos. Aquí sólo haremos notar que se pueden añadir a las coladas sustancias muy variadas que dan a los aceros cualidades que los hacen propios para determinados usos; por este motivo los aceros se llaman *especiales*. Entre ellos notaremos los siguientes, advirtiendo, no obstante, que no siempre se obtienen exclusivamente en los hornos eléctricos.

54. **Aceros al cromo.**—Contienen de 1 a 3⁰/₀ de cromo. Son muy duros y tenaces, propios para proyectiles, y, en general, piezas que han de sufrir grandes presiones.

55. **Aceros al níquel.**—La proporción de níquel es muy variable según los usos. Son muy resistentes al choque, por lo cual se emplean mucho para piezas de automóviles, como engranajes, cigüeñales, ejes, alambres etc. Son muy propios para la cementación.

5d. **Aceros al manganeso.**—Si la proporción es de un 2⁰/₀, el temple que se puede obtener es muy fuerte, si bien el acero resulta frágil. Esto tratándose de aceros en los que la proporción de carbono es la corriente. En cambio aumentando la proporción de manganeso hasta un 8⁰/₀ y disminuyendo la de carbono hasta un 0'6⁰/₀ el acero resultante es muy fluido, por lo que puede colarse muy fácilmente, ofreciendo gran resistencia a la tracción. Llegando al 12⁰/₀ de manganeso el acero es durísimo y se emplea para útiles cortantes.

57. **Aceros rápidos.**—Se llaman así porque permiten un trabajo rápido e intenso en las máquinas-herramientas, pues pueden llegar al color rojo sin perder el temple.

En su composición entran en variable proporción el tungsteno, vanadio y titanio.

CAPITULO IV

METALURGIA DE LOS METALES MAS USUALES

PLOMO

58. **Plomo.**—Es un metal blanco-gris, brillante cuando está recién cortado, pues pierde este brillo por oxidarse su superficie; muy pesado: su densidad es de 11'45; dúctil y maleable.

Los minerales principales del plomo son: *galena* (sulfuro) y la *cerusita* (carbonato), ambos abundantes en España, que es la nación más rica después de los Estados Unidos.

59. **Procedimiento de obtención.**—Aunque son varios, daremos una idea solamente de los más ordinarios.

1.º El sulfuro de plomo en cantidad de unos 900 Kg. se tuesta en un horno de reverbero (fig. 15).

Cargado el horno con mineral de plomo, se calienta con fuego moderado, teniendo abiertas las ventanillas laterales E.

Al cabo de 12 horas se cierran dichas ventanillas y se activa el fuego. Pasadas 4 horas más se hace la colada. Dura, pues, la operación 16 horas y se gastan 350 kg. de hulla por tonelada de mineral.

2.º Empléase un horno de cuba (fig. 16). El crisol central se calienta al rojo; quemando en el mismo cok, cuya combustión se activa con el aire de las toberas que le rodean; obtenido lo cual, se detiene el aire y se carga el crisol con:

1.000 kg. de mineral.

800 kg. de escorias de cobre y hierro.

400 kg. de cok, y unos

1.300 kg. de escorias de plomo provenientes de una operación anterior.

Las cámaras superiores sirven para condensar el plomo que se volatiliza, debido a la elevada temperatura a que se trabaja. Este procedimiento es más rápido que el anterior. El plomo obtenido con ambos métodos, suele encerrar hierro, cobre, zinc, plata, etc., de los cuales se separa mediante el refinado, que consiste en fundir de nuevo el plomo en cantidad de 8 a 10 toneladas, calentarlo al rojo (unos 500º) y lanzar sobre su superficie una corriente de aire, la cual oxida los citados metales, menos la plata, formando escorias de un color negro, que sobrenadan; cuando éstas empiezan a amarillear se hace la colada.

Si la proporción de plata es notable, se la separa mediante una operación llamada *copelación*, que no detallamos.

60. **Aplicaciones del plomo.**—Se emplea en forma de tubos para canalizaciones de líquidos y gases a poca presión, y en forma de planchas para depósitos y cubiertas. Los colores tan usados *minio* y *albayalde*, son compuestos de plomo.

61. **Fabricación de los tubos de plomo.** — Pueden obte-

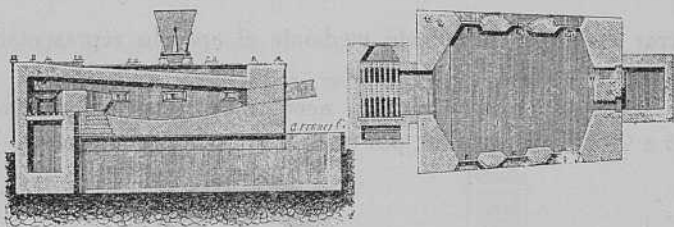


Fig. 15.—Horno para tostar mineral de plomo.

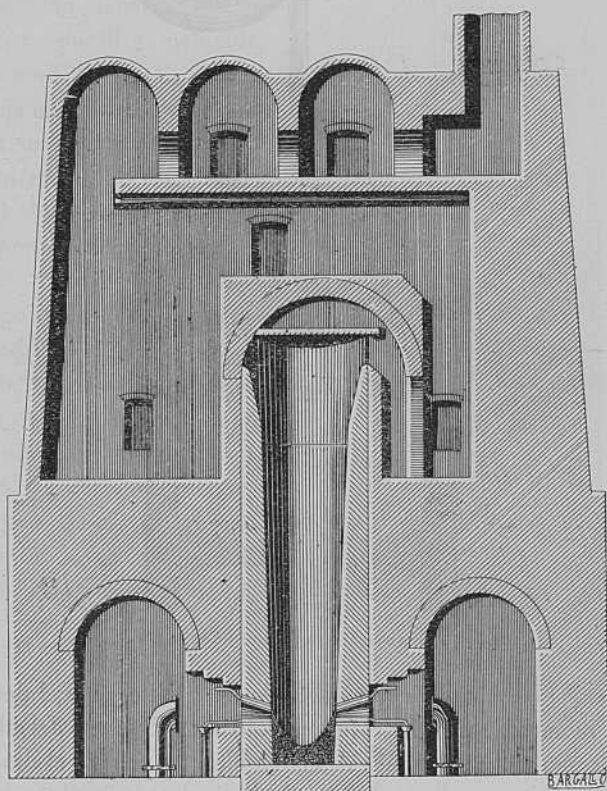


Fig. 16.—Horno de cuba para reducir el óxido de plomo.

nerse en frío o en caliente mediante el aparato representado en la figura 17.

- Consiste en un cilindro de acero muy resistente, de unos 45 a 90 cm. de longitud, por unos 8 a 10 cm. de diámetro. El

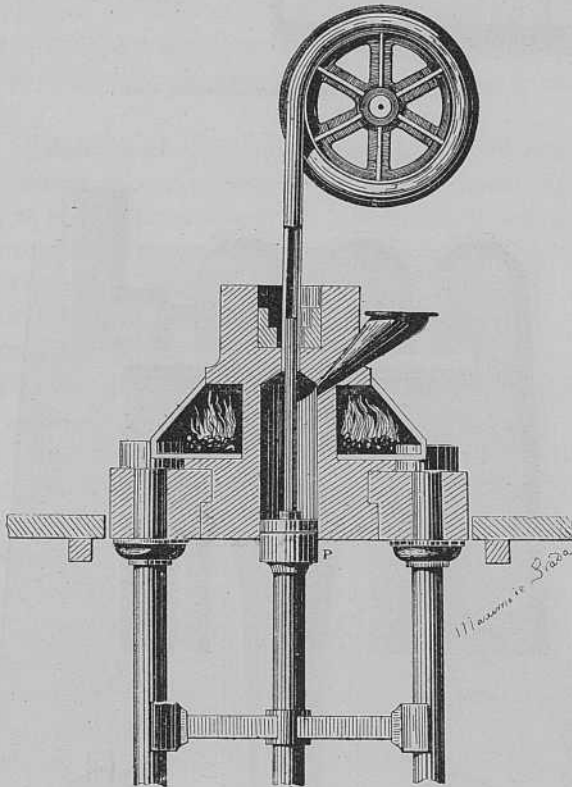


Fig. 17.—Aparato para fabricar tubos de plomo.

pistón *P* lleva un vástago fácilmente cambiable, el cual determina el diámetro interior del tubo a construir. El fondo del cilindro recibe una matriz, también desmontable, que calibra el diámetro exterior. Una vez lleno de plomo el cilindro, se le obliga a salir por el orificio superior por la presión ejercida en el émbolo mediante una prensa hidráulica. Si se mantiene el cilindro a la tem-

peratura de fusión del plomo, encendiendo el hornillo que le rodea, la operación resulta más fácil, pero hay que recibir el tubo en una corriente de agua,

ZINC

62. **Zinc.**—Es un metal blanco azulado, brillante al ser recién cortado, pues pierde este brillo expuesto al aire húmedo; su densidad es de 6 a 7; es dúctil y maleable; funde a 430° .

Sus minerales más importantes son la *blenda* (sulfuro) y la *calamina* (carbonato).

63. **Metalurgia del zinc.** Comprende dos operaciones:

1.^o Se emplea un horno análogo al de la figura 15. Cargado con unos 1800 kg. de mineral, se tuesta en presencia del aire, o sea, con las ventanillas *E* abiertas, revolviéndolo a menudo, mediante largos palos. Dura esta operación de 6 a 8 horas y su objeto es transformar los sulfuros y carbonatos en óxidos.

2.^a En ésta se reducen los óxidos obtenidos en la primera, quedando el zinc libre.

Daremos una idea del procedimiento belga:

La figura 18 representa el horno empleado. Varios crisoles cilindro-cónicos se disponen oblicuamente sobre un hogar.

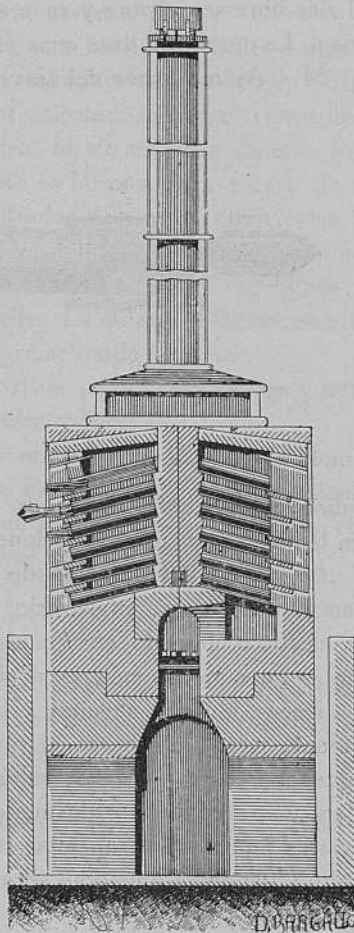


Fig. 18.—Horno para reducir el óxido de zinc

El detalle de uno de estos crisoles puede verse en la figura 19.

En la parte cilíndrica se colocan 15 Kg. de los óxidos de la primera operación, mezclados íntimamente con 8 Kg. de carbón. El zinc libre se evapora y va a condensarse en el extremo del crisol. La operación dura unas 12 horas.

64. **Aplicaciones del zinc.**—Se emplea en planchas para

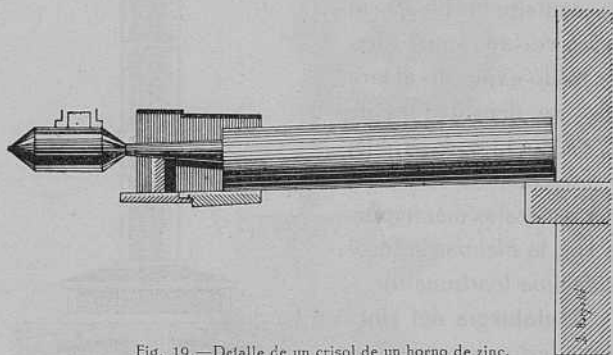


Fig. 19.—Detalle de un crisol de un horno de zinc.

cubrir tejados, hacer depósitos, canales y tubos soldados. Entra también en muchas aleaciones, (n.º 79 y siguientes).

65. **Idea del galvanizado del hierro.**—Consiste el galvanizado del hierro en cubrirlo, por medio de un procedimiento eléctrico llamado *electrolisis*, de una ligera capa de zinc, que lo hace mucho más resistente a la intemperie.

Puede también seguirse este procedimiento: se introduce durante unas 6 u 8 horas el objeto de hierro en un baño de agua con el 1^o/₀ de ácido sulfúrico; luego se lava con agua clara y se seca al calor de una estufa; se esparce por la superficie sal amoníaco y por fin se sumerge en un baño de cinc fundido. Cuando el objeto ha adquirido la temperatura del baño, se saca y se sacude.

COBRE

66. **Cobre.**—Es un metal rojo, dúctil y maleable. Su densidad es de 8'2 a 8'5; funde de 1200° a 1300°.

Se encuentra abundante en estado nativo. Entre sus mine-

rales citaremos los *sulfuros* y *óxidos*, abundantes en España (Linares y Riotinto.)

67. **Metalurgia.**—Por ser algo complicada nos limitaremos a dar de ello una idea muy somera.

Los sulfuros se queman en una corriente de aire y quedan transformados en óxidos; éstos, mezclados con polvo de carbón se colocan en crisoles, y al ser calentados dejan el cobre libre, el cual, por resultar muy impuro, ha de sufrir un afinado. Para ello se funde el cobre en bruto en hornos de reverbero de solera silicea y provistos de entradas de aire, el cual quema los metales extraños. Luego se refina fundiéndolo en el mismo horno y proyectando en el baño polvo de carbón vegetal, revolviendo la masa con ramas verdes. La colada ha de hacerse lentamente para evitar que el cobre se oxide y hierva.

Con procedimientos eléctricos se obtienen barras y tubos de cobre muy puro, llamado *electrolítico*.

68. **Aplicaciones.**—Son muchísimas: recipientes domésticos (que han de conservarse muy limpios y es mejor estañar, pues el cardenillo que se forma es muy venenoso); tubos; conductores eléctricos y muchísimas aleaciones.

ESTAÑO

69. **Estaño.**—Es un metal blanco, maleable, poco tenaz, inalterable al aire. Su densidad es de 7'2 a 7'4. Funde a 232°.

No se encuentra en estado libre. Su mineral principal es el óxido, llamado *casiterita*.

70. **Metalurgia.**—Comprende dos operaciones: tostadura y reducción.

Tostadura.—Se lleva a cabo en hornos de reverbero generalmente rotativos (fig. 20). La solera *A* es cónica y gira alrededor de un eje vertical *D*, tardando en cada revolución 40 minutos. Por la tolva *I* cae el mineral en el vértice de la solera, y al topar con el peine *M*, desciende y es tostado por el fuego del hogar. Dos toneladas tardan en tostarse 24 horas.

El mineral tostado se lava con agua corriente.

Reducción.—Se emplean hornos de reverbero (fig. 21), o de cuba (fig. 22).

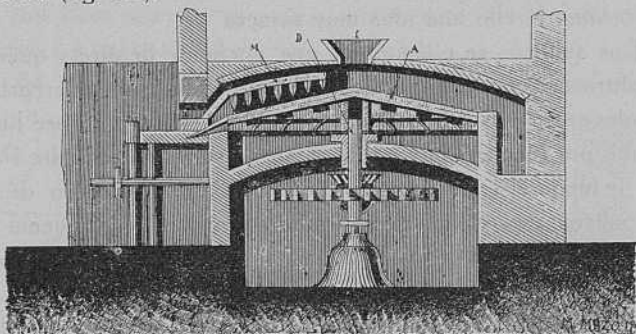


Fig. 20—Horno para tostar mineral estaño

El mineral tostado y lavado en cantidad de 1500 Kg. se mezcla con 300 Kg. de carbón vegetal o antracita. Se activa la combustión durante 4 horas, y el estaño cae líquido en dobles crisoles, fácilmente visibles en las figuras 21 y 22.

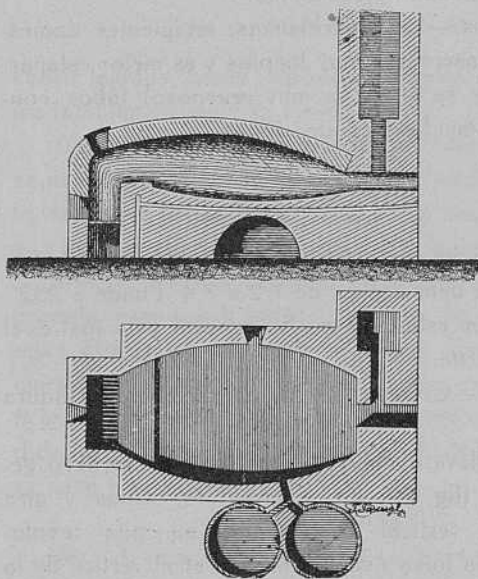


Fig. 21.—Horno de reverbero para reducir el óxido de estaño.

Para afinar el estaño, se funde de nuevo y se revuelve con ramas verdes, retirando las espumas de la superficie.

71. **Aplicaciones.** — Se le emplea en muchas aleaciones (bronces, metal blanco, etc.)

Aleado con el plomo sirve para soldar.

72. **Estañado.**—El hierro en chapas delgadas se recubre de estaño, formando lo que se llama hoja de lata. Los pro-

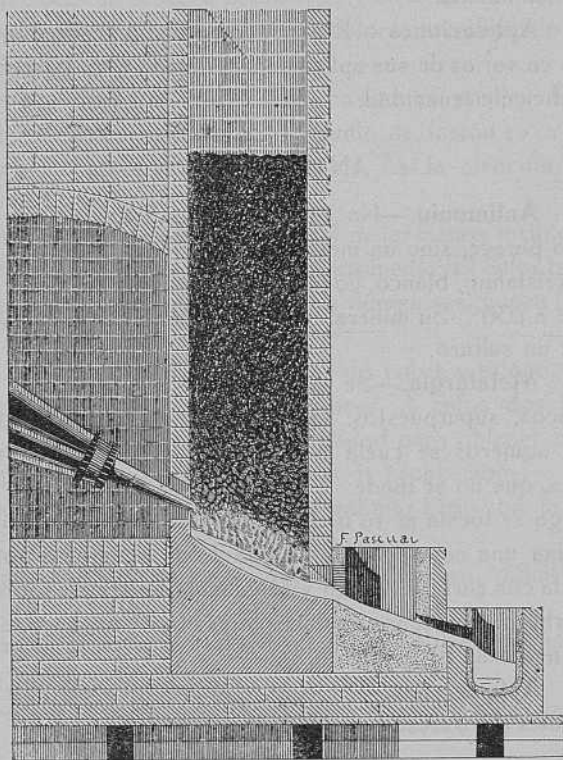


Fig. 22.—Horno de cuba para reducir el óxido de estaño.

cedimientos seguidos son análogos a los del galvanizado del hierro, (n.º 65).

ALUMINIO

73. **Aluminio.** — Es un metal blanco, dúctil y maleable; muy ligero; su densidad es de 2'7; funde a unos 700°; es casi inalterable al aire. No existe libre, pero combinado es abun-

dantísimo en la naturaleza, formando parte de muchas rocas y tierras.

74. **Metalurgia.**—Se emplean procedimientos eléctricos, que no detallamos.

75. **Aplicaciones.**—El aluminio va sustituyendo a los otros metales en varias de sus aplicaciones, debido a su ligereza, unida a suficiente tenacidad.

ANTIMONIO

76. **Antimonio.**—No es un metal, aun cuando por su aspecto lo parece, sino un metaloide.

Es cristalino, blanco, con brillo intenso; su densidad es 6'85 y funde a 630°. Su mineral más importante es la *estibina*, la cual es un sulfuro.

77. **Metalurgia.**—Se funde el mineral en pares de crisoles cónicos, superpuestos; los superiores están taladrados y por los agujeros se cuele la *estibina* fundida separándose de la ganga, que no se funde.

Luego se tuesta al rojo en hornos de reverbero, formando la *estibina* una capa delgada. El óxido de antimonio obtenido se mezcla con carbón vegetal y se calienta en crisoles u hornos de reverbero. Se separa entonces la escoria y se hace la colada en lingóteras de fundición.

78. **Aplicaciones.**—Se emplea sobre todo en aleaciones, a las cuales da dureza y fragilidad.

CAPITULO V

ALEACIONES

79. **Aleaciones.**—Llámase aleación la unión de dos o más metales entre sí, previa su fusión.

Al verter un metal fundido sobre otro puede suceder:

1.º Que no se mezclen, como el hierro y el plomo.

2.º Que se mezclen sólo mecánicamente, sin disolución, como el cobre y el plomo.

3.º Que se produzcan verdaderas combinaciones, las cuales unas veces se separan netamente, y otras se disuelven en el metal que entra en exceso. Por ejemplo: cupro-aluminio; ferro-aluminio; cupro-estaño.

Las cualidades de una aleación casi nunca pueden deducirse de las de sus componentes. El punto de fusión es, a veces, inferior al del componente más fusible. Así la aleación plomo-estaño al 37 % funde a 182°.

Otras veces es superior a la del metal menos fusible.

La densidad es casi siempre un promedio. El color también, aunque hay muchas excepciones. La dureza casi nunca tiene relación con la de los componentes.

80. **Bronces.**—Las aleaciones de cobre y estaño en que predomina el cobre se llaman bronce. A estos dos metales suelen añadirse otros en corta cantidad para obtener cualidades especiales. Los principales tipos de bronce son:

Bronce de cañones.—Se deja trabajar bien con la lima y buril.

Bronce de campanas.—Muy duro y sonoro; difícil de trabajar.

Bronce de espejos.—Así llamado por el hermoso pulimento que admite.

Bronce de objetos artísticos.—Fácilmente fusible, da superficies muy limpias.

Bronces de maquinaria.—Son los que más nos interesan. Su composición, según las aplicaciones, puede verse en la tabla XI.

Muy importante por su resistencia es el *bronce aluminio*, compuesto de cobre con un 10 % de aluminio, como máximo. Es de color de oro y muy sonoro.

Cuando, además de cierta resistencia, se busca sobre todo la ligereza de las piezas, se aumenta mucho la proporción de aluminio, disminuyendo la de cobre hasta un 5%, pero en-

tonces la aleación no se llama ya bronce, sino simplemente aluminio. Con ella se fabrican muchas piezas de automóviles y aeroplanos.

Tabla XI. Bronces de maquinaria

B R O N C E S	Cobre	Estaño	Zinc	Otros metales
Bronce de cojinetes grandes	16	2 1/4	3/4	
» » » pequeños	56	2 1/2	2 1/2	
» » » de locomotoras	64	7	1	
» para excéntricos	90	7,7	2,3	
» » hélices	57	14	29	
» »	81	3	13	3 plomo
» » grifería	81	3	13	3 plomo
» » válvulas	87	13	—	
» » bombas	84	7	9	
» fosforoso para cojinetes. . . .	86	13	—	1 fósforo
» » » engranajes	90	9	—	1 fósforo
» de manganeso	82	8	5	2 manganeso 3 plomo

81. **Latones.**—Son aleaciones de cobre y zinc como componentes principales.

Se emplean mucho en barras para tornillería y otras piezas de maquinaria; en plancha y tubos para quincalla, instrumentos de física y multitud de piezas para electricidad.

Su composición según los usos, puede verse a continuación:

Tanto % de cobre	U S O S
55 a 72	Alambre
60 » 72	Piezas fundidas
80	Aparatos de física y objetos artísticos
60 y algo más de hierro y manganeso	Tornillería
65 a 70	Tubos
67 » 72	Planchas

82. **Metal antifricción.**—Llámanse así las aleaciones a base de zinc, estaño y plomo, a los que se agrega parte de cobre y antimonio para aumentar la dureza.

Se emplea para revestir órganos de máquinas sometidas a

la fricción, y su duración es grande siempre que la lubricación sea abundante; presenta la ventaja de no estropear los ejes y gorriones cuando se agarran por falta de engrase.

He aquí varias fórmulas:

	POR $\frac{0}{2}$		POR $\frac{0}{2}$
a) Cobre	1'60	d) Estaño.	80'00
Estaño	98'10	Antimonio.	20'00
Zinc	0'30	e) Estaño.	46'00
b) Plomo	88'32	Zinc	52'00
Antimonio	11'68	Cobre	1'60
c) Cobre.	80'00	Antimonio.	0'40
Estaño	4'00		
Zinc	16'00		

Los caracteres de imprenta están formados por una aleación de 80 $\frac{0}{100}$ de plomo y 20 $\frac{0}{100}$ de antimonio, a los que, en casos especiales, se añade algo de estaño (metal para máquinas de componer).

83. Moldeado de objetos a base de aleaciones de plomo, antimonio y estaño.—El plomo aleado con un 10 $\frac{0}{100}$ o más de antimonio y, a veces, algo de estaño, se emplea para moldear multitud de objetos: juguetes, imágenes, cubiertos económicos, etc. Los moldes que se emplean son de bronce, a veces muy complicados para permitir la salida de los objetos fundidos. Son de mucho volumen con relación al de las piezas a moldear, para que conserven el calor de una manera uniforme. En fábricas de importancia, el caldo se hace llegar a los moldes a fuerte presión, comunicada por medio de un émbolo.

CAPITULO VI

HERRAMIENTAS DE BANCO

84. Lima.—Es una barra de acero templado, de superficie áspera, cuyo objeto es desbastar y pulir los metales.

85. Clases de limas por su forma.—Las principales

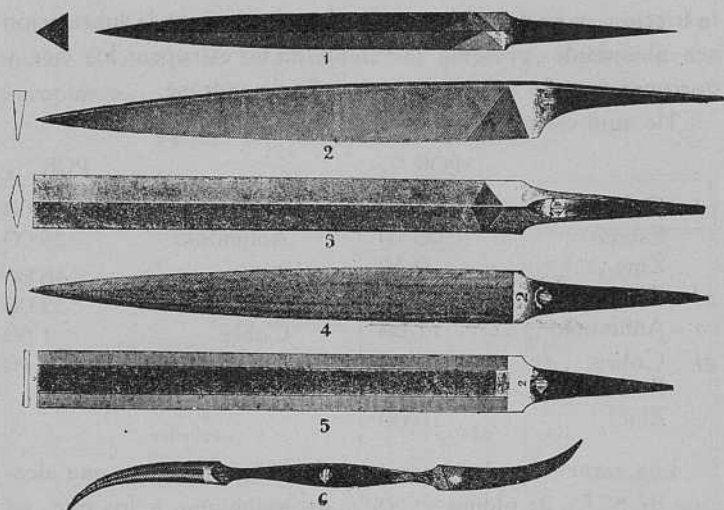


Fig. 25.—Limas. 1, triangular; 2, hoja de cuchillo; 3, romboidal; 4, hoja de salvia; 5, para hender; 6, para superficies cóncavas.

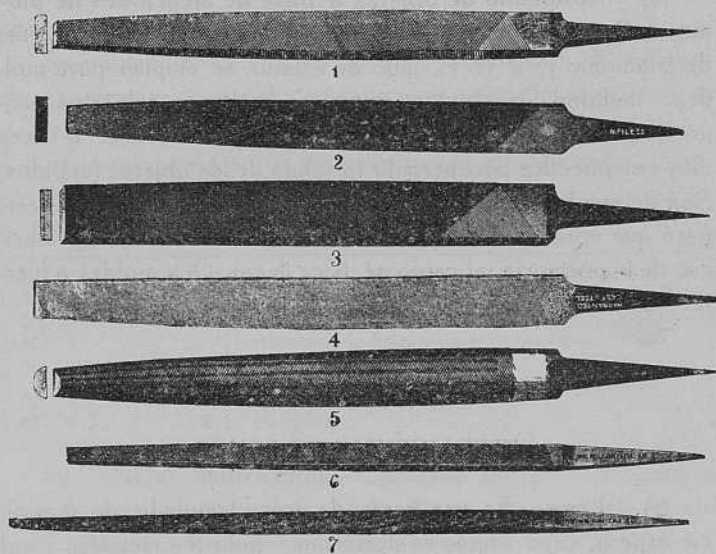


Fig. 24.—Limas. 1 y 3 carletas; 3 y 4, carradas; 5 media caña, 6, cuadrada y 7, redonda.

clases de limas por su forma son: triangulares, hoja de cuchillo, rombales, media caña, carletas, cuadradas y redondas.

86. **Clasificación de las limas por su tallado.**—La superficie de las limas está cubierta de asperezas llamadas dientes,



Fig. 25—Observación de la regularidad de los dientes.

que se obtienen mediante una operación llamada *tallado* o *picado*. Esta puede hacerse a máquina, pero resulta mejor hecha a mano con cinceles especiales,

El principal inconveniente que presentan las limas picadas

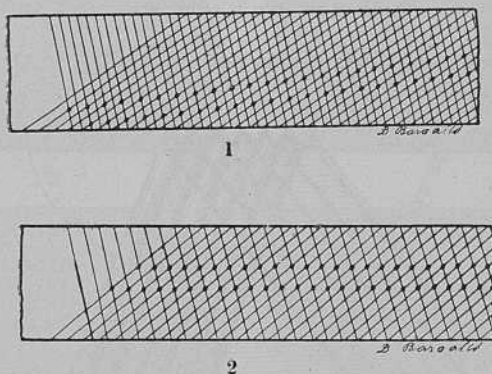


Fig. 26—Posición conveniente, 1, y defectuosa, 2, de los dientes de una lima.

a máquina es una excesiva regularidad, que se nota perfectamente cuando se mira la lima como indica la figura 25.

Las puntas de los dientes no deben corresponderse en líneas paralelas al eje de la lima (fig. 26, 2), pues en este caso la superficie limada quedaría estriada, sino que deben formar (figura 26, 1) líneas curvas o quebradas.

La figura 27, muestra a escala aumentada el perfil conveniente, 1, y defectuoso, 2 y 3 de los dientes de una lima.

El picado puede ser sencillo y doble, según haya una o dos

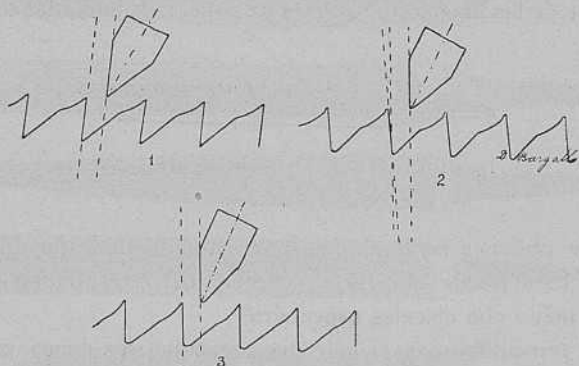


Fig. 27. — Perfil de los dientes de las limas; 1, perfil correcto, 2 y 3, perfiles defectuosos.

series de ranuras. En las limas para ajustador se emplea el picado doble.

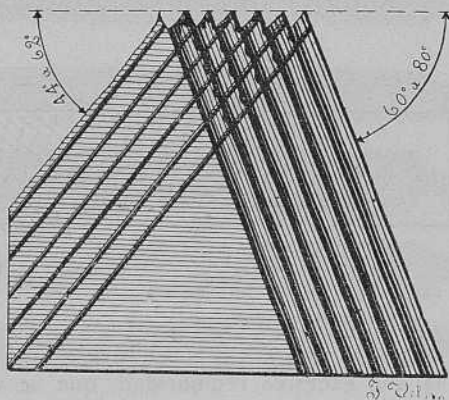


Fig. 28.—Tallado de las limas.

En la figura 28 puede verse como tanto la inclinación, como la profundidad de las ranuras es distinta en cada serie. La distancia entre los surcos varía desde 2 mm. a 0'1 mm. por regla

general, y, según sea mayor o menor, las limas tienen el nombre de *gruesas*, *bastardas*, *semifinas*, *finas* y *extrafinas*. (Fig. 29.)

87. **Uso de la lima.**—Procúrese al empezar a limar ver

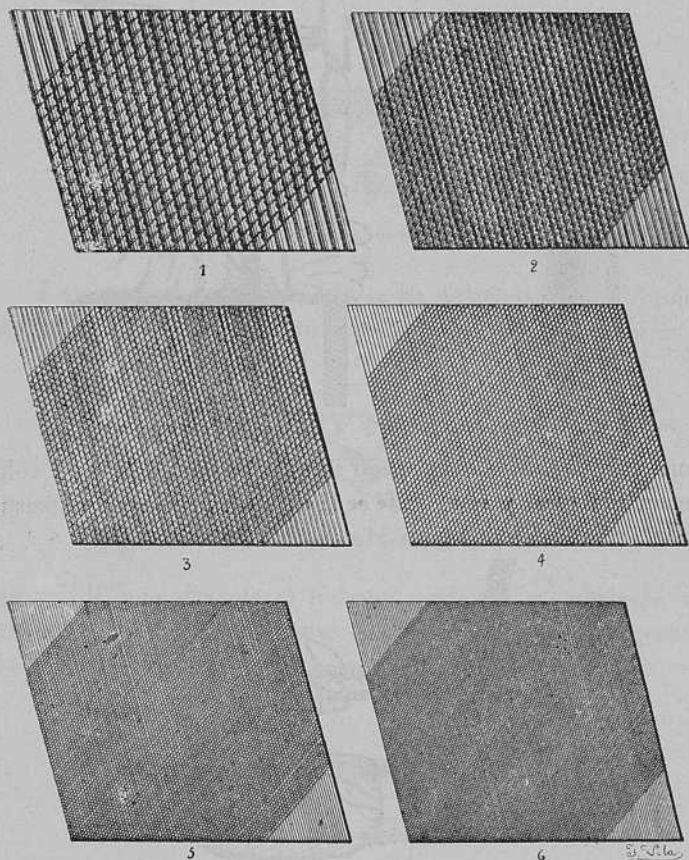


Fig. 29.—1, basto; 2, grueso; 3, bastardo; 4, semifino; 5, fino, 6, extrafino.

si el mango de la lima está bien colocado, pues si está torcido su manejo resulta incómodo y si está flojo puede salirse, con grave riesgo del operador.

Los mangos de las limas suelen hacerse de madera de haya

o fresno y a veces de papel comprimido. Véase en la figura 30 su forma común. Para colocar una lima en su mango, se hace en éste un taladro bien centrado de dimensiones propor-



Fig. 30.—Mango de lima.

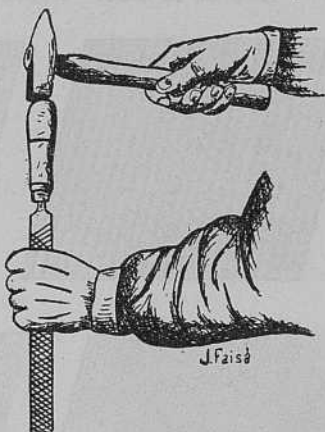


Fig. 31.—Manera de poner el mango a la lima.

cionadas a las de la cola, luego se agranda con la misma cola haciéndola girar y finalmente se la obliga a entrar con el martillo tal como indica la figura 31.

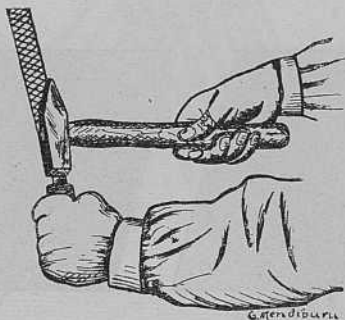


Fig. 32.—Manera de quitar el mango de la lima.

Si la lima fuese grande es conveniente dar la forma definitiva al agujero del mango, calentando al rojo la cola de otra lima vieja igual, y obligándola a entrar en el mismo. Para quitar el mango suele hacerse como indica la figura 32.

Se comprende la conveniencia de que cada lima tenga un mango propio, para evitar la pérdida de tiempo y de mangos que origina ponerlos y sacarlos a menudo.

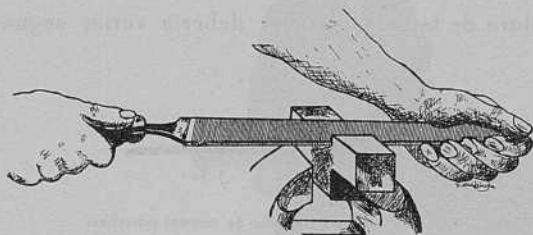


Fig. 33.—Limado de un recodo.

La pieza que se ha de limar se ha de sujetar en el tornillo de banco lo más cerca posible de las mordazas, pues así éstas



Fig. 34.—Limado con limas pequeñas.

sirven de guía durante el trabajo, cuidando no obstante, de evitar el riesgo de alcanzarlas con la lima. Por regla general la lima debe empuñarse tal como indica la figura 39.

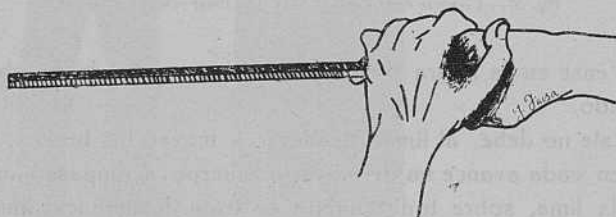


Fig. 35.—Manera de tomar la lima para limar agujeros pequeños.

En las figuras 33, 34 y 35 se indica el uso de la lima en casos especiales.

Para evitar el inconveniente indicado en la figura 36, obsérvese en la figura 37, la manera de manejar una lima delgada al limar una ranura.

La altura de la pieza a limar debería variar según las di-

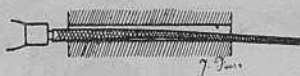


Fig. 36.—Limado defectuoso de ranuras estrechas.

mensiones de la misma, la cantidad de metal que se quiere quitar y la presión que se desea ejercer. Sin embargo la altura del tornillo de banco se mide como en la figura 38.

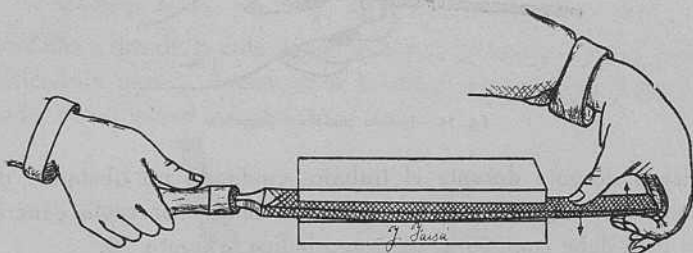


Fig. 37.—Cómo se debe tomar la lima para limar ranuras estrechas.

Véase en la figura 39 la posición correcta de un obrero limando.

Este no debe, al limar, limitarse a mover los brazos, sino que en cada avance ha de mover el cuerpo acompasadamente con la lima, sobre todo cuando se trata de arrancar mucho metal.

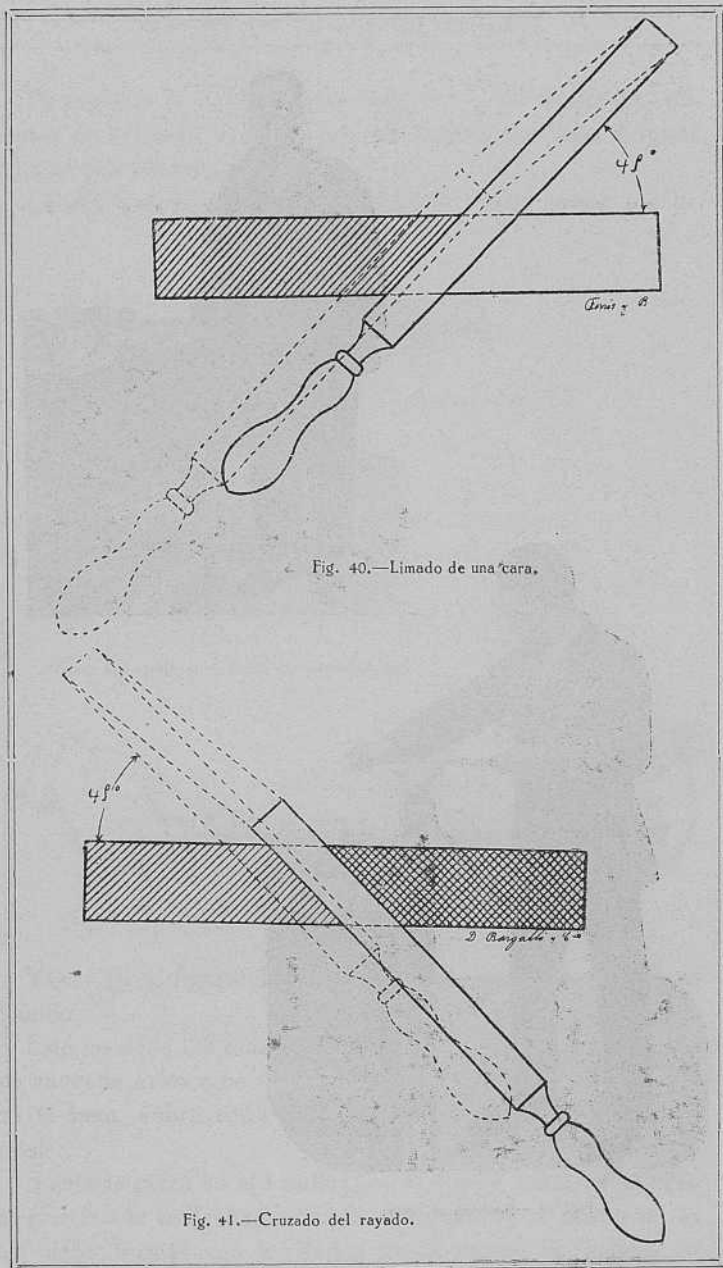
Sujeta la pieza en el tornillo con la cara a limar hacia arriba, primero se la desbasta con la lima gruesa o bastarda, la cual debe formar con los lados de la misma un ángulo de



Fig. 38.—Manera de medir la altura del tornillo.



Fig. 39.—Posición al limar.



unos 45° (fig. 40) procurando no moverla de esta inclinación en toda la extensión de la cara para que el rayado resulte paralelo. Después de una o varias pasadas es conveniente cruzar el rayado (fig. 41) y así la uniformidad del mismo indicará si se limó bien.

Lo mismo se hace con las limas semifinas y finas hasta el acabado de la superficie que se desee. Como *última operación* se pule aquella

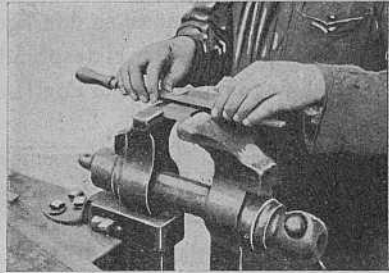


Fig. 42.—Limado de través.

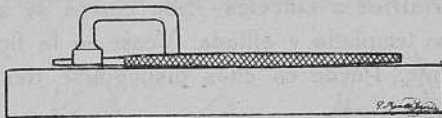


Fig. 43.—Lima con mango de hierro.

tomando la lima fina de través (fig. 42). Cuando la superficie a limar es grande, se coloca en la lima un mango arqueado de hierro (fig. 43) el cual se usa como indica la figura 44.



Fig. 44.—Su uso.

La conservación de las limas exige que cuando son nuevas se las unte con un poco de aceite o sebo, y no se las oprima mucho, ni se limen aristas vivas, pues de otro modo saltan los dientes, disminuyendo mucho el rendimiento. Es además conveniente gastarlas primero por una cara, señalando la otra con un trazo de yeso. Al usar limas finas en hierro dulce, fácilmente se

agarran limaduras a los dientes, las cuales estropean la superficie limada; para evitarlo, se la unta con una ligera capa de yeso y de cuando en cuando se dan ligeros golpes con la lima sobre el tornillo para facilitar el desprendimiento de las virutas. Si esto no basta, se limpia la lima con la carda (fig. 45) moviéndola en

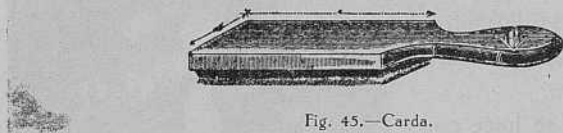


Fig. 45.—Carda.

la dirección del picado. Puede emplearse para lo mismo aceite en lugar de yeso. Un defecto común que debe evitarse es pasar la mano por la cara de la lima y de la pieza que se trabaja.

88. **Cortafríos o cinceles**—Son barras de acero terminadas en cuña templada y afilada. Véase en la figura 46, su forma corriente. Puede en ellos distinguirse tres partes: *El*



Fig. 46.—Cortafríos

mango o parte por donde se agarra el útil, *el filo* o arista cortante del mismo, y la *cabeza*, o parte en donde se golpea.

El mango suele ser de sección rectangular, con los lados pequeños redondeados. La cabeza se hace más pequeña para localizar mejor el golpe.

La longitud total del cortafríos no debe pasar, para los trabajos ordinarios, de 20 cm., correspondiendo unos 6 ó 7 a la parte forjada.

El ángulo que ha de formar la cuña del cortafríos varía según el material que se trabaja. La figura 47 representa una galga para afilar correctamente el cortafríos, según se trate de bronce y cobre (áng. de corte 50°), hierro dulce y acero (60°) y fundición (70°). Para obtener de esta herramienta el rendimien-

to que puede dar, no basta que su ángulo sea el indicado, sino que es preciso, además, que se dé a la misma una inclinación

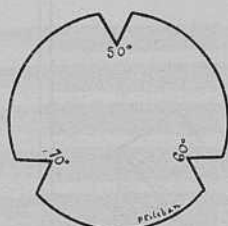


Fig. 47.—Galga para afilar cortafrios.

justa con relación a la superficie que se trabaja; pues si el útil se inclina demasiado resbala, y si poco penetra en ella con peligro de romperse. La cara inferior del corte debe apoyarse

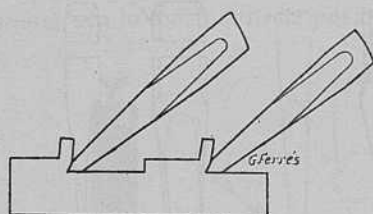


Fig. 48.—Inclinación del cincel.

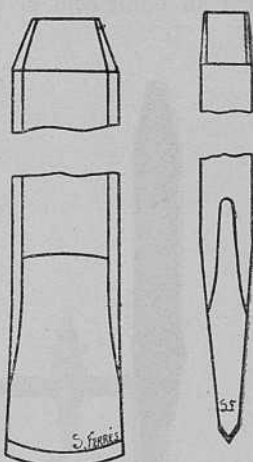


Fig. 49.—Cincel de boca redonda.

en la de la pieza (fig. 48), variando por lo tanto la inclinación según la clase de metal a trabajar. El filo suele ser recto y perpendicular al eje del útil.

Esta forma es sobre todo conveniente cuando se trata de arrancar virutas de regular espesor. También puede redondearse ligeramente (fig. 49), lo que permite cortar virutas pequeñas

y evita el riesgo de rayar la pieza con los ángulos del cincel.

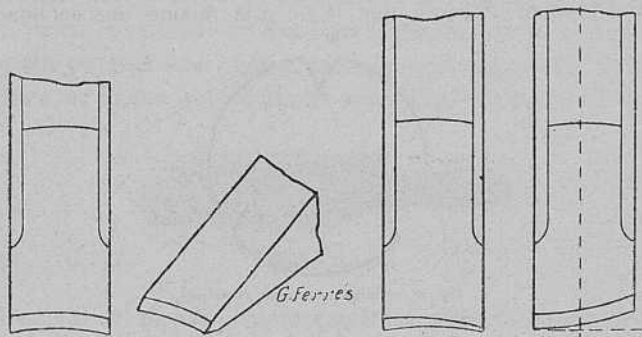


Fig. 50.—Formas defectuosas de las bocas de los cincelos.

Los filos representados en la figura 50, nunca deben emplearse.

89. **Buriles.**—Son cortafíos con la arista de corte pe-

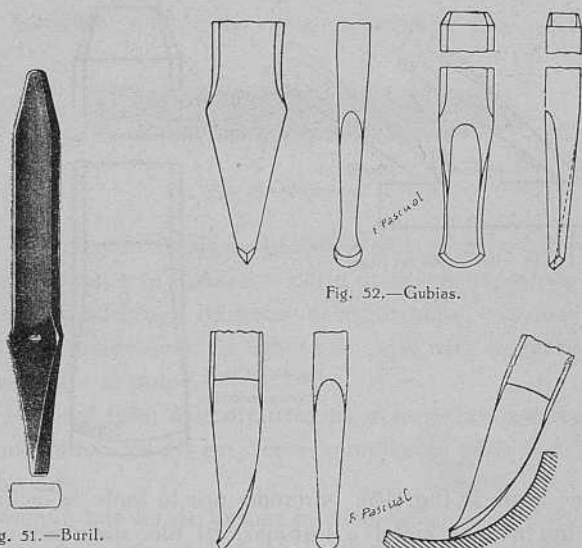


Fig. 51.—Buril.

Fig. 52.—Gubias.

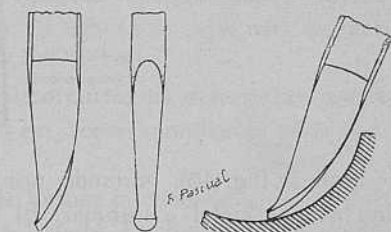


Fig. 53.—Gubia para hacer ranuras de engrase en los cojinetes.

queña (fig. 51). Los buriles de filo redondeado se llaman *gubias* (figs. 52 y 53).

90. **Punzones o granetes.**—Son barras de sección generalmente cilíndrica, terminadas en punta templada (fig. 54).

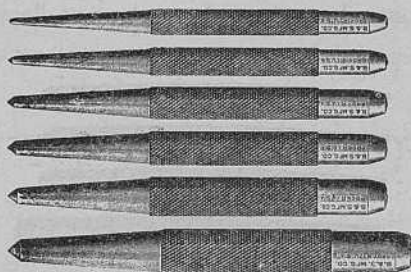


Fig. 54.—Granetes.

Se usan para marcar por medio de puntos las líneas trazadas en las piezas. Ha de procurarse que la intensidad de los golpes sea lo más uniforme posible,



Fig. 55.—Granelo automático.

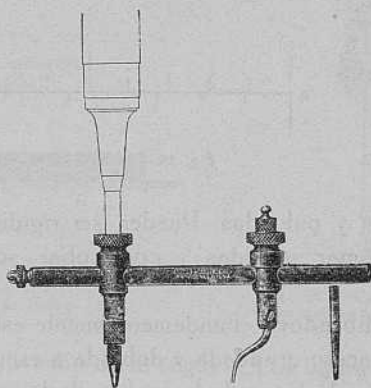


Fig. 56.—Granelo para puntos equidistantes.

Hay punzones (fig. 55) provistos de un mecanismo interior que tiene por objeto el que el marcado sea automáticamente uniforme y graduable a voluntad.

Para hacer los puntos equidistantes se señalan primeramente con el compás de puntas o se emplea un granete especial. (Figura 56).

Los punzones de punta ancha y plana se llaman *botadores*

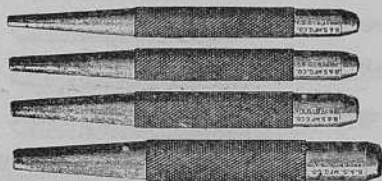


Fig. 57.—Botadores.

(fig. 57) y sirven para desalojar las clavijas de su asiento, y también para abrir agujeros en plancha delgada, variando en este caso su forma según la del agujero.

91. **Reglas de ajustador.**—Son láminas estrechas de acero templado, graduadas por una cara generalmente en mi-



Fig. 58.—Fundamento del nonio.

límetros y pulgadas. Pueden ser rígidas y flexibles. Se usan para tomar medidas y comprobar someramente superficies planas.

Calibrador.—Fundamentalmente está formado por una regla de acero graduada y doblada a escuadra en uno de sus extremos, a lo largo de la cual se desliza otra escuadra sobre la que está grabado un *nonio* que se aplica sobre la graduación de la regla. El nonio es muy usado en muchos instrumentos de medida y se funda en lo siguiente:

Supongamos que la longitud *AB* (fig. 58) es de 9 mm. Si la dividimos en 9 partes iguales (lado inferior de la figura) cada

parte valdrá 1 mm., pero si la dividimos en 10 (lado superior de la figura) cada parte valdrá un mm. menos una décima.

Ahora bien, si suponemos que la graduación superior puede correrse a lo largo de la inferior, partiendo del cero de la escala, se puede en cualquier momento averiguar lo que se ha mo-

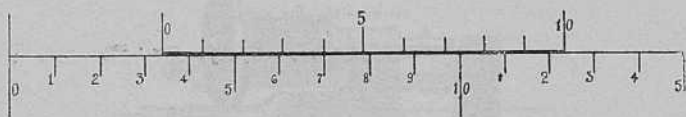


Fig. 59.—Nonio desplazado 3 divisiones y $\frac{4}{10}$ de división.

vido, pues el cero del nonio, o graduación superior, indicará en la escala inferior los mm. enteros; y las partes de mm. (décimas en este caso) nos las indicará la división del nonio que

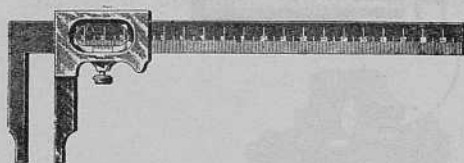


Fig. 60.—Calibrador ordinario.

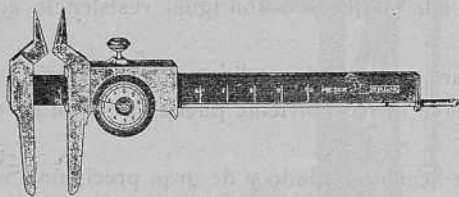


Fig. 61.—Calibrador de estera.

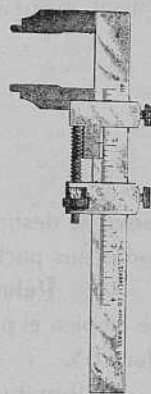


Fig. 62.—Calibrador con tornillo de ajuste.

esté más próxima a una división de la regla. En la figura 59 el nonio se ha desplazado 3 mm. y 4 décimas, $3\frac{4}{10}$ mm.

Ordinariamente los calibradores llevan dos graduaciones (milímetros y pulgadas) con sus nonios correspondientes (figuras 60, 61 y 62). Para que un calibrador pueda considerarse como bueno, es preciso que sus brazos, además de ser bien perpendiculares a la regla, coincidan perfectamente entre sí, de

manera que no dejen pasar la luz cuando el nonio marca cero; para comprobar esto deben limpiarse cuidadosamente del polvo o grasa que puedan tener adheridos. Además la regla debe ser perfectamente calibrada y recta de tal manera que el brazo

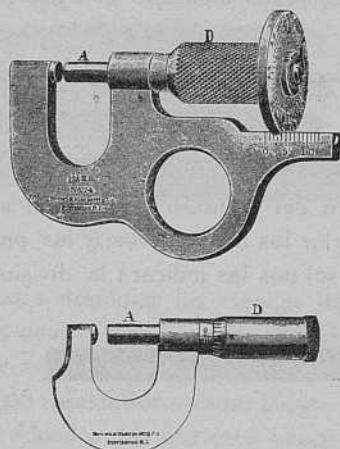


Fig. 63.—Palmers,

móvil se deslice sobre ella sin juego y con igual resistencia en todas sus partes.

93. **Palmer.**—Para comprobar medidas de gran precisión se emplea el palmer, cuya forma corriente puede verse en la figura 63.

El tornillo *A* es de acero templado y de gran precisión. Su paso es generalmente de un milímetro o de $\frac{1}{40}$ de pulgada. Cada vuelta que gire, la distancia entre las puntas aumentará o disminuirá en un mm. o en $\frac{1}{40}$ de pulgada respectivamente. Si el casquillo *D* es solidario del tornillo y está dividido, por ejemplo, en 100 partes iguales, con este instrumento fácilmente se apreciará la distancia entre las puntas con una aproximación de $\frac{1}{100}$ de mm. o $\frac{1}{4000}$ de pulgada.

94. **Micrómetros.**—Son aparatos que sirven para medir con gran precisión la distancia entre superficies que se enfron-

tan. Las figuras 64 y 65, y lo dicho respecto del palmer nos exime de más explicaciones.



Fig. 64.—Micrómetro.



Fig. 65.—Micrómetro de alargadera.

95. **Tornillo de banco.**—Sirve para sujetar las piezas que se han de limar o escarpar.

Los hay de dos tipos, a saber: *tornillo articulado* y *tornillo paralelo*.

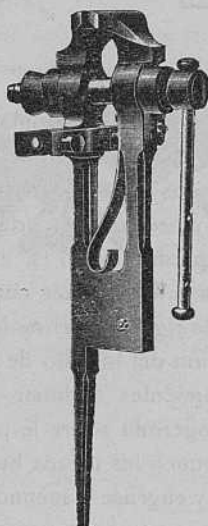


Fig. 66.—Tornillo articulado.

El primero (fig. 66) es más fuerte y sufrido y se usa, sobre todo, para trabajos de cerrajería.

Es completamente de acero, o a lo menos son aceradas las mandíbulas. Por no quedar los caras interiores de éstas paralelas al abrirse el tornillo, no se presta bien para el trabajo de ajustador. (Fig. 67.)

El tornillo paralelo, así llamado porque sus mandíbulas siempre son paralelas sea cual sea la distancia que las separa, suele ser de fundición, con las mandíbulas de acero. Las figuras 68, 69 y 70 presentan varias de sus formas.

Para sujetar más fácilmente las piezas, sin exagerar la presión, lo cual es siempre perjudicial a la duración del tornillo,

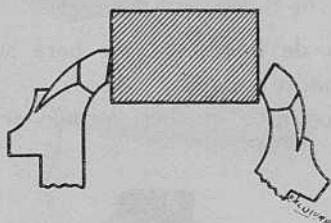


Fig. 67. — Inconveniente del tornillo articulado.

las mordazas presentan su cara frontal estriada. Cuando se han de trabajar piezas y hay peligro de que estas estrías muerdan las caras ya labradas de las mismas, se revisten las mandíbulas del tornillo con mordazas de cartón, latón, zinc, cobre y, más comúnmente, de plomo (fig. 71); estas últimas presentan la ventaja de ser fácilmente rehechas cuando se han estropeado con el uso. Véase en la figura 72 el molde que para hacerlas se emplea. La conservación del tornillo de banco exige que no se le toque con las herramientas al limar o escarpar, que no se ejerza una presión exagerada sobre la palanca, sobre todo golpeándola; que se coloquen las piezas bien centradas, a ser posible, y que se limpie y engrase a menudo.

96. **Tornillos de mano.**—Son pequeños tornillos articulados. Se emplean para ejecutar trabajos sobre piezas pequeñas que se han de mover a menudo. (Fig. 73 y 74.)

97. **Otras herramientas.**—Citamos a continuación otras

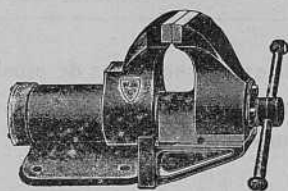
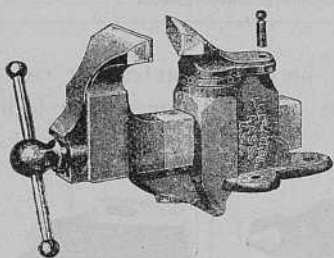


Fig. 68 y 69.—Tornillos paralelos.

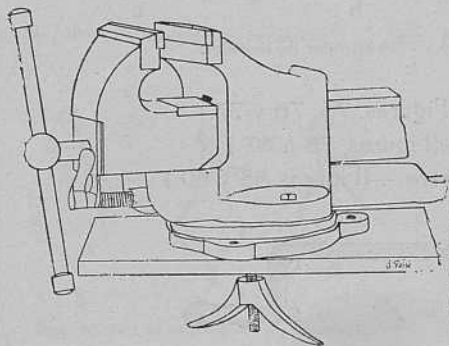


Fig. 70.—Tornillo paralelo rápido.

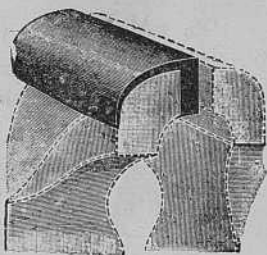


Fig. 71.—Mordeza de plomo.

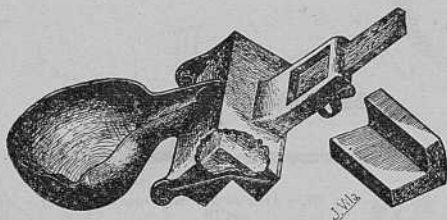


Fig. 72.—Molde para mordezcas de plomo.

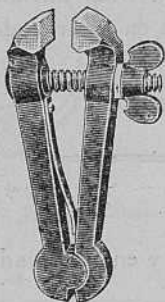


Fig. 73.—Tornillo de mano.



Fig. 74.—Tornillo para chaflanar.

varias herramientas de ajustador, muy importantes por cierto, pero cuyo manejo y aplicaciones omitimos por ser de todos conocidos.



Figs. 75, 76 y 77.—Martillos de ajustador.

98. **Martillos.**—(Figuras 75, 76 y 77.)
 99. **Compases.**—(Figuras 78 a 87.)
 100. **Arcos de sierra.**—(Figuras 88 y 89.)

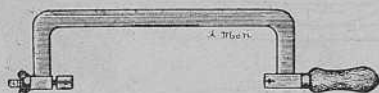


Fig. 88.—Arco de sierra ordinario.

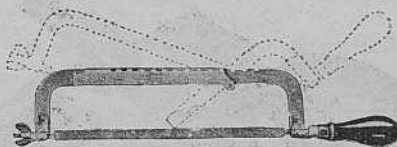


Fig. 89.—Arco de sierra graduable.

101. **Punta de señalar.**—(Fig. 90). Más adelante trataremos de otras herramientas empleadas en el trazado de las



Fig. 90.—Puntas de señalar.

piezas (mármoles, gramiles, calzos, etc.) y en el rascado de superficies planas y curvas.



1



2



6



7

Figs. 78 y 79.—Compases de puntas.

Figs. 83 y 84.—Compases de interiores.



3



4



5

Figs. 80, 81 y 82.—Compases de espesores

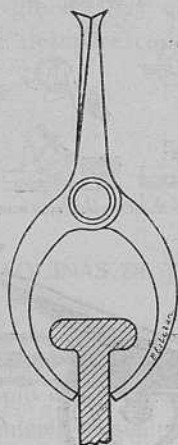
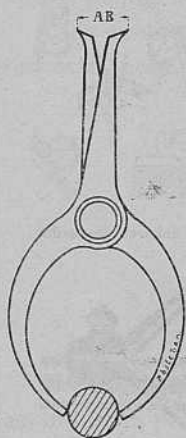
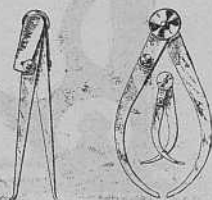
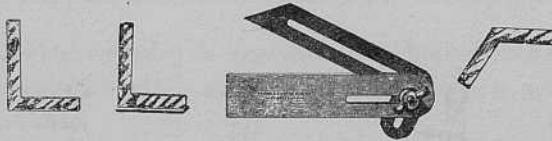


Fig. 85.—Compás doble.



Figs. 86 y 87.—Compases especiales para espesores e interiores.



Figs. 91 a 94.—Escuadra ordinaria, de solapa, falsa escuadra y escuadra para exágonos.

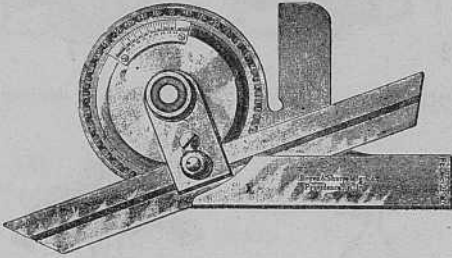


Fig. 96.—Escuadra con arco graduado.



Fig. 95.—Escuadra para centrar

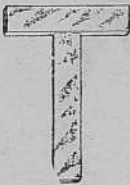


Fig. 97.
Eescuadra de T

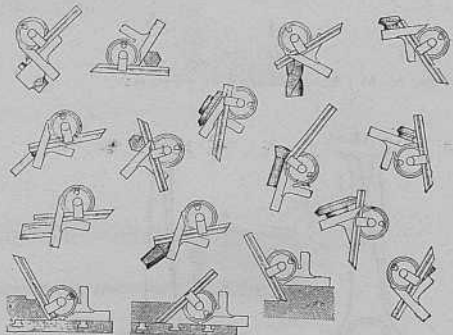


Fig. 96 b.—Diversas aplicaciones del arco graduado.

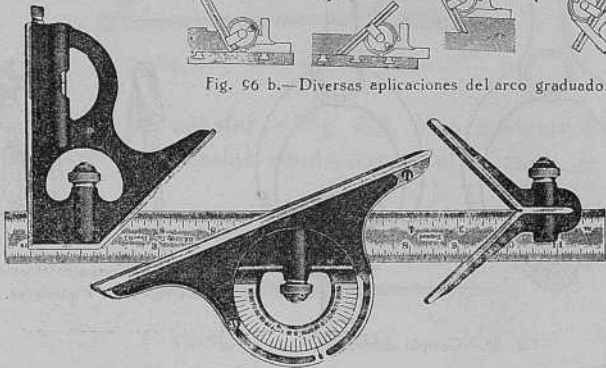


Fig. 98.—Eescuadra universal.

102. **Escuadras.**—(Figuras 91 a 98.)

103. **Reglas para marcar, desbastar y ajustar.**—1.º El hierro que se ha de trabajar, si ha de obtenerse de una barra o bloque, se corta a medidas convenientemente aumentadas por medio de la sierra, cortafríos, tijera, etc.

2.º Si es preciso, se le endereza, golpeándolo en el yunque o clavera.

3.º Usando la regla, punta de trazar, compás, y, en casos especiales, el mármol y el gramil, como más adelante se dirá, se marca la pieza, previamente pintada con una mezcla de polvo fino de yeso y alcohol, y se fijan las líneas por medio de puntos hechos con el granete.

4.º Se desbasta, primero con el buril o cortafríos, y luego con las limas sucesivamente según su finura, no llegando a las líneas marcadas sino en la operación final o de pulido.

Téngase en cuenta que muchas veces hay que alternar la operación de marcar con la de desbastar, pues ésta puede borrar los puntos hechos en la primera.

A los puntos de granete hay que darles una profundidad prudencial, para que desaparezcan en la operación de pulido.

CAPITULO VII

MAQUINAS DE TALADRAR

104. **Máquinas de taladrar.**—La necesidad de servirse casi desde un principio de la máquina de taladrar, nos obliga a explicar el funcionamiento de sus principales tipos, aunque para ello tengamos que alterar un poco el plan que nos hemos propuesto.

Deseamos que la explicación que los alumnos den de las máquinas herramientas sea especialmente *gráfica*, lo cual, al mis-

mo tiempo que les hace darse cuenta de todos sus detalles, desarrolla mejor la inventiva de los más dispuestos.

105. **Máquina de taladrar antigua.**—La citamos, pues

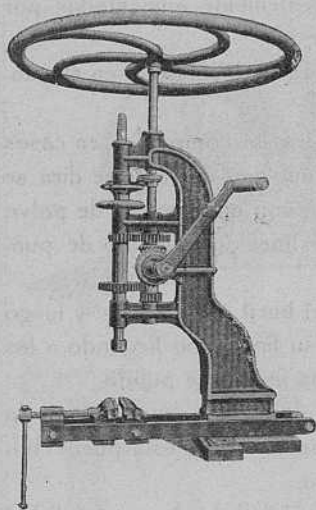


Fig. 99.—Teledradora antigua a mano.

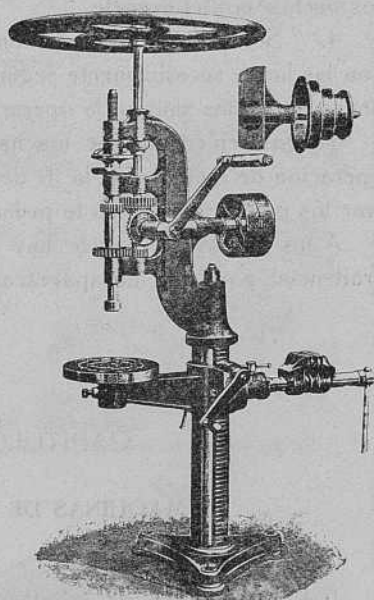
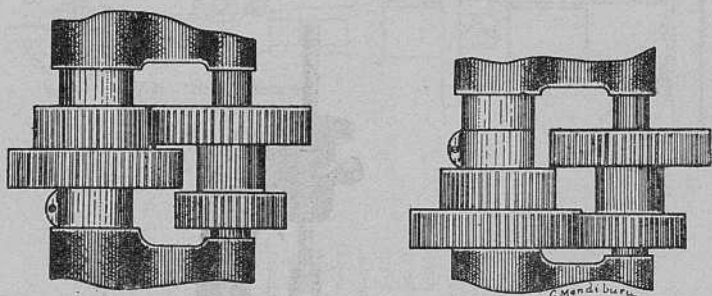


Fig. 100.—Teledradora antigua con movimiento a mano y por correa.

todavía se emplea bastante en los falleres de pequeña importancia. Véase en la figura 99 su forma corriente.

Su movimiento es a mano, si bien puede colocarse en lugar del manubrio una polea escalonada. (Fig. 100.)

Pueden obtenerse dos velocidades de la broca desplazando el doble piñon (figs. 101 y 102), El avance puede ser a mano,



Figs. 101 y 102.—Detalle del cambio de marchas.

moviendo el volante, o bien automático, haciendo que funcione el cric (fig. 103).

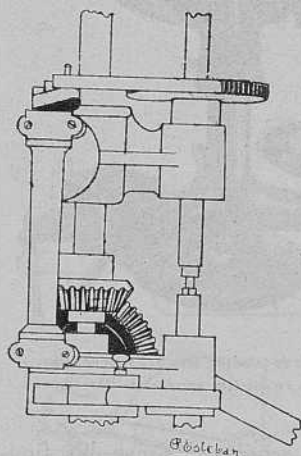


Fig. 103.—Detalle del avance.

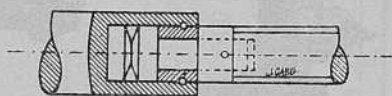


Fig. 104. Detalle de la unión de los husillos.

Véase en la figura 104 la unión del husillo porta-brocas con el tornillo que le hace avanzar.

106. **Máquinas sensitivas.**—Así se llaman porque en ellas se puede apreciar muy fácilmente la presión que se ejerce so-

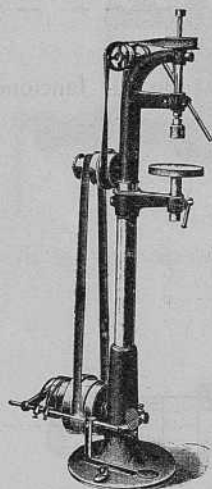


Fig. 105.—Taladradora sensitiva.

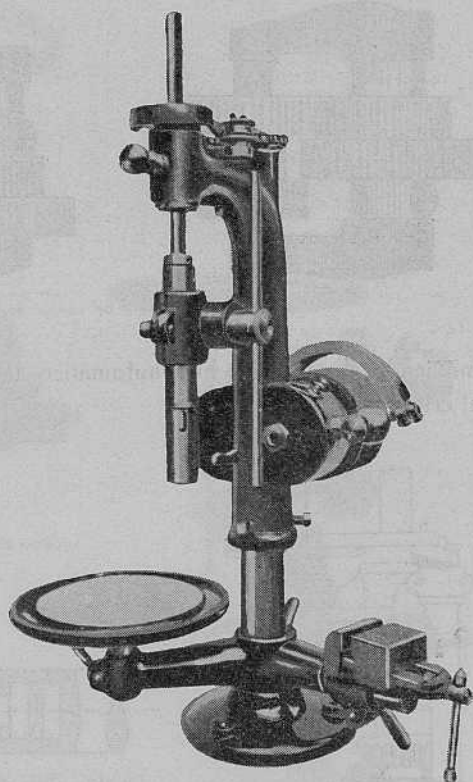
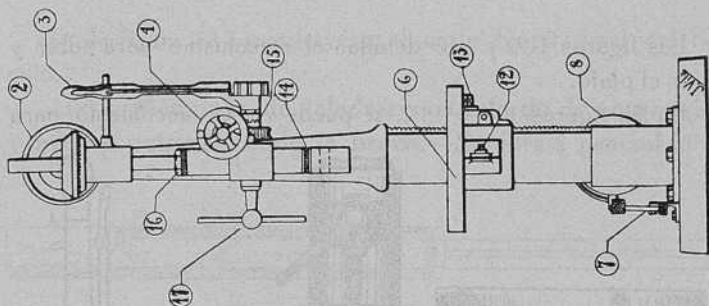


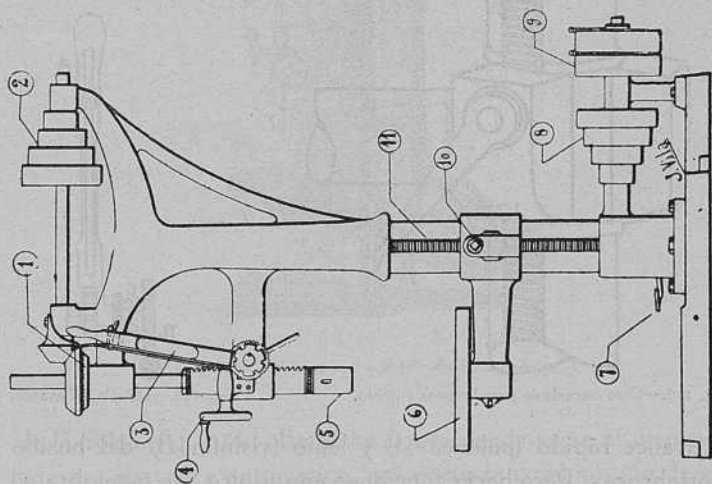
Fig. 106.— Máquina de taladrar sensitiva y monopolea, E S A M, construída en nuestras escuelas de Barcelona.

bre la broca. Sus formas son muy variadas. Véanse las figuras 105 y 106, cuya claridad nos exime de más explicaciones.

107. **Taladradora corriente.**—Véase en las figuras 107 y 108 su forma más común, con el nombre y objeto de casi todas sus partes.



Figs. 107 y 108. — Taladradora corriente: 1, engranajes cónicos; 2 y 8 conos-poleas; 3, palanca de avance rápido; 4, volante para el avance lento; 5, husillo; 6, plato; 7, pedal de disparo; 9, poleas fija y loca; 10 y 13, mecanismo para subir y bajar el plato; 11, cremallera; 12, fornillo para fijar el plato; 14, cojinete de empuje axial; 15, embague de dientes; 16, tuerca y contratuercas, para recuperar el juego axial del husillo.



Las figuras 109 y 110 detallan el mecanismo para subir y bajar el plato.

En las figuras 111 y 112, se puede ver el mecanismo para

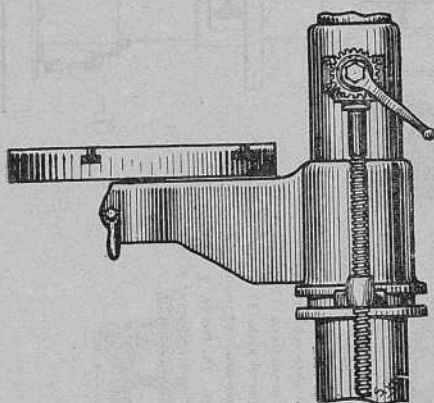


Fig. 109.—Mecanismo para subir el plato.

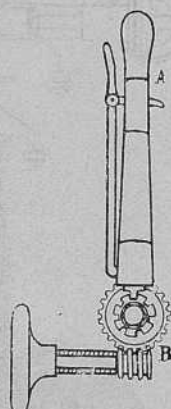


Fig. 111.—Detalle del avance.

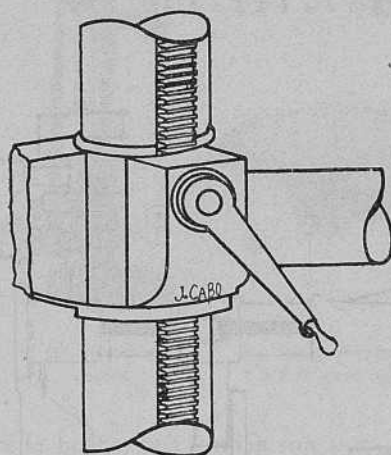


Fig. 110.—Otro mecanismo para levantar el plato.

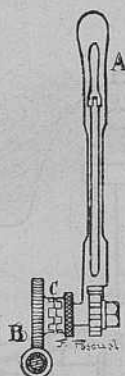


Fig. 112.—Detalle del avance.

el avance rápido (palanca *A*) y lento (visinfín *B*) del husillo portabrocas. Para hacer funcionar uno u otro, se maniobra el embrague de dientes *C*.

En la figura 113 puede verse el corte longitudinal del husillo.

108. **Máquinas de taladrar con retardo de engranajes y avance automático de la broca.**—Su forma general es la



Fig. 113. - Corte longitudinal del husillo.

misma que la de las anteriores, aunque más reforzada. Una combinación de cuatro engranajes fácilmente manejable, permite obtener un número de revoluciones doble del de escalones

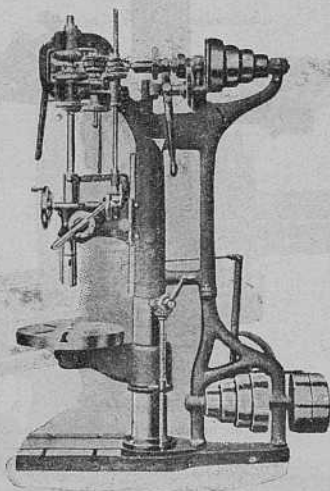


Fig. 114. - Taladradora con retardo de engranajes.

de la polea (fig. 114.) En dicha figura puede verse el dispositivo para el avance automático, así como la combinación de engranajes cónicos que, mediante una palanca y un embrague de

dientes, permite obtener la marcha a derecha e izquierda del husillo, detalle que la hace muy útil para el roscado.

109. **Taladradoras monopoleas.**—En estas máquinas de

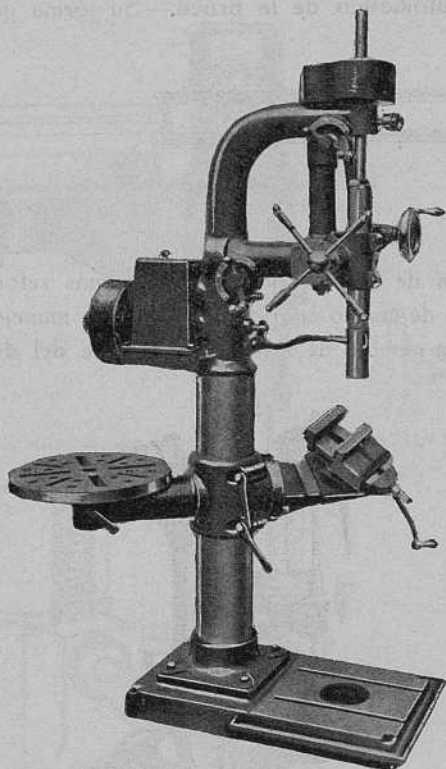


Fig. 115.—Taladradora monopolea, E S A M.
construida en nuestras escuelas de Barcelona.

taladrar la variación de la velocidad de la broca se obtiene por el desplazamiento de trenes de engranajes, mediante palancas.

En la de la figura 115 las diferentes revoluciones se obtienen por la chaveta corrediza *A* (fig. 116) que puede hacer solidario del eje de acero templado *C* uno cualquiera de los engranajes *P*, *Q*, *R*, *S*, cuyo tubo es también de acero templado.

110. **Taladradoras radiales.**—En estas máquinas (fig. 117) el husillo portabrocas va montado en un carro que se

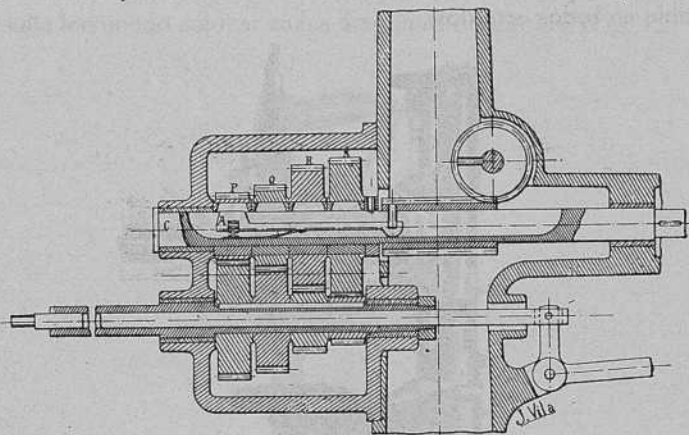


Fig. 116.—Caja de velocidades

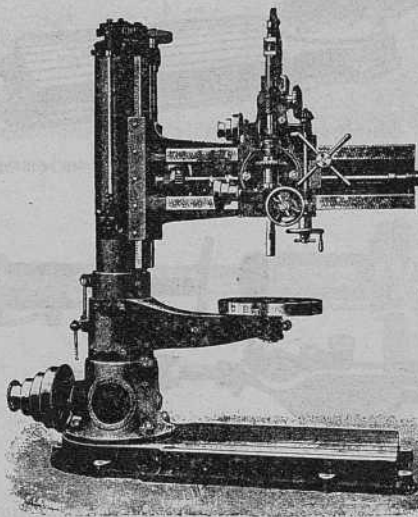


Fig. 117.—Taladradora radial

desliza sobre las guías de un potente brazo, capaz a su vez de girar alrededor de una fuerte columna.

En algunas (fig. 118) el brazo puede girar alrededor de un eje horizontal, lo mismo que el husillo, siendo así éste orientable en todos sentidos.

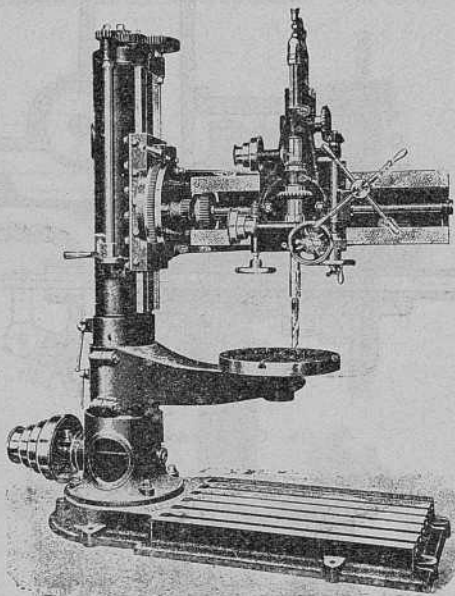
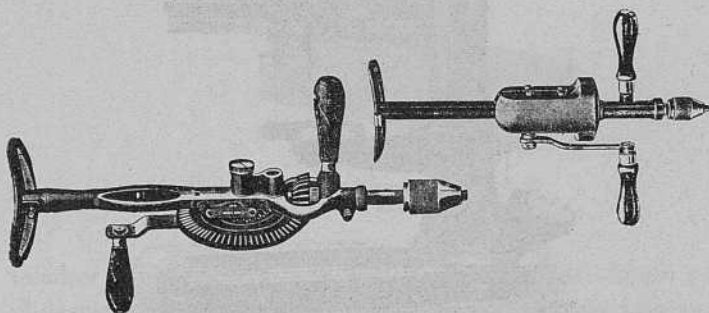


Fig. 181.—Taladradora radial orientable en todos sentidos



Figs. 119 y 120.—Taladradoras de mano

111. **Taladradoras de mano.**—Se usan casi siempre para pequeños agujeros, o para chaflanar, pues su manejo es penoso. (Figs. 119 y 120.)

112. **Taladradoras de mano eléctricas.**—Son utilísimas para hacer agujeros en piezas que por su forma o dimensiones resulta incómodo colocar en las máquinas ordinarias. (Fig. 121.)

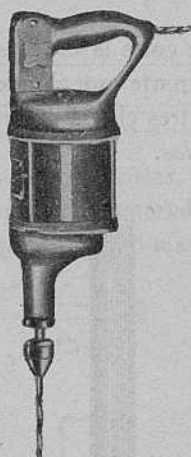


Fig. 121.—Taladradora eléctrica de mano.

Un pequeño motor eléctrico actúa mediante una reducción de engranajes sobre el husillo portabrocas. En ellas se han de

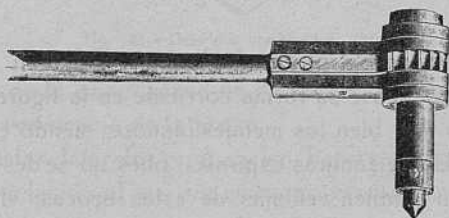


Fig. 122.—Chicharra.

vigilar a menudo las escobillas, no olvidándose de cambiarlas cuando estén *desgastadas*.

113. **Chicharras.**—Véase su forma corriente en la figura 122.

Su uso es sólo indicado cuando, por cualquier motivo, no pueden ser empleadas las máquinas anteriores.

114. **Brocas.**—Brocas son barras de acero templado y de tal manera afiladas por un extremo, que al girar pueden penetrar en un cuerpo.

La parte por donde corta la broca se llama *cabeza*; la parte central, *cuerpo*, y la parte por donde se sujeta, *cola*, la cual no está templada. Hay tres clases de brocas: de *punta de lanza*, de *pezón* y *ranuradas*.

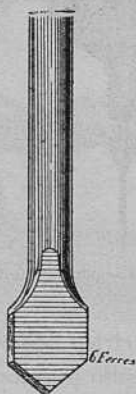


Fig. 125.—Broca de lanza.

115. **Brocas de punta de lanza.**—También se llaman brocas planas. Véase su forma corriente en la figura 125.

Trabajan muy bien los metales blandos, siendo en este caso preferible a las de ranuras espirales, pues no se desvían tan fácilmente. Son también ventajas de estas brocas, el adaptarse fácilmente a cada caso particular, el poder regular su temple con relación a la dureza del material empleado, y el extraerse los trozos con facilidad, cuando se rompen al hacer un taladro.

Se forjan generalmente de barras redondas o cuadradas, debiendo la cabeza tener mayores dimensiones que la barra, para la fácil salida de las virutas. Puede ahorrarse el trabajo

del forjado empleando barras de acero de sección especial (figura 124) bastando en este caso afilarlas en la muela tal como indica la misma figura.

Estas brocas presentan tres aristas cortantes *a*, *b*, y *c*. (Fig. 125.)

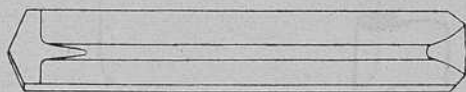


Fig. 124. — Barra de acero especial para brocas de lanza.

Las caras que forman estas aristas, forman entre sí ángulos que varían con la dureza del material que se trabaja, siendo en general tanto más agudos cuanto más blando es. (Fig. 125.)

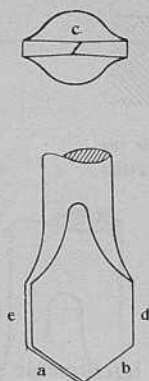


Fig. 125. — Detalle de una broca de lanza.

El espesor de la parte plana ha de ser tan pequeño cuanto lo permita la resistencia de la broca.

Las aristas laterales *e*, *d*, suelen hacerse ligeramente inclinadas con relación al eje; sin embargo es conveniente hacerlas paralelas, a lo menos en un corto espacio, pues así queda mejor guiada la broca. Esta guía debe ser cortante si se desea que el agujero quede alisado, pero si se quiere que sirva únicamente de guía, no debe tener corte, debiendo en este caso afilarse muy bien los labios para que no frotan en las paredes del agujero.

El punto *c* de la figura 125 debe estar exactamente en el eje

de rotación de la broca y las guías d y e ser equidistantes de él, pues de lo contrario el agujero resultaría de un diámetro mayor que el ancho de la broca. (Fig. 126.)

Este defecto puede convertirse en ventaja si se precisa hacer

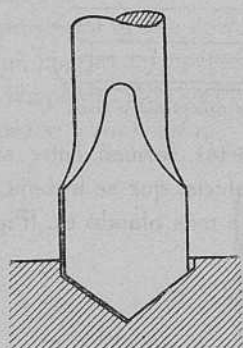


Fig. 126.—Inconveniente de una broca cuyos labios son desiguales.

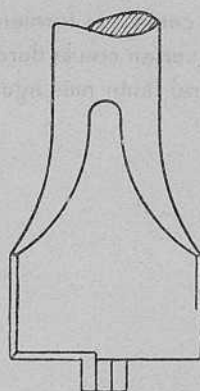


Fig. 127.—Broca de pezón.

agujeros de un diámetro ligeramente superior a la anchura de la broca disponible, para lo cual se la afila disimétricamente; una vez usada la broca, debe volverse a su forma primitiva.

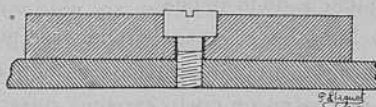


Fig. 128.—Alojamiento de la cabeza de tornillos.

116. **Brocas de pezón.**—Se utilizan para hacer agujeros de fondo plano (fig. 127). Su objeto principal es hacer alojamientos para la cabeza de los tornillos (fig. 128). Otras veces

se emplean para hacer perfiles determinados (figs. 129 y 130). Para usarlas es preciso hacer antes un taladro del diámetro del

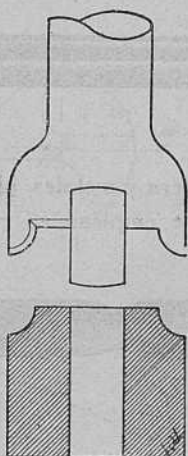


Fig. 129.—Broca perfilada de pezón.

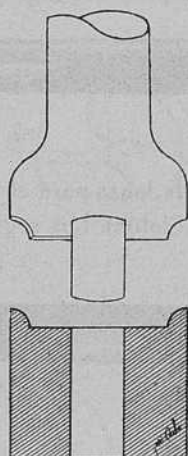


Fig. 130.—Broca perfilada de pezón.

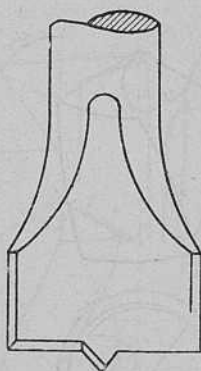


Fig. 131.—Broca para agujeros de fondo plano.

pezón. Si se requiriese un agujero de fondo enteramente plano, se emplean brocas como la de la figura 131, comenzando antes el agujero con una broca ordinaria.

117. **Brocas ranuradas.**—Son barras cilíndricas de ace-

ro templado en las cuales se han practicado ranuras ya rectas, ya espirales. Hoy día son casi las únicas empleadas.

Las primeras (fig. 132) o de ranuras rectas, suplen a las de



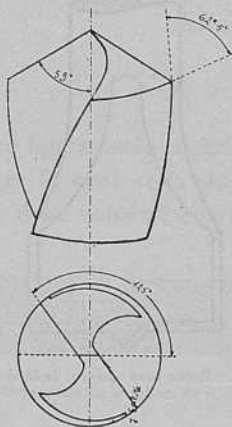
Fig. 132.—Broca de ranuras rectas.

punta de lanza para el trabajo de la madera y metales blandos (cobre, latón). Las segundas (fig. 133) se emplean en el tala-



Fig. 133.—Broca espiral.

drado de toda clase de metales, sobre todo del hierro, acero y fundición; son las más universalmente empleadas.



Figs. 134 y 135.—Detalle de una broca espiral.

Véase su disposición en las figuras 134 y 135.

Los ángulos que en ellas se indican han de tenerse muy en

cuenta, pues de lo contrario la broca no daría todo su rendimiento. La fig. 136 muestra una broca bien, demasiado y poco

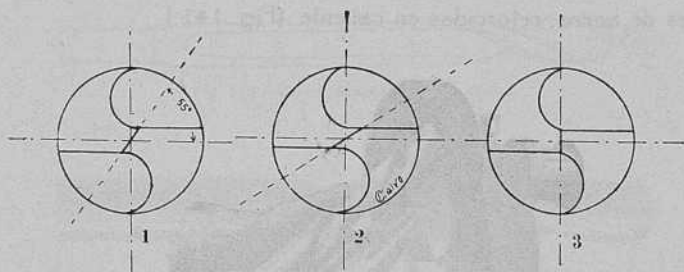


Fig. 136.—Afilado de las brocas espirales. 1 Bien afilada. 2 Demasiado, 3 Poco.

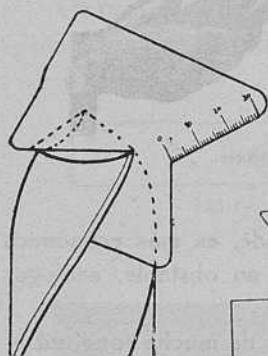


Fig. 137.—Comprobación del ángulo de corte.

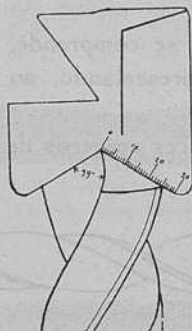


Fig. 138.—Comprobación del ángulo de la punta.

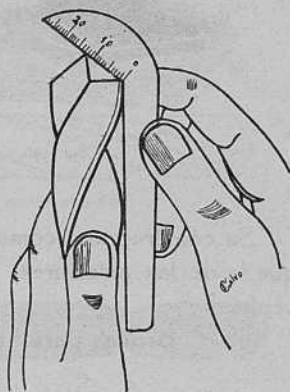


Fig. 139.—Comprobación de la longitud de los labios.

afilada. Los dos labios deben ser iguales en longitud e inclinación. Hay galgas (figs. 137, 138 y 139) que permiten comprobar todos estos detalles.

El afilado de las brocas espirales resulta imperfecto si se

hace a mano, por lo que se recomienda el uso de aparatos especiales. (Fig. 140.)

118. **Brocas retorcidas.**—Se construyen de barras planas de acero, retorcidas en caliente. (Fig. 141.)

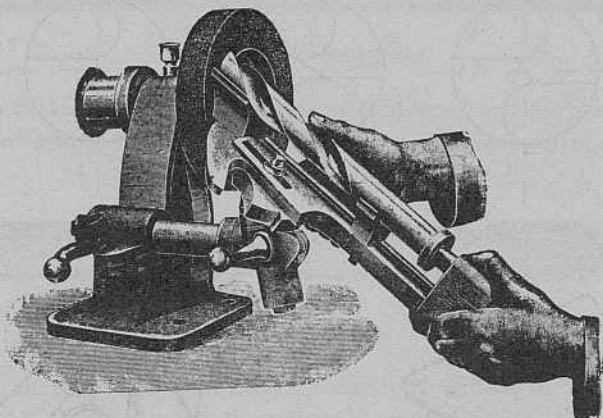


Fig. 140.—Máquina para afilar brocas.

Su construcción, como se comprende, es más económica que la de las anteriores, presentando, no obstante, análogas ventajas.

119. **Brocas para hacer agujeros de mucha longitud.**—



Fig. 141.—Broca retorcida.

Las brocas en este caso empleadas tienen la forma de la figura 142. Las ranuras son espirales solamente cerca de la punta de la broca.

120. **Brocas con agujeros o ranuras para el aceite.**—Para facilitar el engrase cuando se taladra hierro o acero, se

construyen brocas (fig. 143) con la cola hueca, la cual comunica por medio de dos pequeños orificios con la punta de la broca.

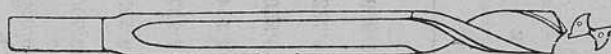


Fig. 142.—Broca para agujeros muy largos.



Fig. 143.—Broca con agujeros para el engrase.

Ordinariamente se construyen, con más sencillez, con dos pequeñas canales exteriores. (Fig. 144.)



Fig. 144.—Broca con ranuras para el engrase.



Fig. 145.—Broca de cola cilíndrica.



Fig. 146.—Broca de cola cónica

121. **Sujeción de las brocas.**—Las brocas pueden ser por la forma de su cola, cilíndricas y cónicas. (Figs. 145 y 146.)

Tabla XII. Medidas de los «Conos Morse»

Numero	D	A	P	B	H	K	L	W	T.	d	t	R	a	S
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
0	6'401	9'042	50'799	89'530	51'593	49'212	14'287	4'064	6'350	6'095	3'969	3'969	1	56'355
1	9'372	12'065	53'974	65'085	55'561	52'387	19'050	5'410	7'937	8'890	4'762	4'762	1'3	60'324
2	14'521	17'780	65'086	77'786	66'674	63'499	22'225	6'604	9'525	13'492	6'350	6'350	1'5	73'024
3	19'769	23'825	80'961	95'248	81'549	77'786	26'987	8'179	11'112	19'055	7'939	7'144	2	90'486
4	25'908	31'267	103'19	120'65	104'77	98'423	31'749	12'141	12'700	24'606	11'906	7'937	2'5	114'297
5	37'464	44'398	131'76	152'4	133'35	125'41	38'099	16'129	15'875	36'718	15'875	9'525	3	146'047
6	53'745	63'346	184'15	211'13	187'32	177'80	44'449	19'304	22'225	50'799	19'050	12'700	3'8	203'196
7	69'849	83'056	542	295'27	257'17	241'30	66'674	28'828	34'924	68'261	28'574	19'050	4'6	285'744

Los conos más empleados en el segundo caso son los conos «Morse», cuyas medidas, referidas a la figura 147, pueden verse en la tabla XII.

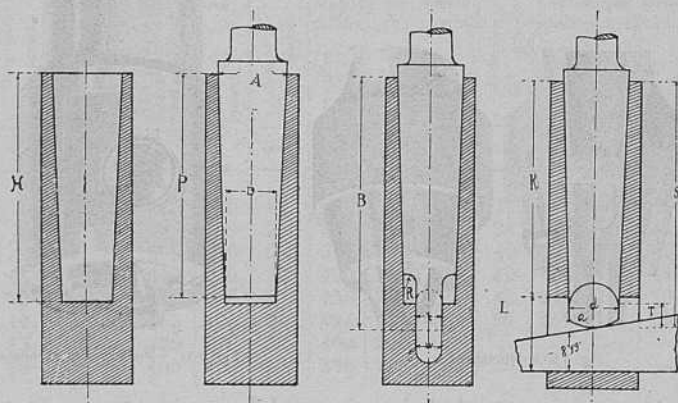


Fig. 147. - Conos «Morse».

El número del cono correspondiente a cada broca varía según su diámetro. Así, las brocas hasta 15 mm., inclusive, llevan cono Morse n.º 1; hasta 23 mm. n.º 2; hasta 32 mm. n.º 3; has-



Fig. 148. - Manguito cónico.



Fig. 149. - Cuchilla para desalojar las brocas y manguitos.

ta 50 mm. n.º 4; hasta 80 mm. n.º 5 y hasta 100, n.º 6, siempre inclusive.

Para sujetar una broca de un cono determinado en un cono de un número superior, se emplean manguitos (fig. 148) especiales. Para desalojar de ellos la broca deben usarse cuchillas de la forma de la figura 149.

Las brocas cilíndricas se sujetan mediante los llamados por-

tabrocas, de los cuales presentamos los principales tipos en las figuras 150, 151 y 152.

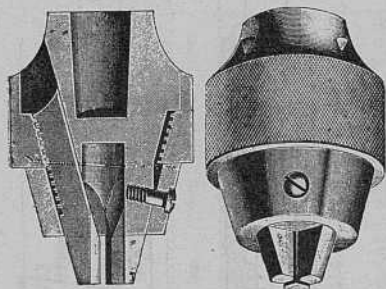


Fig. 150. — Portabrocas.



Fig. 151. — Portabrocas "Oneida".

La conservación de la broca y portabrocas exige que aquella no patine al taladrar. Si convenientemente apretada patina,



Fig. 152. — Portabrocas.

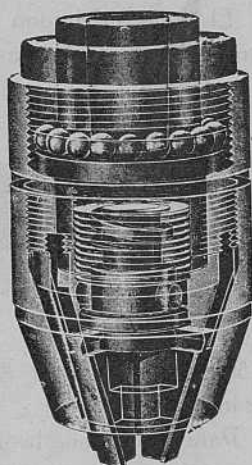


Fig. 152 bis. — Visfa interior.

quiere decir que, o se avanza demasiado, o hay que afilar la broca, o está el portabrocas inutilizado por haberlo empleado mal.

Tabla XIII. Número de revoluciones por minuto para brocas de acero rápido.

Diámetro del agujero	Vueltas por minuto			Diámetro del agujero	Vueltas por minuto			Diámetro del agujero	Vueltas por minuto		
	Para metales blandos	Para acero y hierro forjado	Para bronce		Para metales blandos	Para acero y hierro forjado	Para bronce		Para metales blandos	Para acero y hierro forjado	Para bronce
mm.				mm.				mm.			
5	2560	1280	960	20	640	320	240	36	330	175	135
6	2120	1060	820	22	580	290	220	38	325	165	128
8	1600	800	600	24	530	265	200	40	320	160	120
10	1281	640	480	26	490	245	185	42	300	150	112
12	1060	530	400	28	450	225	175	45	284	142	107
14	910	455	345	30	424	210	160	50	250	125	95
15	850	425	320	32	400	200	150	—	—	—	—
16	800	400	300	34	370	185	142	—	—	—	—

Tabla XIV. Número de revoluciones por minuto, para brocas de acero fundido.

Diámetro del agujero	Vueltas por minuto			Diámetro del agujero	Vueltas por minuto			Diámetro del agujero	Vueltas por minuto		
	Para metales blandos	Para acero y hierro forjado	Para bronce		Para metales blandos	Para acero y hierro forjado	Para bronce		Para metales blandos	Para acero y hierro forjado	Para bronce
mm.				mm.				mm.			
5	1020	600	510	17	300	177	150	29	176	105	88
6	850	505	425	18	283	168	142	30	172	101	85
7	730	435	365	19	268	159	134	32	161	94	79
8	640	378	319	20	255	159	127	34	150	88	75
9	565	335	281	21	243	144	122	36	141	83	70
10	510	302	254	22	231	137	116	38	134	79	67
11	454	275	232	23	221	132	111	40	127	75	63
12	425	250	212	24	212	126	106	42	121	72	60
13	392	235	196	25	204	121	105	44	116	68	58
14	364	215	182	26	196	116	98	46	111	65	55
15	340	202	170	27	189	112	95	48	106	63	53
16	319	189	159	28	182	108	91	50	102	61	51

122. **Velocidad de corte de la broca.**—Es evidente que esta velocidad depende:

- 1.º Del diámetro de la broca.
- 2.º De su material.
- 3.º Del material que se trabaja.

Las tablas XIII y XIV pueden servir de norma, según sea la broca de acero rápido o fundido.

123. **Avance.**—Se llama avance de la broca lo que penetra por cada revolución.

Este avance en las brocas de acero rápido es de: 0'10 a 0'50 mm. para brocas de uno a 25 mm; y de: 0'60 a 0'70 mm. para brocas de 25 a 75 mm.

Para brocas de acero corriente es de 0'1 a 0'2 mm., si son de pequeño diámetro, y de 0'225 a 0'3 mm., si son medianas o grandes.

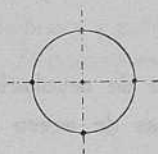


Fig. 153.—Marcado de un agujero a taladrar.

124. **Modo de llevar la operación de taladrar.**—El centro de los agujeros que se han de hacer, debe marcarse con un punto de granete, el cual sirve para guiar la broca. Haciendo centro en dicho punto, se traza con el compás una circunferencia que tenga el diámetro del agujero, la cual conviene marcarla con cuatro golpes de granete (fig. 153). Si el agujero es pequeño o mediano (hasta 20 mm.) puede hacerse de una sola vez, procurando que la broca no se desvíe.

Si se trata de agujeros grandes, conviene hacerlos con dos o más brocas. Si el material que se trabaja es fundición, latón, cobre, bronce o aluminio, suele trabajarse en seco, aunque la fundición puede lubricarse con sebo, el aluminio con petróleo, etcétera. Para el hierro dulce se emplea la taladrina o agua de jabón, y para el acero, aceite.

Antes de comenzar a taladrar obsérvese el afilado de la broca, y, sobre todo, si tiene los extremos del corte mellados, no empleándola nunca si no está correctamente afilada. Cuando el agujero está próximo a terminarse debe disminuirse el avance.

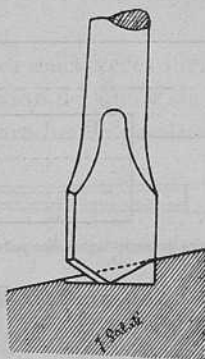


Fig. 154.—Taladrado de superficies oblicuas

Cuando se debe taladrar una superficie oblicua al eje de la broca (fig. 154) debe comenzarse el taladro con un buril haciendo un alojamiento suficiente para que la broca no tienda a desviarse. Una broca ordinaria fácilmente se desvía si por cualquier

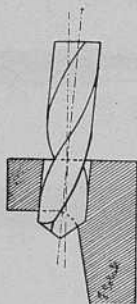


Fig. 155.—Desviación del eje de una broca al trabajar desigualmente.

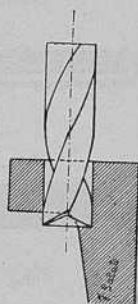


Fig. 156.—Afilado de una broca para evitar el inconveniente anterior.

motivo tiene que arrancar más material de un lado que de otro, lo cual se evita perfectamente *afilando plana* la punta de la misma (figs. 155 y 156).

125. **Taladros en cilindros.**—Si la pieza a taladrar es ci-

lindrica da muy buen resultado el sostenerla sobre calzos (figura 157).

126. **Taladros en esferas.**—Estas pueden taladrarse cómodamente y con seguridad de obtener un agujero centrado

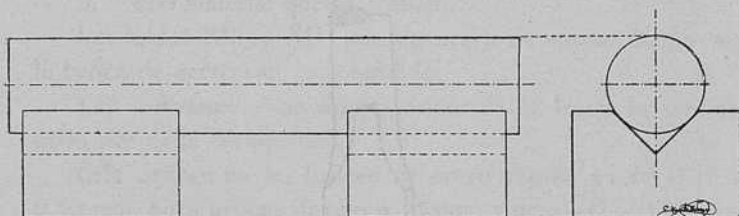


Fig. 157. — Manera de sostener los ejes para taladrarlos.

con el útil representado en la figura 158. El calibre guía se ajusta al diámetro de la broca.

127. **Mandriles o escariadores.**—Son barras de acero templado cilíndricas o cónicas, cuyo cuerpo va provisto de va-

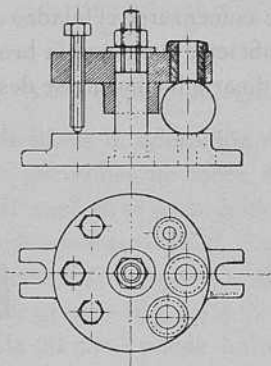


Fig. 158. — Calibre para taladrar esferas.

rias aristas cortantes y termina en una cabeza generalmente de sección cuadrada.

Los agujeros hechos con las brocas corrientes difícilmente resultan con las medidas exactas y las paredes lisas. Para cumplir estas condiciones, es preciso practicar los agujeros a un

diámetro algo inferior al definitivo, repasándolo luego con un mandril o escariador de la medida que se desea.

También se precisa el uso de los mandriles cuando los agujeros han de ser cónicos, como los empleados para alojar clavijas o pasadores.

Las aristas cortantes unas veces (fig. 159) provienen de la misma forma de la sección del útil. Esta forma de escariadores solamente se emplea para los de pequeño diámetro.



Fig. 159. — Escariador poligonal cónico para clavijas.



Fig. 160. — Escariador de ranuras rectas.



Fig. 161. — Escariador de ranuras helicoidales



Fig. 162. — Escariador ranurado en parte.



Fig. 163. — Escariador con el extremo roscado.

Otras, y es lo más común, son debidas a ranuras practicadas a lo largo del mandril. En este caso las ranuras pueden ser rectas o espirales. (Figs. 160 y 161.)

Hay escariadores (fig. 162) en los cuales no se ha ranurado más que una parte de la periferia. Es muy común esbozar una rosca en la punta del mandril (fig. 163) para facilitar su avance.

El manejo de estos mandriles exige sumo cuidado, pues de lo contrario la rosca fácilmente raya las paredes del agujero.

Los escariadores hasta aquí descritos no son ajustables, es decir, trabajando normalmente sólo sirven para alisar agujeros

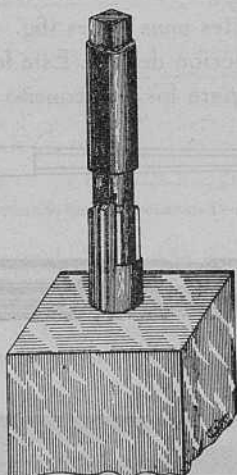


Fig. 164.—Empleo de tiras de latón para aumentar el diámetro de un escariador.

de medidas fijas. Sin embargo pueden emplearse para medidas ligeramente superiores, cubriendo algunas de sus aristas (figura 164) con una tira delgada de latón. Resulta más práctico en estos casos el empleo de escariadores ajustables, como el de



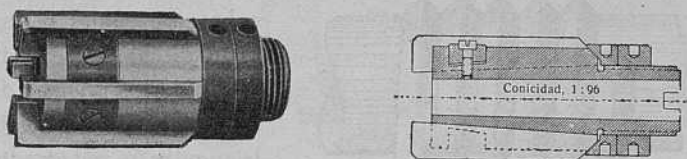
Fig. 165.—Mandril ajustable.

la figura 165, cuyo diámetro puede variar ligeramente apretando o aflojando el tornillo A. De esta manera se puede corregir la disminución del diámetro debida al desgaste y afilado de las aristas.

La misma ventaja de ser ajustables presentan los escariadores con cuchillas postizas. (Figs. 166 y 167.)

En el detalle (fig. 167) puede verse la manera de variar el diámetro del escariador.

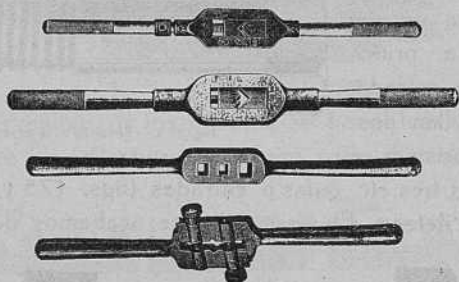
128. **Manejo de los mandriles.**—Para que el trabajo de



Figs. 166 y 167.—Escariador de cuchillas postizas.

un mandril sea perfecto ha de arrancar muy poca materia, de tal manera que los diámetros de aquél y el del agujero a mandricular han de diferenciarse a lo sumo en una o dos décimas de mm.

Introducida la punta del mandril, ligeramente cónica, en el



Figs. 168-171.—Diversos tipos de bandeadores.

agujero, se le obliga a entrar girándolo siempre en el mismo sentido con el bandeador (fig. 168 a 171) y ejerciendo cierta presión bien equilibrada según el eje.

El hierro dulce y acero deben lubricarse abundantemente con aceite.

Los demás metales se trabajan en seco.

CAPITULO VIII

ROSCADO A MANO

129. **Tornillos.**—Como órganos de sujeción tienen los tornillos constante empleo en Mecánica. Pueden considerarse

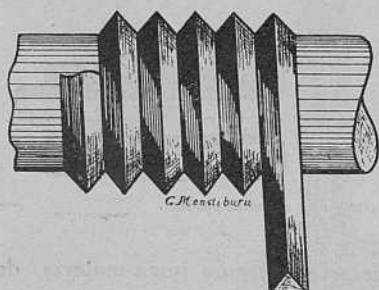


Fig. 172.—Formación de un tornillo.

como cilindros (fig. 172) sobre los cuales se han arrollado uniformemente uno o varios prismas de sección generalmente triangular o cuadrada. Dichos prismas pueden arrollarse a la derecha o a la izquierda, llamándose el tornillo en el primer

caso, *dextrorsum* (fig. 173) y en el segundo, *sinistrorsum* (fig. 174).

Si se arrolla un solo prisma, el tornillo se llama de una sola cabeza, principio, guía o entrada; si se arrollan dos, tres o más prismas se

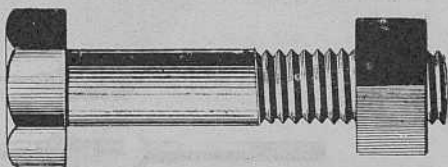


Fig. 173.—Tornillo a la derecha

llama de dos, tres, etc. guías o entradas (figs. 175 y 176).

130. **Filetes.**—El prisma de que acabamos de hablar re-

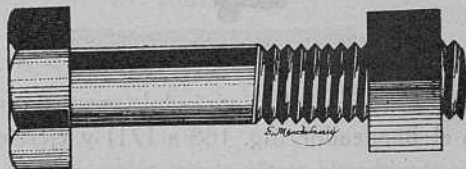


Fig. 174.—Tornillo a la izquierda.

cibe el nombre de *filete* o *hilo*. Sus formas principales se indican en las figuras 177 a 181.

131. **Paso.**—Se llama paso la distancia entre los centros de dos filetes consecutivos, tomada sobre la generatriz del tornillo. Esta definición supone que el tornillo es de una sola entrada, pues, si fuese de varias, la medida anterior se multiplicaría por el número de guías para hallar el paso.

Aún cuando los tornillos podrían construirse de un paso cualquiera, siempre que éste fuese suficientemente resistente según el esfuerzo a que se ha de someter, no obstante, para faci-

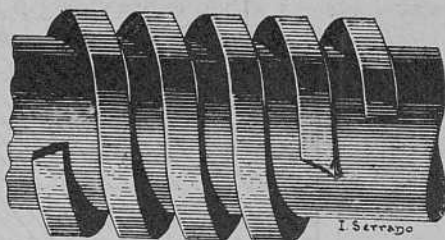


Fig. 175.—Tornillo de dos entradas.

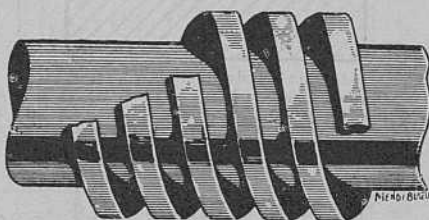


Fig. 176.—Tornillo de tres entradas.

litar el intercambio de los mismos, se hace depender el paso del diámetro, de tal manera que para cada diámetro diferente

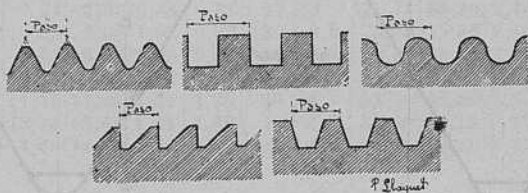
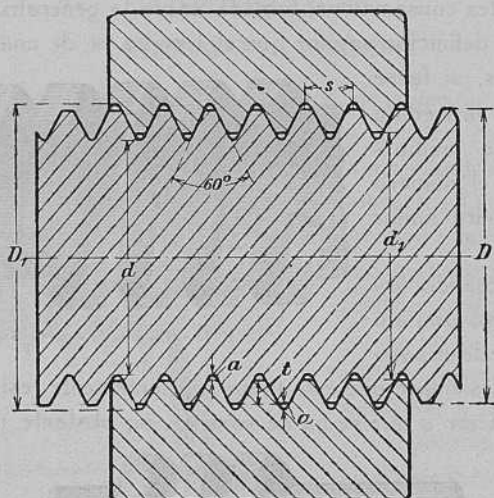


Fig. 177-181.—Diversos perfiles del filete.

corresponde un paso, o un corto número de pasos bien determinados.

Pero como quiera que el diámetro puede tomarse en medidas métricas o inglesas, los sistemas para medir los tornillos son de

Filete S. I.



Diámetro del tornillo D

Diámetro exterior de la tuerca $D_1 = D + 2a$.

Diámetro interior del tornillo $d = D - 2(t + a)$.

Diámetro interior de la tuerca $d_1 = D - 2t$

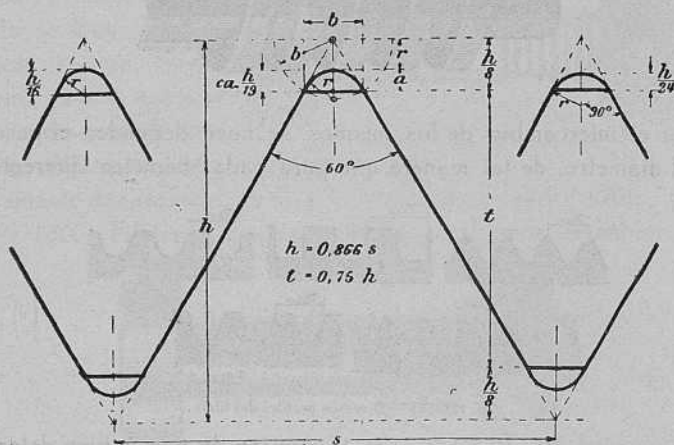


Fig. 182.

dos clases: métricos e ingleses. El más usado de los primeros es el *Sistema Internacional*, abreviadamente S. I., y el de los segundos el *Whitworth*, S. W.

132. **Proporciones del filete según del S. I.**—Las indica claramente la figura 182.

El filete tiene el perfil de un triángulo equilátero, con los ángulos salientes truncados y los entrantes redondeados. La altura total del triángulo, h , es igual a $0'866 s$, siendo s el paso. La altura del truncamiento vale $\frac{1}{8}$ de h , y la altura de la curva del redondeamiento es igual a $\frac{1}{8}$ de h . Estas y otras relaciones están indicadas en la misma figura.

Tabla XV. Tornillos S. I.

D	S	d	d ₁	a+t	t	D	S	d	d ₁	a+t	t
Diámetro exterior del filete	Paso	Diámetro del núcleo	Diámetro del taladro de la tuerca	Altura del filete	Profundidad de contacto	Diámetro exterior del filete	Paso	Diámetro del núcleo	Diámetro del taladro de la tuerca	Altura del filete	Profundidad de contacto
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
6	1	4,60	4,70	0,70	0,65	20	2,5	16,48	16,76	1,76	1,62
7	1	5,60	5,70	0,70	0,65	22	2,5	18,48	18,67	2,11	1,62
8	1,25	6,24	6,38	0,88	0,81	24	3	19,78	20,10	2,11	1,95
9	1,25	7,24	7,38	0,88	0,81	27	3	22,78	23,10	2,46	1,95
10	1,5	7,88	8,06	1,06	0,97	30	3,5	25,08	25,46	2,46	2,27
11	1,5	8,88	9,06	1,06	0,97	33	3,5	28,08	28,46	2,46	2,27
12	1,75	9,54	9,72	1,23	1,14	36	4	30,36	30,80	2,82	2,60
14	2	11,18	11,40	1,41	1,30	39	4	33,36	33,80	2,82	2,60
16	2	13,18	13,40	1,41	1,30	42	4,5	35,66	36,16	3,17	2,92
18	2,5	14,48	14,76	1,76	1,62	45	4,5	38,66	39,16	3,17	2,92

133. **Pasos que corresponden a los diámetros de los tornillos en el S. I.**—Estos pasos pueden consultarse en la tabla XV, la cual da además el diámetro del núcleo del tornillo, la altura del filete y el diámetro interior de la tuerca. Las letras se refieren a la figura 182.

134. Proporciones del filete según el S. W.—Las indica la figura 183.

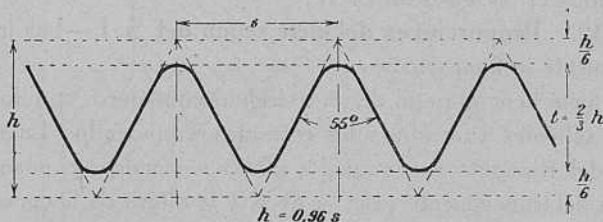


Fig. 183.—Filete S. W.

La sección recta del filete es un triángulo isósceles cuyo ángulo en el vértice es de 55°. El redondeamiento exterior e

Tabla XVI. Tornillos ingleses

Diámetro ext. del filete		NÚMERO DE HILOS POR PG.	Diámetro del núcleo		Diámetro ext. del filete		NÚMERO DE HILOS POR PG.	Diámetro del núcleo	
PGR.	MM.		PGS.	MM.	PGS.	MM.		PGS.	MM.
1/16	1,587	60	0,0411	1,045	1, 1/2	38,099	6	1,2866	32,678
3/32	2,381	48	0,0670	1,703	1, 3/8	41,274	5	1,3688	34,369
1/8	3,175	40	0,0930	2,262	1, 1/4	44,449	5	1,4938	37,943
5/32	3,969	32	0,1162	2,952	1, 7/8	47,624	4, 1/2	1,5904	40,396
3/16	4,762	24	0,1341	3,407	2,	50,799	4, 1/2	1,7154	43,571
7/32	5,556	24	0,1654	4,201	2, 1/4	57,149	4,	1,9298	49,017
1/4	6,350	20	0,1859	4,724	2, 1/2	63,499	4,	2,1798	55,367
5/16	7,937	18	0,2413	6,130	2, 3/4	69,849	3, 1/2	2,3841	60,556
3/8	9,525	16	0,2950	7,492	3,	76,199	3, 1/2	2,6341	66,906
7/16	11,112	14	0,3460	8,789	3, 1/4	82,549	3, 3/4	2,8561	72,544
1/2	12,700	12	0,3933	9,989	3, 1/2	88,898	3, 3/4	3,1060	78,892
9/16	14,287	12	0,4558	11,577	3, 3/4	95,248	3	3,3153	84,106
5/8	15,875	11	0,5086	12,918	4,	101,598	3	3,5731	90,755
11/16	17,462	11	0,5711	14,505	4, 1/4	107,948	2, 7/8	3,8047	96,637
3/4	19,050	10	0,6219	15,797	4, 1/2	114,298	2, 7/8	4,0546	102,985
13/16	20,637	10	0,6844	17,384	4, 3/4	120,648	2, 3/4	4,2846	108,826
7/8	22,225	9	0,7327	18,610	5,	126,998	2, 3/4	4,5351	115,190
15/16	23,812	9	0,7952	20,198	5, 1/4	133,348	2, 5/8	4,7624	120,962
1	25,400	8	0,8399	21,334	5, 1/2	139,698	2, 5/8	5,0123	127,309
1, 1/8	28,574	7	0,9420	23,927	5, 3/4	146,048	2, 1/2	5,2384	133,052
1, 1/4	31,749	7	1,0670	27,102	6,	152,398	2, 1/2	5,4887	139,385
1, 3/8	34,924	6	1,1615	29,503					

interior es igual a $\frac{1}{6}$ de la altura total del triángulo, h ; y ésta a su vez es igual a $0.96 s$, siendo s el paso.

135. **Pasos correspondientes a los tornillos ingleses.**— Pueden consultarse en la tabla XVI.

136. **Roscas de gas.**—Para roscar los extremos de los tubos para la conducción de líquidos o gases se emplea el filete

Tabla XVII. Rosca de Gas

Diámetro interior del tubo		NUMERO DE FILETES	Diámetro exterior del filete		Diámetro en el fondo del filete	
pulgadas	mm.		pulgada	mm.	pulgadas	mm.
$\frac{1}{8}$	3,175	28	0,3825	9,715	0,3867	8,552
$\frac{1}{4}$	6,850	19	0,5180	13,157	0,4506	11,445
$\frac{3}{8}$	9,525	14	0,6563	16,670	0,5889	14,958
$\frac{1}{2}$	12,700	14	0,8257	20,972	0,7342	18,648
$\frac{5}{8}$	15,875	14	0,9022	22,915	0,8107	20,591
$\frac{3}{4}$	19,050	14	1,0410	26,441	0,9495	24,117
$\frac{7}{8}$	22,225	14	1,1890	30,200	1,0975	37,876
1	25,400	11	1,3090	33,248	1,1925	30,289
$1, \frac{1}{8}$	28,574	11	1,4920	37,896	1,3755	34,937
$1, \frac{1}{4}$	31,749	11	1,6500	31,909	1,5335	38,950
$1, \frac{3}{8}$	34,924	11	1,7450	44,322	1,6285	41,363
$1, \frac{1}{2}$	38,099	11	1,8825	47,815	1,7660	44,856
$1, \frac{3}{4}$	41,274	11	2,0210	51,332	1,9045	48,373
$1, \frac{7}{8}$	44,449	11	2,0470	51,993	1,9035	49,034
2	50,799	11	2,3470	59,613	2,2305	56,654
$2, \frac{1}{4}$	57,179	11	2,5875	65,721	2,4710	62,772
$2, \frac{1}{2}$	63,449	11	3,0013	76,232	2,8848	73,273
$2, \frac{3}{4}$	69,849	11	3,2470	72,472	3,1305	79,513
3	76,199	11	3,4850	88,517	3,687	86,558

Whitworth. El paso que en este caso corresponde a los diámetros interiores de los mismos y otros detalles pueden verse en la tabla XVII.

137 **Rosca trapezoidal.**—El perfil del filete es un trape-

Tabla XVIII. Equivalencias entre milímetros y pulgadas.

	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	12"
	25.3995	50.7990	76.1986	101.598	126.998	152.397	177.797	203.196	228.596	253.995	279.394	304.794
¹ / ₆₄	0.3968	25.7964	51.1959	76.5954	101.995	127.394	152.794	178.193	203.593	228.992	254.392	279.791
¹ / ₃₂	0.7937	26.1932	51.5928	76.9923	102.391	127.791	153.190	178.590	203.990	229.389	254.789	280.188
¹ / ₁₆	1.1906	26.5901	51.8996	77.3892	102.788	128.188	153.588	178.987	204.386	229.786	255.186	280.585
¹ / ₈	1.5874	26.9870	52.3865	77.7860	103.185	128.587	153.984	179.384	204.783	230.183	255.582	280.982
³ / ₁₆	1.9843	27.3838	52.7834	78.1829	103.582	128.982	154.381	179.781	205.180	230.580	255.979	281.379
¹ / ₄	2.3812	27.7807	53.1802	78.5798	103.979	129.378	154.778	180.177	205.577	230.977	256.376	281.776
⁵ / ₁₆	2.7780	28.1776	53.5771	78.9766	104.376	129.775	155.175	180.574	205.974	231.373	256.773	282.173
³ / ₈	3.1749	28.5744	53.9740	79.3735	104.773	130.172	155.572	180.971	206.370	231.770	257.170	282.569
⁷ / ₁₆	3.5718	28.9713	54.3708	79.7704	105.169	130.569	155.969	181.368	206.768	232.167	257.567	282.966
¹ / ₂	3.9686	29.3682	54.7677	80.1672	105.566	130.966	156.365	181.765	207.164	232.564	257.964	283.363
⁵ / ₈	4.3655	29.7650	55.1646	80.5641	105.963	131.363	156.762	182.162	207.561	232.961	258.360	283.760
³ / ₄	4.7624	30.1619	55.5614	80.9610	106.360	131.760	157.159	182.559	207.958	233.358	258.757	284.157
⁷ / ₈	5.1592	30.5588	55.9583	81.3579	106.757	132.156	157.556	182.956	208.355	233.755	259.154	284.554
¹ / ₁	5.5561	30.9556	56.3552	81.7547	107.154	132.553	157.953	183.352	208.752	234.152	259.551	284.951
¹ / ₆₄	5.9530	31.3525	56.7520	82.1516	107.551	132.950	158.350	183.749	209.149	234.549	259.948	285.347
¹ / ₃₂	6.3498	31.7494	57.1489	82.5485	107.948	133.347	158.747	184.146	209.546	234.946	260.345	285.744
¹ / ₁₆	6.7467	32.1462	57.5458	82.9453	108.344	133.744	159.143	184.543	209.943	235.342	260.742	286.141
³ / ₁₆	7.1436	32.5431	57.9426	83.3422	108.741	134.141	159.540	184.940	210.339	235.739	261.139	286.538
¹ / ₈	7.5404	32.9400	58.3395	83.7391	109.138	134.538	159.937	185.337	210.736	236.136	261.535	286.935
⁵ / ₁₆	7.9373	33.3368	58.7364	84.1359	109.535	134.935	160.334	185.734	211.133	236.532	261.932	287.332
³ / ₈	8.3342	33.7337	59.1333	84.5328	109.932	135.331	160.731	186.131	211.530	236.930	262.329	287.729
⁷ / ₁₆	8.7310	34.1306	59.5301	84.9297	110.329	135.728	161.128	186.528	211.927	237.326	262.726	288.126
¹ / ₂	9.1279	34.5274	59.9270	85.3265	110.726	136.125	161.525	186.924	212.324	237.723	263.123	288.522
⁵ / ₈	9.5248	34.9243	60.3239	85.7234	111.122	136.522	161.922	187.321	212.721	238.120	263.520	288.919
³ / ₄	9.9216	35.3212	60.7207	86.1203	111.529	136.919	162.318	187.718	213.118	238.517	263.917	289.316
⁷ / ₈	10.3185	35.7180	61.1176	86.5171	111.916	137.316	162.715	188.115	213.514	238.914	264.313	289.713
¹ / ₁	10.7154	36.1149	61.5145	86.9140	112.313	137.713	163.112	188.512	213.911	239.311	264.710	290.110
¹ / ₆₄	11.1122	36.5118	61.9113	87.3109	112.710	138.109	163.509	188.909	214.308	239.708	265.107	290.507
¹ / ₃₂	11.5091	36.9087	62.3082	87.7077	113.107	138.506	163.906	189.303	214.705	240.105	265.504	290.903
¹ / ₁₆	11.9060	37.3055	62.7051	88.1046	113.504	138.903	164.303	189.702	215.102	240.501	265.901	291.300
³ / ₁₆	12.3029	37.7024	63.1019	88.5015	113.901	139.300	164.700	190.099	215.499	240.898	266.298	291.697
¹ / ₈	12.6997	38.0993	63.4988	88.8983	114.297	139.697	165.097	190.496	215.896	241.295	266.695	292.094
⁵ / ₁₆	13.0966	38.4951	63.8957	89.2952	114.694	140.094	165.493	190.893	216.292	241.692	267.092	292.491
³ / ₈	13.4934	38.8920	64.2925	89.6921	115.091	140.491	165.890	191.290	216.689	242.089	267.488	292.888
⁷ / ₁₆	13.8903	39.2889	64.6894	90.0890	115.488	140.888	166.287	191.687	217.086	242.486	267.885	293.285
¹ / ₂	14.2872	39.6867	65.0863	90.4858	115.885	141.284	166.684	192.084	217.483	242.883	268.282	293.682
⁵ / ₈	14.6841	40.0836	65.4831	90.8827	116.282	141.681	167.081	192.480	217.880	243.279	268.679	294.079
³ / ₄	15.0809	40.4805	65.8800	91.2795	116.679	142.078	167.478	192.877	218.277	243.676	269.076	294.475
⁷ / ₈	15.4778	40.8773	66.2769	91.6764	117.075	142.475	167.875	193.274	218.674	244.073	269.473	294.872
¹ / ₁	15.8747	41.2742	66.6737	92.0733	117.472	142.872	168.271	193.671	219.071	244.470	269.870	295.269
¹ / ₆₄	16.2715	41.6711	67.0706	92.4701	117.869	143.269	168.668	194.068	219.467	244.867	270.266	295.666
¹ / ₃₂	16.6684	42.0679	67.4675	92.8670	118.266	143.666	169.065	194.465	219.864	245.263	270.663	296.063
¹ / ₁₆	17.0653	42.4648	67.8643	93.2639	118.663	144.063	169.462	194.862	220.261	245.661	271.060	296.460
³ / ₁₆	17.4621	42.8617	68.2612	93.6608	119.060	144.459	169.859	195.258	220.658	246.058	271.457	296.857
¹ / ₈	17.8590	43.2585	68.6581	94.0576	119.457	144.856	170.256	195.655	221.055	246.454	271.854	297.253
⁵ / ₁₆	18.2559	43.6554	69.0549	94.4545	119.854	145.253	170.653	196.052	221.452	246.851	272.251	297.650
³ / ₈	18.6527	44.0523	69.4518	94.8513	120.250	145.650	171.050	196.449	221.849	247.248	272.648	298.047
⁷ / ₁₆	19.0496	44.4491	69.8487	95.2482	120.647	146.047	171.446	196.846	222.245	247.645	273.045	298.444
¹ / ₂	19.4465	44.8460	70.2455	95.6451	121.044	146.444	171.843	197.243	222.642	248.042	273.441	298.841
⁵ / ₈	19.8433	45.2429	70.6424	96.0419	121.441	146.841	172.240	197.640	223.039	248.439	273.838	299.238
³ / ₄	20.2402	45.6397	71.0393	96.4388	121.838	147.237	172.637	198.037	223.436	248.836	274.235	299.635
⁷ / ₈	20.6371	46.0366	71.4362	96.8357	122.235	147.634	173.034	198.433	223.833	249.232	274.632	300.032
¹ / ₁	21.0339	46.4335	71.8330	97.2326	122.632	148.031	173.431	198.830	224.230	249.629	275.029	300.428
¹ / ₆₄	21.4308	46.8303	72.2299	97.6294	123.029	148.428	173.828	199.227	224.627	250.026	275.426	300.825
¹ / ₃₂	21.8277	47.2272	72.6267	98.0263	123.425	148.825	174.224	199.624	225.024	250.423	275.823	301.222
¹ / ₁₆	22.2245	47.6241	73.0236	98.4232	123.822	149.222	174.621	200.021	225.420	250.820	276.220	301.619
³ / ₁₆	22.6214	48.0209	73.4205	98.8200	124.219	149.619	175.018	200.418	225.817	251.217	276.616	302.016
¹ / ₈	23.0183	48.4178	73.8173	99.2169	124.616	150.016	175.415	200.815	226.214	251.614	277.013	302.413
⁵ / ₁₆	23.4151	48.8147	74.2142	99.6137	125.013	150.412	175.812	201.211	226.611	252.011	277.410	302.810
³ / ₈	23.8120	49.2116	74.6111	100.011	125.410	150.809	176.209	201.608	227.008	252.407	277.807	303.207
⁷ / ₁₆	24.2089	49.6084	75.0080	100.408	125.807	151.206	176.606	202.005	227.405	252.804	278.204	303.603
¹ / ₂	24.6055	50.0053	75.4048	100.804	126.203	151.603	177.003	202.402	227.802	253.201	278.601	304.000
⁵ / ₈	25.0026	50.4021	75.8017	101.201	126.600	152.000	177.399	202.799	228.198	253.598	278.998	304.397

cio isósceles (fig. 184.) El ángulo puede ser de 30° ó 29°. En la misma figura están las relaciones entre sus medidas.

138. **Tabla de medidas métricas e inglesas.**—Una pulgada inglesa equivale aproximadamente a 25'4 mm.; así es que para reducir pulgadas a milímetros, se multiplica su número por 25'4; y para reducir milímetros a pulgadas se divide el número de aquéllos por 25'4.

Facilita el cálculo la tabla XVIII.

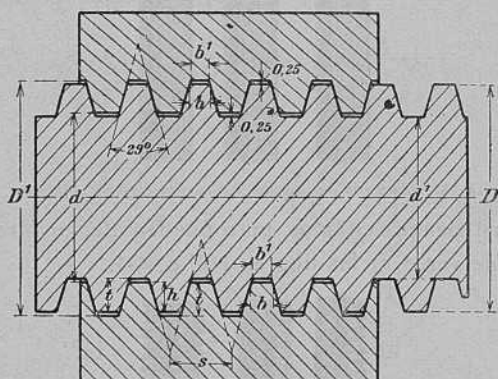


Fig. 184.—Filete trapecoidal al ángulo de 29.º (Filete Acme).

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| D = Diámetro del tornillo | $b = 0,3706s$. |
| $D i = D + 0,5$ mm. | $b i = b - 0,129$ mm. |
| $d = D - s$. | $h = s/2$ |
| $d i = d - 0,5$ mm. | $t = h + 0,25$ mm. |

Pasos mm.	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4,4	4,8	5,2
Profundidad del filete mm.	1,25	1,45	1,65	1,85	2,05	2,25	2,45	2,65	2,85
Pasos mm.	5,6	6	6,4	7,2	8	8,8	9,6	12	
Profundidad del filete mm.	3,05	3,25	3,45	3,85	4,25	4,65	5,05	6,25	

139. **Machos y cojinetes.**—Los tornillos y tuercas pueden construirse a mano mediante herramientas llamadas *cojinetes* y *machos*. Los machos son tornillos de acero templado,

provistos de tres o cuatro ranuras de variado perfil. rectas o espirales (figs. 185 y 186). Las ranuras de los machos son de

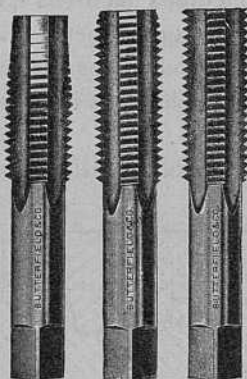


Fig. 185.—Juego de fres machos; cónico, semicónico y cilíndrico.

sección casi siempre circular, pero pueden afectar otras formas, como puede verse en las figuras 187 a 194.

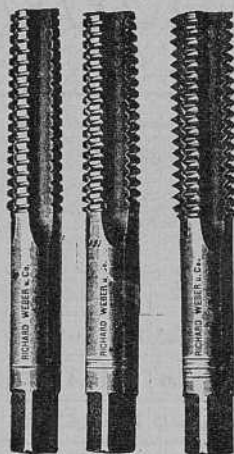


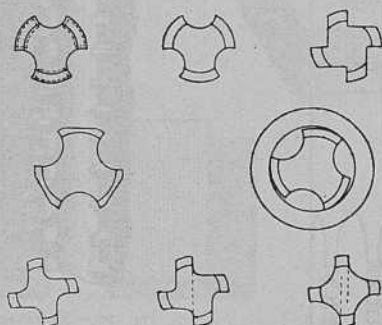
Fig. 186.—Juego de fres machos

La rosca no ocupa más que la mitad aproximadamente de la herramienta, llamándose la otra mitad cola, la cual termina en una espiga casi siempre cuadrada.

Para roscar agujeros, se emplea un juego de tres machos, o a lo menos de dos, de los cuales (fig. 185) el primero es cónico en casi toda la longitud de la parte roscada, y sirve para esbozar el filete; el segundo es cónico hasta la mitad y el tercero llamado repasador, es cilíndrico.

En otros juegos de machos (fig. 186) los tres son cilíndricos, pero el primero tiene medio filete, el segundo algo más y el tercero es completo,

Esta forma de machos es preferible a la anterior, sobre todo



Figs. 187-194.—Diferentes formas de las ranuras de los machos.

cuando el agujero a roscar es ciego, o muy largo o de crecido diámetro.

Cuando se trata de roscar grandes agujeros, cada juego comprende cuatro o cinco machos.

La operación de roscar interiores se lleva a cabo de la siguiente manera: se hace un agujero de diámetro conveniente, para lo cual se consulta la tabla del sistema a que pertenezca el el macho que se ha de emplear (n.^{os} 133 y 135).

Se introduce el primer macho y se le obliga a entrar girándolo a derecha e izquierda mediante el *bandeador* (figs. 168 a 171) lubricándolo con aceite, si se trabaja hierro dulce o acero.

La fundición, bronce, latón etc. se roscan en seco. Seguida-

mente se pasan de la misma manera el segundo y el tercer macho.

Cuando los machos son de mucho diámetro, el roce contra las paredes del agujero es muy considerable, lo que hace penoso su manejo. Para estos casos se construyen machos destalonados, es decir, con la superficie fileteada rebajada.

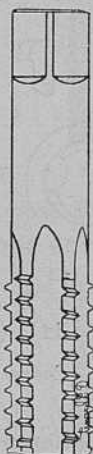


Fig. 195.—Macho con los dientes interrumpidos.

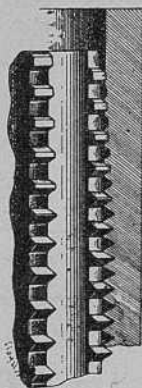


Fig. 196.—Su trabajo.

Con el mismo objeto se emplean machos con los dientes interrumpidos (figs. 195 y 196).

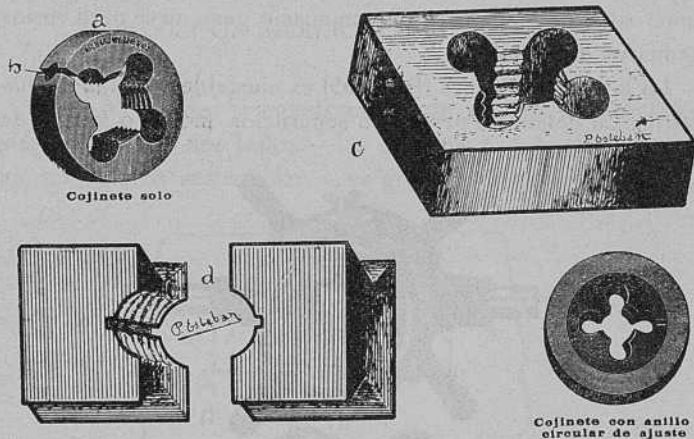
Puede suceder que por un accidente cualquiera se rompa un macho al roscar un agujero. Para extraer el trozo que queda dentro da buen resultado construir en el extremo de una barra cilíndrica del diámetro de la cola del macho, tres o cuatro espigas, según el número de ranuras de éste, las cuales se introducen en los huecos que quedan entre el macho y las paredes del agujero; haciendo girar dicha barra, es fácil extraer el trozo roto.

140. **Cojinetes.** Son tuercas de acero templado, enteras o en dos mitades, provistas de ranuras en la parte fileteada.

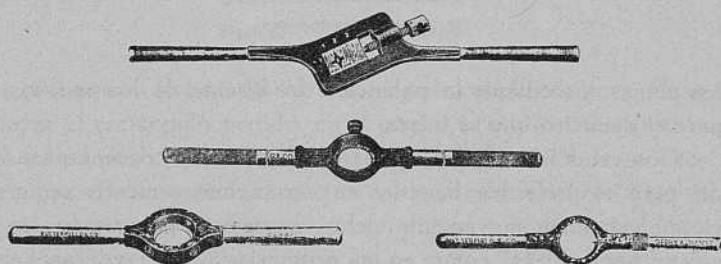
Sirven para hacer tornillos.

Sus formas más comunes se ven en las figuras 197 a 200.

El diámetro interior del cojinete que representa la figura 197.



Figs. 197-200.—Diversos tipos de cojinetes.



Figs. 201-204.—Diversos tipos de porfa cojinetes.

puede variarse ligeramente por medio del tornillo o pasador cónico, *b*; es, pues, ajustable entre pequeños límites. Con este cojinete se construyen las roscas de una sola pasada, lo mismo que con el de la figura 198, el cual es fijo. El cojinete figura 199 está partido en dos mitades y permite construir los tornillos en

varias pasadas, comprobando el acabado de la rosca mediante una tuerca calibre. Para emplear estos cojinetes se les monta en porta cojinetes, cuyas formas más ordinarias damos a continuación. (Figs. 201 a 204.)

141. **Terrajas de peines.**—Observando las tablas XV y XVI, se ve que los pasos de los tornillos y tubos son poco numerosos, de tal manera que un mismo paso sirve para varios diámetros de tornillos.

La terraja de peines (fig. 205) es ajustable a distintos diámetros. La palanca *a* permite la separación mayor o menor de

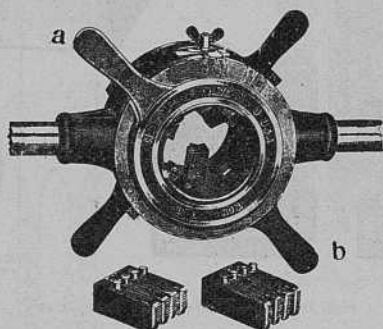


Fig. 205.—Terraja de peines.

los peines, y mediante la palanca *b* la fijación de los mismos para el diámetro que se busca.

Con estas terrajas las roscas pueden hacerse de una pasada, pero es preferible hacerlas en varias, más o menos según el diámetro. Su movimiento debe ser siempre progresivo, sin volver hacia atrás, como en las ordinarias, y, una vez se ha llegado al fin de la rosca, se abren los peines, y se retira la terraja.

Al filetear hierro dulce y acero, no se descuide nunca un abundante lubricado de los cojinetes, con aceite o *taladrina*.

No entramos en detalles sobre la construcción de machos y cojinetes, pues ésta está confiada a casas especializadas en la

construcción de utilaje, resultando cara y defectuosa su elaboración en los demás talleres.

CAPITULO IX

ALGUNOS EJERCICIOS PRACTICOS

142. **Marcado y construcción de un agujero rectangular, dados los dos lados.**—La cara en que se ha de construir un agujero rectangular, y, en general, de cualquier forma,

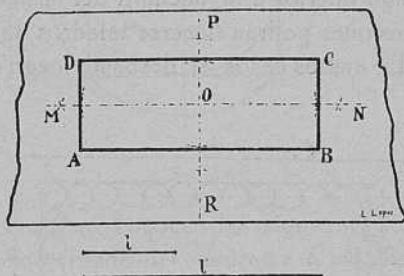


Fig. 206.—Trazado del rectángulo.

se planea con la lima bastarda y se pule con la semifina. Para trazar el rectángulo pedido, en el punto O centro del agujero, se trazan dos ejes a escuadra MN y PR (fig. 206) de los cuales uno, MN , sigue la dirección del lado mayor del rectángulo; haciendo centro en O , con un radio igual a la mitad del lado mayor del rectángulo se marcan en el eje PR dos puntos y por ellos se trazan dos rectas AB y CD paralelas a MN ; y con un radio igual a la mitad del lado mayor se marcan, desde el mismo centro, dos puntos sobre el eje MN , por los cuales se trazan las rectas AD y BC paralelas a PR . El rectángulo pedido será $ABCD$ el cual se marca con ligeros puntos de granete.

Para abrir un agujero rectangular, si es de pequeñas dimensiones se comienza por practicar varios taladros (fig. 207) de

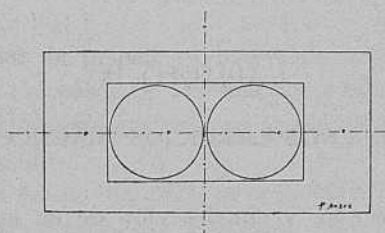


Fig. 207.—Desbastado de un agujero rectangular pequeño.

un diámetro algo inferior a la anchura del mismo. Si fuese de mayores dimensiones podrán hacerse taladros tal como indica la figura 208. En ambos casos se desbasta luego el agujero con

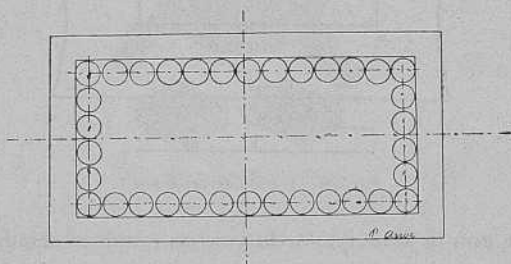


Fig. 208.—Desbastado de un agujero rectangular grande.

el buril y finalmente se lleva a las debidas dimensiones con la lima.

143. Marcado y construcción de un agujero cuadrado.—Si se nos da el lado del cuadrado, se sigue para el trazado un procedimiento análogo al del caso anterior. considerándolo como un rectángulo con los cuatro lados iguales.

Si nos dan el radio, una vez trazados los dos ejes, como en el caso anterior (fig. 209), haciendo centro en el punto *O* y

con un radio igual al dado, se marcan cuatro puntos sobre los ejes, *A, B, C, D*, los cuales, unidos, darán el cuadrado pedido.

El agujero se desbasta y acaba como en el ejercicio precedente.

Para los ajustes de prismas cuadrados en agujeros de la

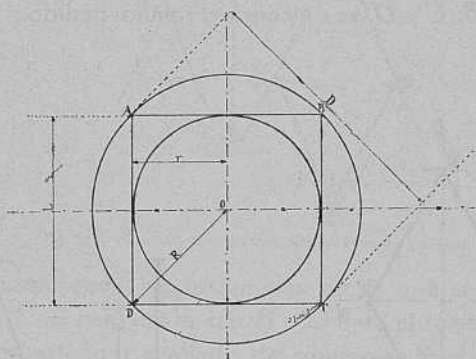


Fig. 209.

misma forma conviene conocer las siguientes fórmulas, en las cuales: *L* significa el lado del cuadrado, *R* significa el radio del círculo circunscrito, *r* significa el radio del círculo inscrito, *D* significa la diagonal del cuadrado, tal como indica la figura 209.

$$r = \frac{L}{2} \quad (1)$$

$$L = 2r \quad (2)$$

$$L = 1.41R \quad (3)$$

$$R = 0.707L \quad (4)$$

144. Marcado y construcción de un agujero rombale.—

Los datos pueden ser las diagonales, o bien el lado y una diagonal, o bien el lado y uno de los ángulos,

Primer caso.—Construir un rombo dadas las diagonales (fig. 210). Se trazan dos ejes a escuadra, $M N$ y $P Q$, y, haciendo centro en el punto en que se cortan, O , con un radio igual a la mitad de una diagonal, se marcan dos puntos sobre uno de los ejes, B y D ; y con un radió igual a la mitad de la otra se marcan dos puntos en el otro eje, A y C ; unidos los puntos A , B , C y D , se obtendrá el rombo pedido.

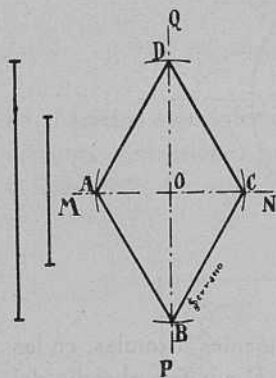


Fig. 210.—Trazado de un rombo dadas las diagonales.

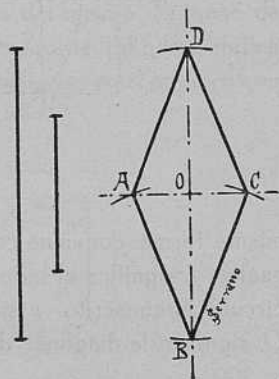


Fig. 211.—Trazado de un rombo dado el lado y una diagonal.

Segundo caso.—Trazar un rombo dado el lado y una diagonal (fig. 211). Trazados dos ejes a escuadra como en el caso anterior y haciendo centro en el punto O , con una distancia igual a la mitad de la diagonal dada, se marcan dos puntos B y D sobre uno de los ejes. Haciendo centro en B o en D , con un radio igual al lado se marcan dos puntos, A y C en el otro eje; los cuatro puntos A , B , C y D unidos darán el rombo pedido.

Tercer caso.—Trazar un rombo dados el lado y un ángulo (fig. 212). Se traza un ángulo igual al propuesto; haciendo centro en *A* con un radio igual al lado, se marcan dos puntos *B* y *D* sobre los lados del ángulo; y, haciendo centro en éstos,

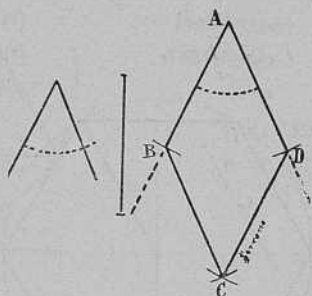


Fig. 212.—Trazado de un rombo dado el lado y un ángulo.

con el mismo radio se trazan dos arcos que se cortarán en un punto *C*, el cual unido con *B* y *D* dará el rombo pedido.

El desbastado y acabado del agujero se hace como en los casos anteriores.

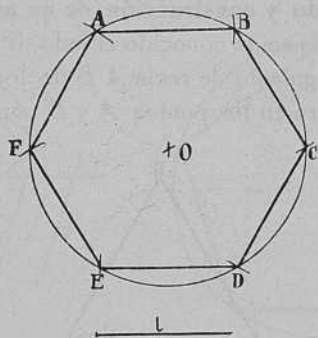


Fig. 215.—Trazado de un exágono.

145. **Marcado y construcción de un agujero exagonal.**—Suponemos conocido el lado (fig. 213). Se traza una circunferencia que tenga por radio el lado dado. Sobre ella se toma como cuerda el mismo lado, el cual cabrá seis veces exactamente. Para ajustajes exagonales conviene tener presentes

las siguientes fórmulas, cuyas letras tienen el significado que indica la figura 214.

$$L=R \quad (1)$$

$$\alpha=120^{\circ} \quad (2)$$

$$r=0'866L \quad (3)$$

$$L=1'1547r \quad (4)$$

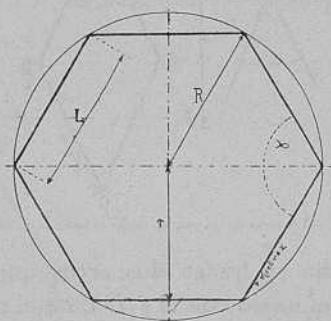


Fig. 214.

146. **Marcado y construcción de un agujero triangular equilátero.**—Suponemos conocido el lado. (Fig. 215).

Se traza un segmento de recta AB de longitud igual al lado; haciendo centro en los puntos A y B con un radio igual a

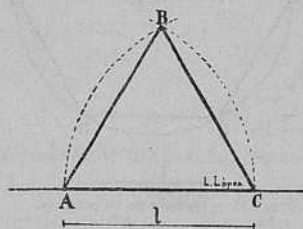


Fig. 215.—Trazado del triángulo dado el lado.

AB se trazan dos arcos, cuya intersección C unida con A y B da el triángulo pedido.

Para ajustajes triangulares equiláteros, téngase a la vista las

güentes fórmulas, cuyas letras están referidas a la figura 216.

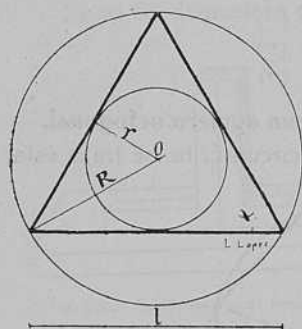


Fig. 216

$$\alpha = 60^\circ \quad (9)$$

$$R = 2r \quad (10)$$

$$r = \frac{R}{2} \quad (11)$$

$$L = 1.732R \quad (12)$$

$$R = 0.577L \quad (13)$$

147. **Trazado y construcción de un agujero pentagonal.**—Si se conoce el radio, no hay más que trazar una circunferencia (fig. 217) con dicho radio, y dividirla en cinco partes iguales, uniendo luego los puntos de división.

Si nos diesen la longitud del lado, lo más cómodo es calcu-

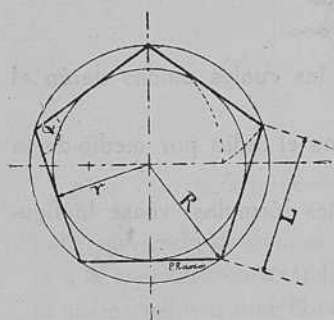


Fig. 217.—Trazado del pentágono, dado el radio.

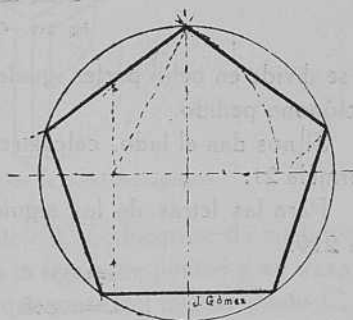


Fig. 218.

lar el radio de la circunferencia circunscrita por medio de la fórmula 16, que damos a continuación, y volveríamos al caso anterior.

Para las fórmulas siguientes véase el significado de las letras en la figura 218.

$$\alpha = 108^\circ \quad (14)$$

$$L = 1'1756R \quad (15)$$

$$R = 0'85L \quad (16)$$

$$r = 0'805R \quad (17)$$

$$R = 1'242r \quad (18)$$

148. **Trazado y construcción de un agujero octogonal.**— Si se da el radio de la circunferencia circunscrita, se traza ésta

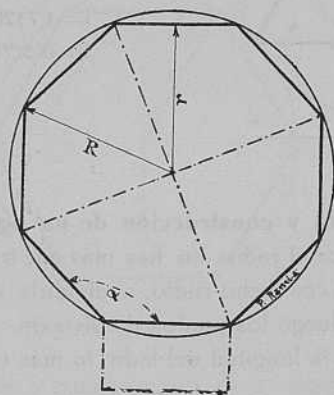


Fig. 219.—Octógono.

y se divide en ocho partes iguales, las cuales unidas darán el octógono pedido.

Si nos dan el lado, calcularemos el radio por medio de la fórmula 21.

Para las letras de las siguientes fórmulas, véase la figura 219.

$$\alpha = 135^\circ \quad (19)$$

$$L = 0'765R \quad (20)$$

$$R = 1'307L \quad (21)$$

$$r = 0'924R \quad (22)$$

$$R = 1'082r \quad (23)$$

149. **Construcción de escuadras de 90° y 120°.**—Una vez forjadas en el ángulo conveniente, se desbasta y afina un brazo de las mismas, dejándolo perfectamente calibrado. Luego se hace lo mismo con el otro, procurando que forme con el

primero el ángulo debido, lo cual se comprueba por medio de otra escuadra en buen estado (fig. 220).

Si no se dispusiese de una escuadra buena, las escuadras

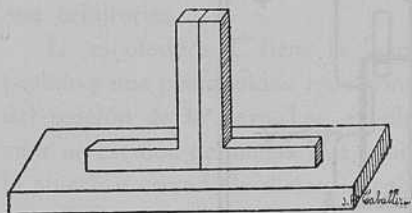


Fig. 220.—Comprobación de escuadras.

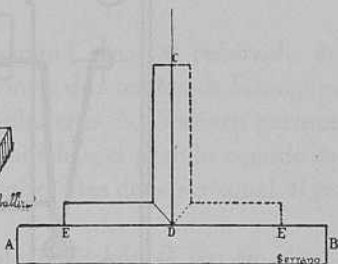


Fig. 221.—Comprobación de escuadras.

de 90° se comprueban como se indica en la figura 221. Se apoya uno de los lados, DE , sobre una regla AB , colocada sobre el mármol. Con una punta de cobre o latón se traza una

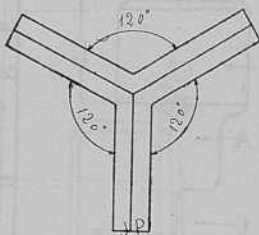


Fig. 222.—Comprobación de escuadras exagonales.

línea, sirviendo de guía al cateto CD ; luego se da media vuelta a la escuadra como indica la figura de puntos y se traza de la misma manera otra línea, que parta del mismo punto C .

La escuadra será suficientemente exacta si ambas líneas coinciden.

Las escuadras a 120° , o exagonales, se comprueban de tres en tres, como indica la figura 222.

150. **Cerradura sencilla.**—La construcción de una cerradura sencilla constituye el último ejercicio práctico de nues-

tros alumnos de primer año. Es un ejercicio muy útil, pues una cerradura, por modesta que sea, es una verdadera máquina,

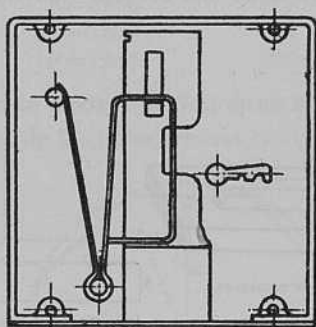


Fig. 225.—Cerradura sencilla.

cuyas piezas deben estar bien construidas y colocadas para que funcionen correctamente. Vamos a describir uno de los ti-

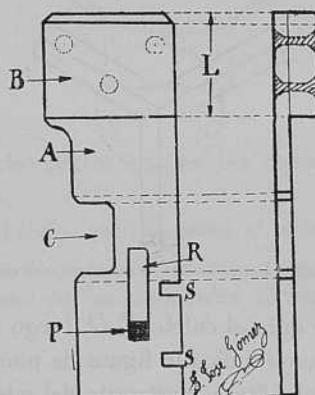


Fig. 224.—Pestillo.

pos más sencillos. La figura 223 representa una cerradura con la tapa posterior levantada.

Despido de la cerradura sencilla.

a) *Pestillo.*—Consta de dos piezas A y B (fig. 224) unidas con remaches,

La pieza *A* suele ser de 2 ó 3 mm. de grueso y la *B* de 8 a 12 y de un ancho y largo iguales. La anchura del pestillo y parte del mismo que sale de la cerradura cuando está cerrada son arbitrarias.

La escotadura *C* tiene la longitud igual al recorrido del pestillo y una profundidad igual a unos dos tercios de la longitud del paletón de la llave. Las entalladuras *S, S* sirven para recibir un escalón del muelle que inmoviliza el pestillo cuando está abierto o cerrado; la distancia entre ellas debe ser igual al recorrido del pestillo.

En la ranura *R* entra un pivote cuadrado *P*, fijo en el palastro, cuyo objeto es guiar el pestillo. Se comprende que la longitud de la misma debe ser igual a la del pivote más el recorrido del pestillo.

b) Muelle.—Suele hacerse de una cinta de acero o bien de hierro martillado. Su forma más común es la de la figura 225.

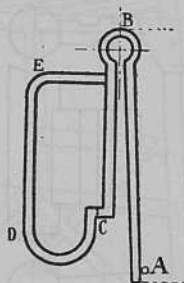


Fig. 225.—Muelle.

En el punto *B* se le fija a una espiga remachada en el palastro. La rama *AB* empuja el resorte contra el pestillo, debido a la presión que ejerce contra la espiga fija *A*. En *C* hay una uña que se introduce en las entallas *S, S* del pestillo. La cola *CDE* es de menos altura para poder pasar sobre el pestillo.

c) Ojo.—La forma del ojo depende de la del paletón

de la llave. Para abrirlo en el lugar que le corresponde, se pone el pestillo en posición de abierto (fig. 226). Se prolonga la lí-

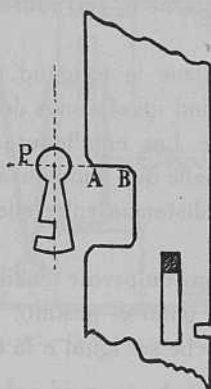


Fig. 226.—Ojo de la cerradura.

nea $A B$; sobre ella, a partir de A , se toma la mitad de la lon-

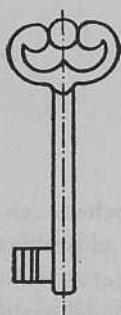


Fig. 227.—Llave.

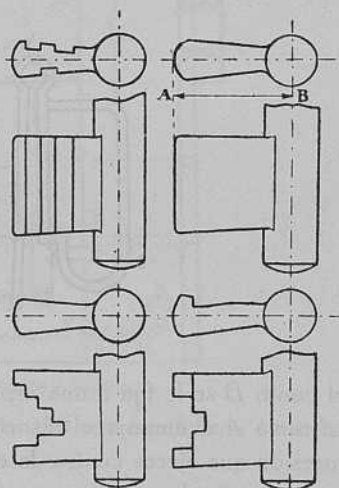


Fig. 228.—Diversas formas del paletón.

gitud $A B$ y el punto así obtenido P es el centro del ojo de la llave, que servirá de guía para trazar el ojo de la cerradura.

d) *Llave*.—(Fig. 227.) Lo que nos interesa de la llave es el paletón; pues lo demás puede variar independientemente de la cerradura. Su longitud AB (fig. 228) es aproximadamente $\frac{1}{6}$ mayor que el recorrido del pestillo.

Su forma suele ser más o menos complicada para dificultar la falsificación de la llave.

CAPITULO X

FRAGUA Y SUS HERRAMIENTAS

151. **Fragua**.—La fragua es el hogar en donde se da la temperatura necesaria a los materiales que se han de trabajar en caliente.

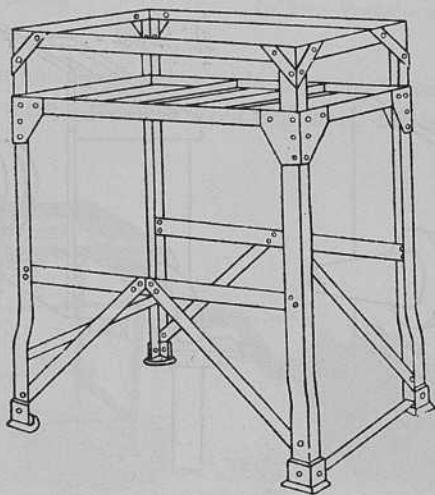


Fig. 229.—Armazón de la fragua.

En general está compuesta por un armazón de hierro (figura 229) que forma una caja de poca altura sostenida por cuatro pies y revestida interiormente de ladrillo refractario.

Comúnmente en la parte posterior desemboca la *tobera*, o extremo del tubo conductor del aire que activa la combustión del carbón colocado en la parte central del hogar. Las fraguas

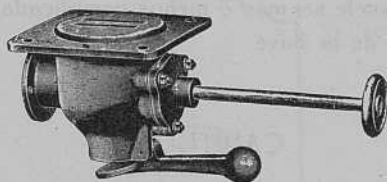


Fig. 230. — Tobera para fuego central.

que tienen esta disposición, se llaman de fuego *lateral*. Hay otras en que la tobera entra inferiormente por el centro, y se

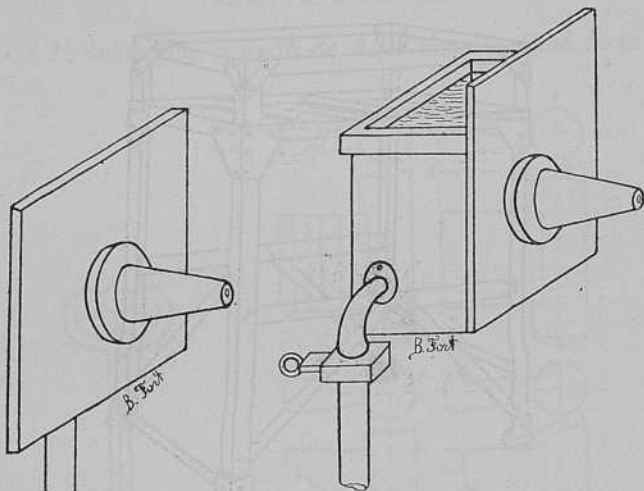


Fig. 231. — Tobera lateral ordinaria.

Fig. 232. — Tobera lateral con enfriamiento de agua.

llaman de fuego *central*. Las figuras 230, 231 y 232 dan idea de los tipos de toberas más empleados. La intensidad de la corriente de aire se regula por medio de compuertas o grifos al

fácil alcance de la mano. La corriente de aire para la combustión se producía antiguamente por medio de fuelles. Hoy día

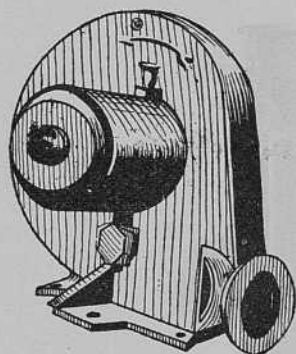


Fig. 233.—Ventilador eléctrico.

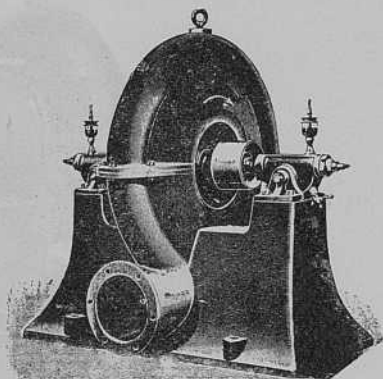


Fig. 234.—Ventilador con correa

se emplean casi universalmente ventiladores eléctricos (fig. 233) o movidos por medio de una correa (fig. 234). En las fraguas

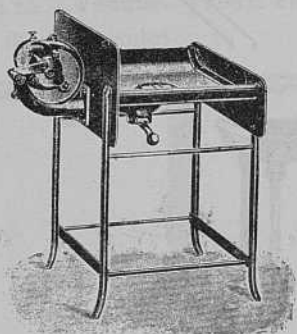


Fig. 235.—Fragua portátil.

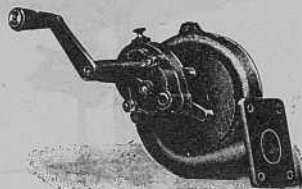


Fig. 236.—Ventilador a mano.

portátiles (fig. 235) se emplean ventiladores (fig. 236) movidos por medio de una manivela.

Los humos de la combustión se eliminan por medio de

chimeneas y modernamente por medio de aspiradores, los cuales no son sino ventiladores de gran volumen (fig. 237).

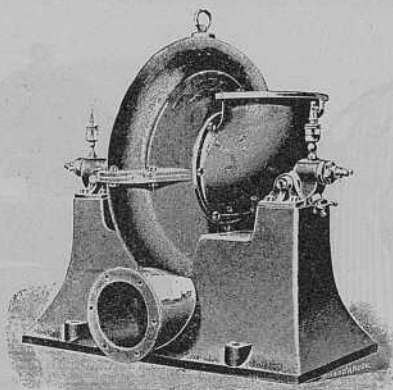


Fig. 237.—Aspirador.

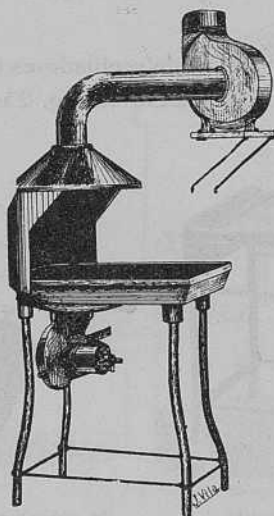
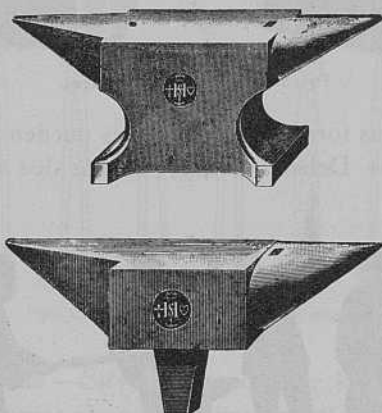


Fig. 238.—Fragua.

Son ya muy comunes los fraguas cuyo hogar, pies y caja de humos son de plancha de hierro y llevan acoplados el ventilador y aspirador eléctricos (fig. 238). A los lados de la fragua

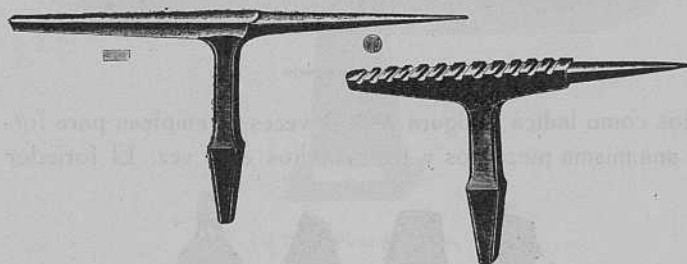
ha de haber depósitos para agua, carbón y baños de temple.

152. **Herramientas de fragua.**—Como de costumbre, la explicación que daremos de estas herramientas será principalmente gráfica.



Figs. 239 y 240.—Yunques.

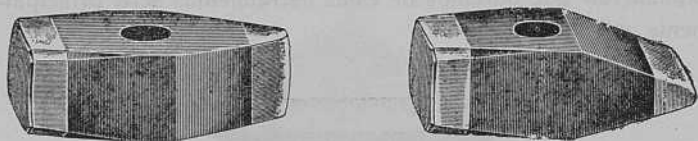
153. **Yunque.**—Véase en las figuras 239 y 240 sus formas más corrientes.



Figs. 241 y 242.—Bigornias.

Es de acero o hierro acerado y ligeramente templado en la parte superior. Sirve para sostener las piezas que se forjan. Los yunques ligeros y alargados se llaman *bigornias*. (Figs. 241 y 242.)

154. **Machos.**—Para el forjado de piezas de regulares y grandes dimensiones se emplean martillos muy pesados llama-



Figs. 243 y 244.—Machos de fragua.

dos machos. Sus formas más corrientes pueden verse en las figuras 243 y 244. Deben manejarse con las dos manos, tomán-



Fig. 245.—Su manejo

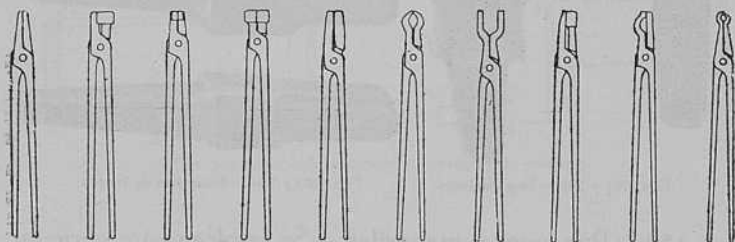
dolos como indica la figura 245. A veces se emplean para forjar una misma pieza dos y tres machos a la vez. El forjador



Figs. 246-249.—Martillos de forjador.

principal debe dirigir la operación indicando con sus golpes de martillo el sitio preciso donde los demás deben golpear.

155. **Martillos de forjador.**—Figs, 246, 247, 248, 249. Se manejan con una sola mano, debiendo empuñárselos por cerca del extremo del mango con el fin de obtener de ellos todo el rendimiento. La parte plana o cabeza sirve para aplanar, y la parte aplastada, llamada *pluma* o *pena*, para estirar el material.



Figs. 250-259.—Diversas clases de tenazas.

156. **Tenazas.**—Sirven para sostener las piezas que se trabajan. Sus formas son variadísimas, para adaptarse a las de los hierros a forjar (figs. 250 a 259).

157. **Plana o aplanador.**—Es un martillo de boca ancha

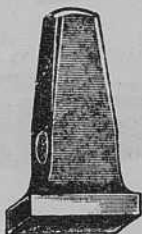
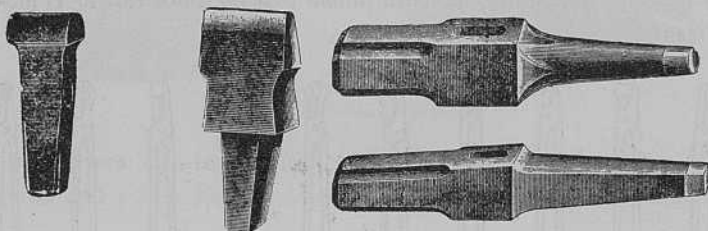


Fig. 260.—Plana de fragua.

y plana (fig. 260). Se emplea para dejar planas las superficies de las piezas, para lo cual se apoya sobre ellas por la parte ancha, y mientras un obrero las sostiene, otro las golpea con el macho.

158. **Degollador.**—Es una cuña de corte romo (figs. 261 y 262) la cual se sujeta sobre el yunque por medio de una cola; otras veces, figura 261, tiene ojo para adaptar un mango. Sirve para hacer escotaduras y estirar el material.

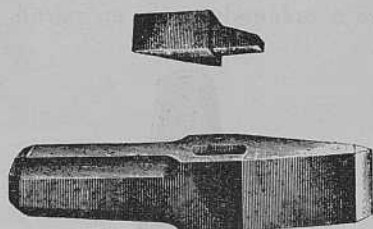


Figs. 261 y 262.—Degolladores.

Figs. 263 y 264.—Punzones de fragua.

159. **Punzones o mandriles.**—Se emplean para abrir en caliente agujeros de formas varias (figs. 263 y 264). Generalmente se los sostiene con las tenazas, pero también los hay que llevan mango.

160. **Calibres.**—Son trozos de acero redondo taladrados

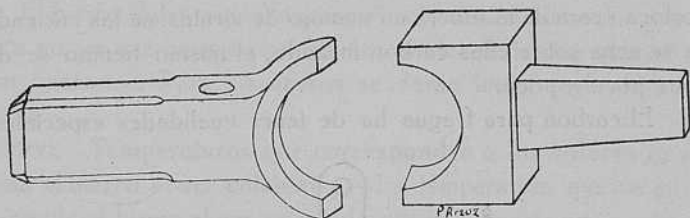


Figs. 265 y 266.—Tajaderas.

según el eje. El agujero puede ser redondo, cuadrado, rectangular, etc. Se emplean para dar a las espigas la forma definitiva, para lo cual, una vez esbozadas, se las obliga a entrar en los calibres de forma apropiada golpeando sobre éstos.

161. **Tajaderas.**—Son cuñas de acero templadas y afiladas. Se emplean para cortar. Se las sostiene unas veces sobre el yunque (fig. 265) y otras mediante mangos (fig. 266).

162. **Alargadores.**—Así se llaman una especie de martillos que tienen la boca redonda en forma de garganta. Se usan para estirar y forjar en redondo; para lo cual las barras



Figs. 267 y 268.—Alargadores con mango y de yunque.

se apoyan sobre dicha garganta y se golpean con el macho o martillo. Pueden colocarse sobre el yunque (fig. 268) o sostenerse con mangos (fig. 267).

163 **Claveras.**—(Fig. 269). Son bloques de fundición con

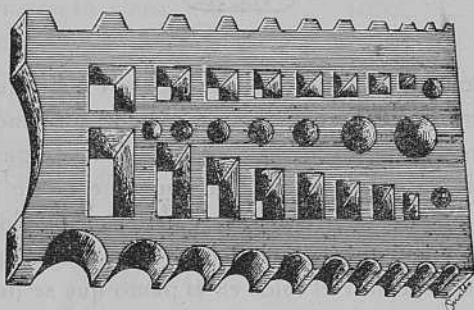


Fig. 269.—Clavera.

ranuras y agujeros de variadas formas y dimensiones. Se emplean para doblar y enderezar barras y como sostén para abrir agujeros,

Para comprobar las medidas de las piezas que se forjan se emplea el metro, reglas graduadas, galgas (fig. 270), compases de espesor y de puntas, etc.

164. **Conducción del fuego.**—Para encender el fuego se coloca cerca de la tobera un manojo de virutas, se las enciende y se echa sobre ellas carbón menudo, al mismo tiempo se da aire poco a poco.

El carbón para fragua ha de tener cualidades especiales,

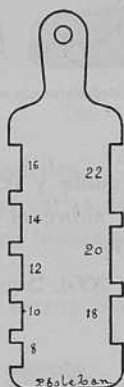


Fig. 270.—Galga de forjador.

la más importante de las cuales es la de ser soldante, es decir, que al arder tiendan a unirse los fragmentos, formando una bóveda para reconcentrar el calor. Es abundante en gases y arde con llama larga y fuliginosa. El carbón que ha de emplearse debe estar mojado. Es también muy importante mojar de cuando en cuando con el escobón el que arde en el hogar, con el objeto de reconcentrar el calor en el punto que se desee.

A veces, según el trabajo que se ejecuta, se necesita carbón especial, como se dirá más adelante (N.º 167).

165. **Precauciones al calentar las piezas.**—Como regla general ha de procurarse que la pieza que se caliente no esté tan inmediata a la tobera que reciba directamente el aire frío.

Tampoco debe estar expuesta al aire ambiente, sino toda ella rodeada de carbón incandescente. Débese, además, revolverla y vigilarla con frecuencia para observar si se calienta por igual.

El hierro dulce suele forjarse al rojo vivo o blanco naciente, a no ser que haya en los objetos aristas delicadas que puedan quemarse. Para los aceros se darán luego reglas especiales.

166. Temperaturas que corresponden a los colores que toma el hierro al ser calentado.—La temperatura que va adquiriendo el hierro al ser calentado puede conocerse muy aproximadamente por su color, para lo cual es conveniente que la fragua no reciba sino luz difusa.

Estas temperaturas y los colores que les corresponden son las siguientes:

Rojo naciente	525° C.
Rojo obscuro	700° C.
Rojo cereza naciente	800° C.
Rojo cereza	900° C.
Rojo cereza claro	1000° C.
Naranja obscuro	1100° C.
Naranja claro	1200° C.
Blanco	1300° C.
Blanco brillante	1400° C.
Blanco sudante	1500° C.

CAPITULO XI

TRATAMIENTO TERMICO DE LOS ACEROS

167. Forjado de las herramientas.—El hogar en que se calientan las herramientas de acero ha de alimentarse con carbón vegetal o cok, pues las hullas pueden desnaturalizarlo. Si fuese preciso emplearlas, no ha de colocarse la herramienta en

el fuego sino cuando el carbón haya ardido bien, porque así ya ha destilado la mayor parte de los principios volátiles que podrían dañarla.

Para hacer trozos una barra de acero, lo mejor es trabajar en frío cortándola *completamente* con la sierra. No es prudente hacer ligeras incisiones con la sierra o la lima y luego acabar de romper la barra a golpes, pues se corre peligro de que se agriete.

Si por no estar recocida no es posible cortarla en frío, se calienta al rojo cereza, si se trata de acero corriente y al amarillo claro, si de acero rápido; luego con la tajadera se abre una incisión bastante profunda alrededor: una vez fría la barra bastará un pequeño golpe para romperla.

La herramienta a forjar se calentará lentamente al principio, teniendo muy poco abierta la tobera, para que el calor penetre uniformemente hasta el alma del acero. Luego de obtenido el color rojo se activa el fuego para pasar rápidamente a la temperatura de forja. Téngase cuidado de que entre la tobera y el acero haya una gruesa capa de carbón incandescente y de evitar que la toque el aire ambiente.

La temperatura de forja depende de la clase de acero, siendo lo más seguro pedir indicaciones a la casa suministradora. En general, los aceros semiduros se forjan a unos 800°, los duros a unos 850° y los extraduros a 950°.

Los aceros rápidos se forjan de la siguiente manera. Se calienta la barra, a ser posible, en carbón vegetal o cok, con una corriente de aire muy débil en un principio, hasta obtener un color *rojo cereza*; luego se activa la combustión hasta obtener un color amarillo, o amarillo claro (1100° a 1200°); en seguida rápidamente y con golpes bastante fuertes se les da la forma deseada. *Si durante el forjado la temperatura desciende al rojo cereza (aproximadamente 900°), debe calentarse nuevamente a la temperatura de forja indicada.* Si el acero rápido se forja a temperaturas inferiores, fácilmente se agrieta.

Una vez forjadas las herramientas se las deja enfriar lenta-

mente entre cenizas secas o polvo de carbón seco. Téngase sobre todo cuidado de no mojar las de acero rápido. Esta operación se llama *recocido*, y nunca debe omitirse. En la mayor parte de los casos bastará esto, aunque las piezas forjadas se hayan de trabajar a lima. Si fuese necesario un recocido más completo, se calientan en un horno a la temperatura de forja, y, cerrando luego todas las entradas y salidas de aire, se deja enfriar lentamente el conjunto.

168. **Afilado previo.**—Recocidas las herramientas, se procede a darles la forma definitiva, para lo que se emplea la lima, y, mucho más comúnmente, la muela de esmeril seca. En este segundo caso no hay ningún peligro de que se calienten los filos, pudiendo por lo tanto oprimirse bastante fuertemente la herramienta contra la muela; lo que sí se debe evitar es enfriarlas con agua, sobre todo si son de acero rápido.

169. **Preparación del fuego para el temple.**—Aun cayendo en repeticiones, insistiremos en la conveniencia de alimentar el hogar con carbón vegetal o cok. Como también se dijo para el forjado, las herramientas a templar deben en un principio calentarse lentamente para que la penetración del calor sea íntima.

La parte que se ha de calentar debe ser lo más pequeña posible. Esto si se trata de herramientas cortantes por un lado (herramientas de torno, limadora, etc.). Si se trata de herramientas que han de templarse en todas sus partes (fresas, brocas, etc.) la operación resulta arriesgada en la fragua, empleándose comúnmente hornos o baños de plomo y sales como luego se dirá.

La temperatura de temple depende de la clase de acero; consúltese pues siempre la casa suministradora. Para los aceros corrientes suele ser:

rojo cereza oscuro para aceros duros,

rojo cereza para aceros de dureza media,

rojo cereza claro para aceros dulces.

Los aceros rápidos se calientan lentamente hasta el color rojo claro y luego rápidamente al blanco (unos 1200°-1300°); en seguida se enfrían en una viva corriente de aire a la cual se presentan por la parte cortante, sin acercarlas demasiado a la tobera. Pueden emplearse en lugar de aire, sebo o aceite, en los cuales se sumerge sólo la parte cortante, removiéndola activamente.

El empleo del petróleo no da mejores resultados y ofrece peligros.

170. **Baños para templar.**—En el párrafo anterior nos hemos adelantado a decir cómo se templan los aceros rápidos.

Ahora vamos a referirnos a los aceros corrientes.

El baño más empleado es el agua a unos 15° ó 20°. Debe de ser en tal cantidad, que esta temperatura no se varíe sensiblemente al templar, por esto da muy buenos resultados el empleo de un buen chorro de agua. Si se desea un temple más duro, se adiciona al agua un 10 % de sal de cocina o ácido sulfúrico. Si por el contrario se quiere que el temple sea suave, puede emplearse agua caliente, lechada de cal, o agua con una ligera capa de aceite.

171. **Cómo se enfrían las herramientas.**—Las que se han de templar completa, o casi completamente (fresas, machos, escariadores, etc.) no deben sostenerse, al sumergirlas en el baño de temple, con tenazas anchas, pues se quedarían sin templar las superficies de contacto; se elegirán pues tenazas que no toquen las piezas sino en dos puntos o dos líneas. Además no deben estar mojadas ni frías.

Las herramientas en las cuales no son de temer deformaciones o roturas, se sumergen sin más en el agua, agitándolas vivamente hasta su completo enfriamiento.

Si son largas se introducen en el baño verticalmente; las fresas delgadas de canto. Estas piezas *no deben ser agitadas de lado*, sino simplemente de arriba a abajo, o giradas alrededor de su eje.

Las fresas, escariadores, etc. más grandes se enfrían contra

todo peligro de rotura de la siguiente manera: se sumergen verticalmente en agua corriente o mejor salada, a unos 20° y se agitan enérgicamente en sentido vertical; cuando su superficie se ha vuelto negra (unos 15 segundos de inmersión para piezas regulares y unos 20 a 30 para las mayores) se introducen en aceite o agua hirviendo y allí se dejan hasta que todo se enfríe completamente. El aceite deberá ser en cantidad tal, que la herramienta no influya sensiblemente en su temperatura.

172. **Insuficiencia de temple.**—Templada una herramienta, conviene asegurarse de la intensidad del temple atacándola con una lima.

Sucede a veces que las herramientas parece no hayan tomado temple, pues se dejan limar. Esto puede ser debido a que la temperatura de temple ha sido insuficiente, o el enfriamiento incompleto. Como remedio no hay sino volver a templar con las debidas condiciones.

Pero lo más común es que la herramienta, debido a haber estado expuesta al aire, se haya descarburado superficialmente, lo cual se conoce en que la lima sólo ataca en poca profundidad. En este caso un nuevo temple no mejora, sino que empeora las cualidades de la misma. Lo que se debe hacer es suprimir la capa descarburada, que puede llegar a tener hasta un mm. de espesor, empleando la muela de esmeril, abundantemente mojada, dando pasadas suficientemente ligeras para evitar el peligro de que se caliente y revenga el filo. Este afilado después del temple nunca debe omitirse, aun en el caso de un temple satisfactorio.

Otras veces, debido a un calentamiento excesivo, se ha quemado el acero, lo cual se conoce porque suele agrietarse al enfriarse y romperse fácilmente al trabajar, mostrando un grano grueso. Como remedio, no hay sino cortar o desbastar a muela la parte quemada y preparar de nuevo la herramienta.

173. **Revenido después del temple.**—Las herramientas templadas a todo temple generalmente son tan frágiles que no resisten el trabajo. Se disminuye esta fragilidad por medio del

revenido, el cual consiste en calentar de nuevo las piezas a una temperatura comprendida, según los aceros y la clase de trabajo a que se destinan, entre unos 225° y 350°, y enfriarlos nuevamente en agua.

Las herramientas de acero rápido generalmente no se revienen. Si por ser de corte muy delicado (ángulo de corte menor de 55°) debieran revenerse, no debe hacerse por medio del calor interno (n.º 174), sino templelas completamente como antes se dijo, y luego volverlas a calentar muy lentamente al *azul claro o violado*, dejándolas luego enfriar al aire ambiente.

En los demás aceros esta operación puede llevarse a cabo de varias maneras:

174. **Revenido por el calor interno.**—Este procedimiento es especialmente aplicable a herramientas que sólo se templen parcialmente (buriles, útiles de torno, etc.). Se practica al mismo tiempo que el temple: enfriada completamente la parte cortante del útil, se la retira del baño y el calor de la parte no enfriada se propaga poco a poco a la punta; cuando ésta adquiere el color de revenido deseado, se enfría toda la herramienta en el agua.

175. **Revenido por el temple interrumpido.**—Este revenido es aplicable a herramientas que se templen totalmente. El útil elevado a la temperatura de temple se enfría en agua hasta haber perdido el color rojo e inmediatamente se sumerge en un baño de aceite.

178. **Revenido por el calor externo.**—Es el procedimiento de aplicación más general.

Templadas a todo temple las herramientas, se las calienta nuevamente a la temperatura de revenido, y se las enfría otra vez en agua. Para dar a los útiles la temperatura del revenido, cuando no se dispone de los hornos o baños especiales para ello (n.º 184), se acostumbra calentar al rojo cereza hierros de formas apropiadas a los cuales se acercan las herramientas a revener. Así, para revener fresas se emplean hierros redondos que quepan holgadamente por su agujero; para los machos, es-

cariadores, etc., pueden servir tubos dentro de los cuales, una vez calientes, se introducen aquellos, etc.

177. **Colores de revenido y herramientas a que se aplican.** — Los diferentes grados de dureza en relación con el color que toma el acero al revenirlo, se clasifican en los siguientes grupos:

GRUPO PRIMERO

Amarillo claro de 220 a 230°.—Herramientas de torno o de cepillo, para acero duro y fundición templada.

Buriles de grabar para acero y piedras duras.

Martillos de aplanar.

Matrices de embutir,

Amarillo obscuro, 240°.—Herramientas de torno y de cepillo para acero y fundición.

Brocas para acero y fundición.

Estampas y fresas para metales.

Sierras para metales.

Martillos de forjador.

Herramientas para picar muelas.

Estampas de cortar.

Amarillo parduzco, 255°.—Cojinetes de hilera.

Quicios de muela,

Pequeñas cuchillas,

GRUPO II

Rojos oscuros, 265°.—Machos de roscar, brocas espirales.

Cortadores para huesos.

Navajas.

Rojos púrpura, 275°.—Herramientas de torno, de cepillo y brocas para hierro y latón.

Buriles de grabador sobre madera.

Punzones en frío para maderas.

Buriles para picar limas,

Violeta, 285°.—Buriles para acero.

Buterolas.

Cuchillas de máquina para madera dura y fresas para madera dura.

Barrenas de mano.

Martillos de marcar.

Punzones en caliente y hojas de tijera.

Puntas de marcar.

Hileras para tornillos de madera.

GRUPO III

Azul violeta, 285°.—Buriles para fundición gris.

Cortadores en caliente.

Herramientas de cepillo, brocas para taladrar madera, hachas, sierras finas, hojas y fresas para máquinas de trabajar madera blanda.

Floretes de esgrima, puñales, etc.

Cuchillos de mesa.

Hoces.

Azul vivo, 315°.—Buriles para hierro.

Sierras de madera.

Instrumentos de cirugía.

Resortes.

CAPITULO XII

CEMENTACION

178. **En qué consiste la cementación.** — Si se calientan al rojo en una caja cerrada trozos de hierro mezclados con polvo de carbón, el carbono penetra en el hierro y se combina con él, transformándolo en acero.

Esta operación se llama *cementación*, y fué el único proce-

dimiento antiguamente empleado para la obtención del acero. El hierro en barras delgadas, mezclado con polvo de carbón vegetal, se encerraba en cajas de palastro, que se calentaban durante varias horas en hornos especiales, llamados de *cementación* (fig. 271). Luego para darles homogeneidad, se fundían en crisoles. Hoy día, debido a los procedimientos inmensamente más rápidos *Bessemer*, *Siemens* y *eléctricos*, cayó en desuso.

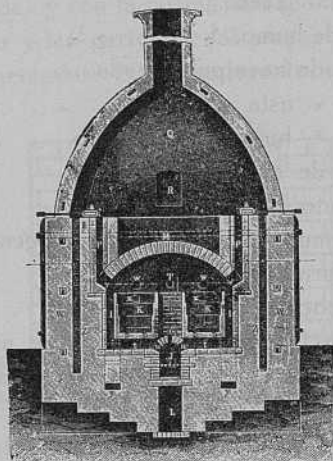


Fig. 271.—Horno para cementar.

Ahora bien, como quiera que la penetración del carbono en el hierro tiene naturalmente lugar en la cementación de la periferia al centro, se pensó en utilizar ésta para acerar superficialmente piezas de hierro dulce, las cuales presentan sobre las de acero el ser tan resistentes como éstas al roce y mucho menos frágiles, como fácilmente se comprende. De aquí que sea tan frecuente cementar muchas piezas de los automóviles (engranajes, ejes, tornillos, etc.) los cuales han de ser excepcionalmente resistentes al roce y al choque.

179. **Materias cementantes.**—Las materias cementantes deben contener *carbón*. Conviene que además contengan *nitrógeno* para facilitar la operación.

He aquí algunas: Carbón de madera pulverizado. Sangre seca pulverizada. Hollín de madera. Cuero carbonizado o no. Asta carbonizada o no. Hueso carbonizado. Prusiato o cianuro potásicos.

Hay muchísimas fórmulas, más o menos autorizadas, de composiciones cementantes, entre las que citaremos las siguientes:

- | | | |
|-----|---------------------------------------|----------|
| 1.º | Carbón de encina pulverizado. | 5 partes |
| | » » cuero. | 2 » |
| | Negro de humo. | 3 » |
| 2.º | Carbón de haya pulverizada. | 3 » |
| | » » asta. | 2 » |
| | » » huesos pulverizado. | 2 » |

- | | | |
|-----|---------------------------------------|------|
| 3.º | Carbón de encina pulverizado. | 30 » |
| | Carbonato de bario. | 40 » |
- Esta fórmula da zonas muy homogéneas.

- | | | |
|-----|-------------------------------|-----------|
| 4.º | Rascaduras de pezuña. | 80 partes |
| | Sal de cocina. | 20 » |

Esta mezcla se pulveriza bien y se amasa con orina; con la pasta resultante se cubren las piezas a cementar.

- | | | |
|-----|------------------------------------|------|
| 5.º | Polvo de carbón de madera. | 30 » |
| | Negro de huesos. | 25 » |
| | Carbón de cuero. | 25 » |
| | Potasa. | 5 » |
| | Cianuro de potasa. | 15 » |

Esta mezcla se recomienda para dar gran dureza.

180. **Cómo se cementa.**—Si se tiene mucha prisa o no se precisa sino una cementación muy superficial, basta calentar al rojo cereza en un hogar alimentado con carbón vegetal o coque, la pieza a cementar; luego se la espolvorea con un cemento de efecto rápido (los hay de varias marcas en el comercio); en seguida se vuelve a calentar y espolvorear, y se sumerge por fin el objeto en agua fría.

La penetración obtenida, aunque muy ligera, es suficiente en muchos casos.

Para mayores penetraciones obsérvese lo que sigue. Si son varias las piezas a cementar y no se dispone de los hornos especiales para esta operación (n.º 183), se prepara una caja de chapa de unos 4 mm. de espesor, dentro de la cual se van colocando las piezas bien rodeadas de polvo cementante. La caja debe tener lateralmente varios agujeros para introducir y sacar unas barras llamadas de pruebas (fig. 272). Toda la caja se recubre de arcilla desleída, y con la misma se taponan los agujeros y juntas de la caja y las partes de las piezas que no se quiere que queden cementadas. Luego se levanta sobre la fragua un

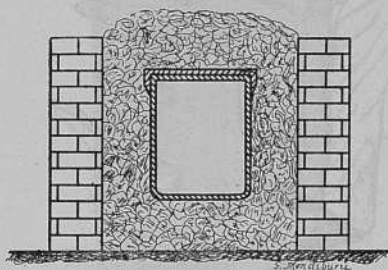


Fig. 272.—Improvisación de un horno para cementar.

hornillo de ladrillos ordinarios o mejor refractarios, simplemente sobrepuestos sin cemento, y dentro de él se coloca la caja rodeada de una gruesa capa de cok, al que se prende fuego. De cuando en cuando se sacan las barras de prueba para, por su color, observar la temperatura que hay dentro de la caja. Cuando ésta llega al rojo, se para casi por completo el aire, se cubre el hornillo de cenizas y se deja arder lentamente durante 1 a 6 horas, según la penetración que se desee. En seguida se deshace rápidamente el hornillo, se sacan las piezas y se templan a todo temple en agua fría.

181. **Hornos para forjar, templar y revenir.**—Las operaciones que acabamos de describir, forjado, cementación, temple y revenido, se hacen de una manera muchísimo más perfecta y económica en falleres de alguna importancia por medio de hornos especiales.

182. **Hornos para forjar y templar.**—De un pequeño horno para forjar y templar herramientas nos da idea clara la figura 273. Se puede calentar, bien por la combustión de una mezcla de aire y gas, bien por la de aceite finísimamente pulverizado por una fuerte corriente de aire.

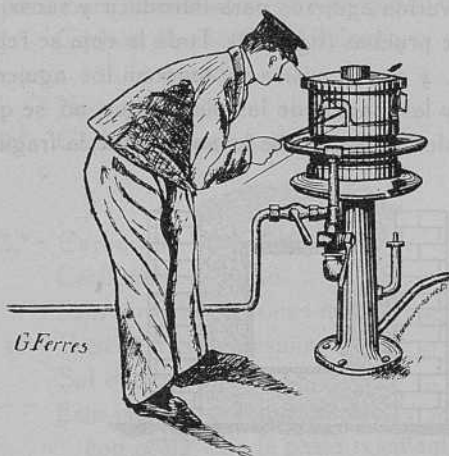


Fig. 273.—Horno para forjar y templar con calefacción por aceites pesados.

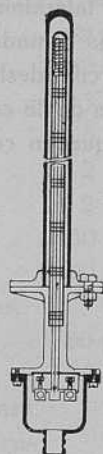


Fig. 274.—Pirómetro de resistencia.

Hay otros análogos con la calefacción por cok.

La economía, comodidad y precisión que estos hornos presentan sobre las fraguas ordinarias salta a la vista.

Complemento indispensable de estos hornos y de los que a continuación citaremos son los *pirómetros*, o sea aparatos por medio de los cuales puede saberse en cada momento la temperatura de los hornos y de las herramientas que en ellos se calientan. Entre ellos haremos mención de los *pirómetros de radiación* y *pirómetros de resistencia* (fig. 274). Su empleo no puede ser más sencillo, pues se reduce, en los primeros, a exponerlos al calor radiante de los hornos o herramientas y en los segundos a introducirlos parcialmente en los hornos o baños. La temperatura se lee en los arcos graduados que los acompañan.

183. **Hornos para cementar y recocer.**—La figura 275 presenta una de las formas más comunes.

La puerta superior da acceso a la cámara para cementar y recocer. Las piezas que se han de cementar se colocan en una caja de hierro, la cual al principio de cada operación se pinta exteriormente de cal. Para colocar las piezas dentro de esta

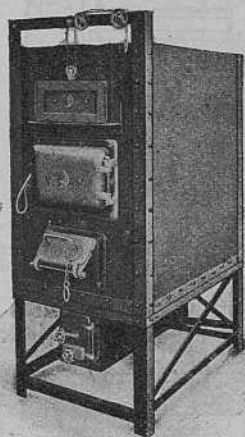


Fig. 275. — Horno para cementar y recocer.

caja, se pone primero una capa de polvos de cementar de unos 20 mm. de espesor; luego varias piezas a cementar, procurando que no se toquen y que los huecos estén llenos con materias cementantes; a continuación otra capa de polvos de unos 10 mm. y otra de piezas y así hasta llenar la caja, la cual se cierra herméticamente. La duración de la cementación varía con la penetración que se desee. Como norma general, para una penetración de 0'76 mm. se necesitan de 5 a 6 horas. Terminada la cementación se templan rápidamente las piezas en agua fría.

El horno descrito y el de la figura 276 se calientan con cok. Hay otros más cómodos y de más fácil regulación, cu-

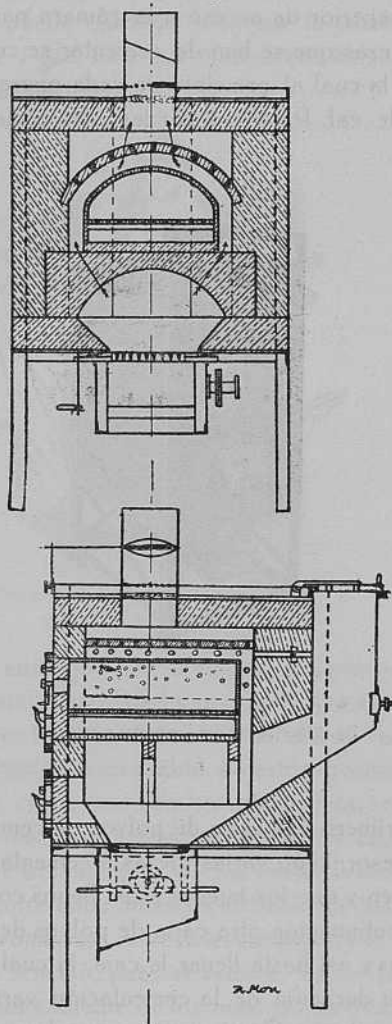


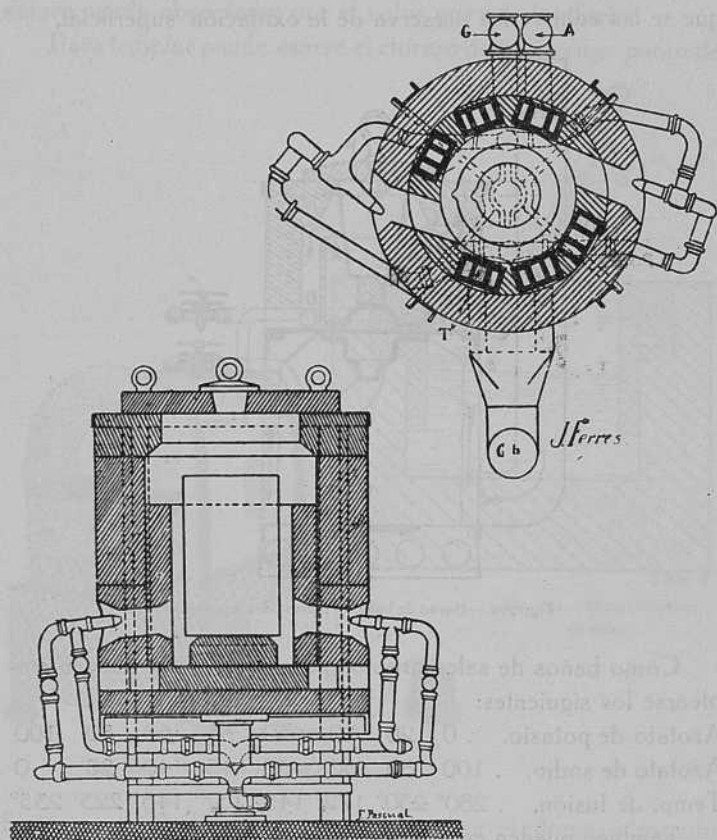
Fig. 276.—Horno para cementar y recocer

yo combustible son aceites pesados o mezclas de aire y gas.

184. **Hornos para revenir.**—Los más propios para esta

operación son los hornos de sales, sobre todo cuando se trata de herramientas algo complicadas.

Véase en las figuras 277 y 278 uno alimentado con aire y



Figs. 277 y 278.—Horno de sales para templar y revenir.

gas. En el crisol se funden sales cuyo punto de fusión coincida con el de revenido que se desee. Luego se sumergen las piezas las cuales una vez estén a la temperatura del baño se sacan y enfrían en agua.

El de la figura 279 es un horno de plomo fundido.

Estos hornos también pueden emplearse para templar empleando sales de punto de fusión elevado. Las herramientas así tratadas conservan su color natural, pues la película de sal que se les adhiere las preserva de la oxidación superficial.

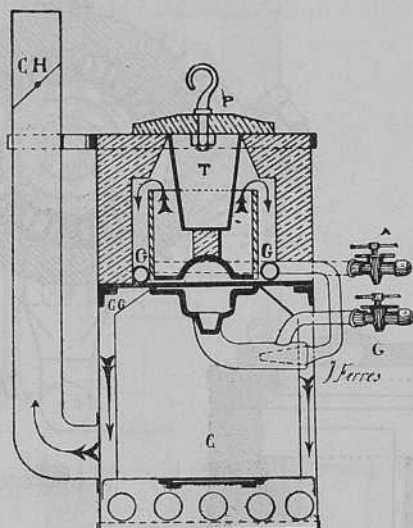


Fig. 279.—Horno de baño de plomo para templar.

Como baños de sales propios para el revenido pueden emplearse los siguientes:

Azotato de potasio.	. 0	20	40	50	55	60	80	100
Azotato de sodio.	. 100	80	60	50	45	40	20	0
Temp. de fusión.	. 280°	230°	172°	145°	137°	145°	225°	255°

También pueden emplearse las mezclas siguientes:

Nitrato de potasa.	. . . . .	8	20	80	100
Nitrato de sosa.	. . . . .	100	80	20	8
Temperatura de fusión.	. . . . .	380°	235°	235°	335°

Puede también efectuarse el revenido por medio de baños de aceite cuya temperatura deberá observarse con un termómetro o un pirómetro,

Otro procedimiento es el baño de arena, fácilmente realizable en la fragua ordinaria. Sobre el hogar se coloca un crisol ancho lleno de arena silicea seca. Entre ella se colocan las piezas que se han de revenir, revolviéndolas a menudo. La temperatura puede observarse por el color que van tomando.

Para templar puede usarse el cloruro de bario cuyo punto de

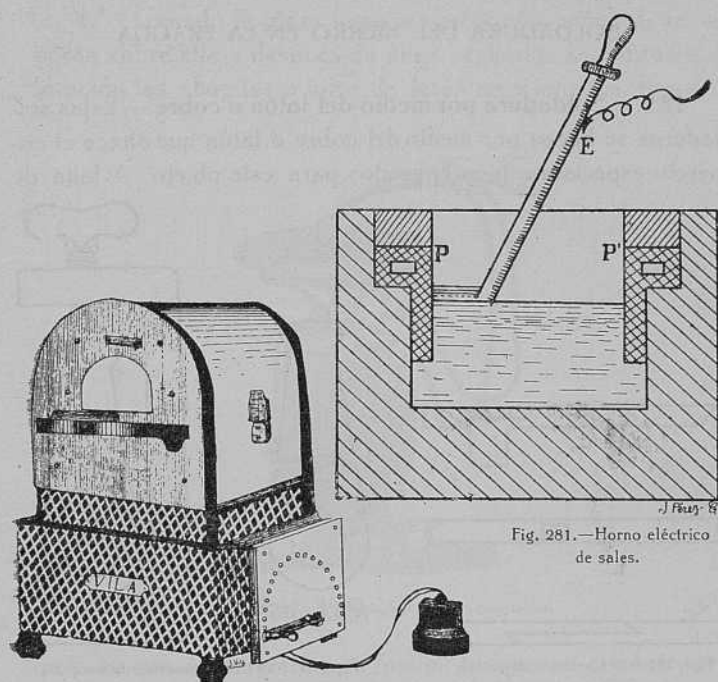


Fig. 281.—Horno eléctrico de sales.

Fig. 280.—Horno eléctrico de resistencia.

fusión es 950° . Puede también emplearse el plomo, elevando su temperatura a unos 1000° .

Para observar la temperatura de los baños es muy cómodo emplear pirómetros de resistencia.

La figura 280 presenta un horno de baño de sales calentado mediante la resistencia eléctrica que le rodea.

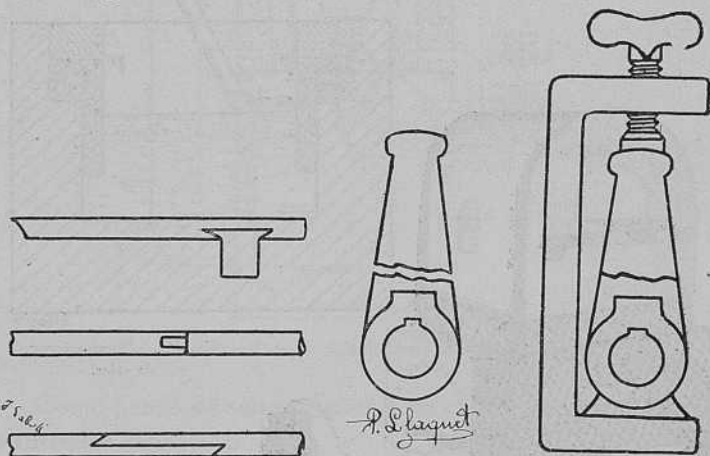
En el de la figura 281 la corriente eléctrica al pasar por la

masa de la sal fundida eleva su temperatura al grado que se desea. Para comenzar en estos la fusión de las sales se emplea el electrodo auxiliar *E*, que se acerca al *D* y luego se separa poco a poco de él.

CAPITULO XIII

SOLDADURA DEL HIERRO EN LA FRAGUA

185. **Soldadura por medio del latón o cobre.**—Estas soldaduras se hacen por medio del cobre o latón que ofrece el comercio especialmente preparados para este objeto. A falta de



Figs. 282 a 284.—Unión de piezas a soldar con latón.

Figs. 285 y 286.—Preparación de una pieza para soldarla con latón

ellos pueden utilizarse hilos o chapitas más o menos finas según el tamaño de la soldadura.

Para que la soldadura resulte buena se ha de procurar:

- 1.º Limpiar bien las partes que se han de unir, lo que se puede hacer con la lima o esmeril.
- 2.º Mantenerlas firmemente unidas, para lo cual se hacen ajustajes (figs. 282 a 284) o se acude a otros dispositivos (figs. 285 y 286).

3.º Preparar un buen fuego, utilizando, a ser posible, cok o carbón vegetal a fin de no manchar las piezas. Debe evitarse que el aire de la tobera las toque.

Lo mejor es emplear pequeños hornillos de carbón vegetal (fig. 287), dirigiendo sobre la pieza la llama de un soplete de gas y aire.

4.º Cuando la pieza toma un color rojo sombra, se echa bórax sobre ella y después de unos segundos se aplican sobre la unión las chapitas o hilos de latón mencionados. En el ins-



Fig. 287.—Fragua para soldar con latón.

tante en que éstos entran en fusión, lo que se conoce por la formación de pequeñas llamas verdes, se retira el objeto del fuego y se le deja enfriar.

De esta manera se pueden soldar entre sí acero, hierro y cobre rojo, tanto si las piezas son del mismo, como si son de distinto metal.

186. **Soldadura del hierro en la fragua.**—Esta operación presenta a veces dificultades por la naturaleza del hierro que se ha de soldar. Para obtener una buena soldadura ténganse presentes estas normas.

1.^o Las barras a soldar deben recalcarse por el extremo en que se han de unir, pues de lo contrario sería difícil dejar su sección uniforme.

2.^o Al mismo tiempo que se recalcan dichos extremos, se

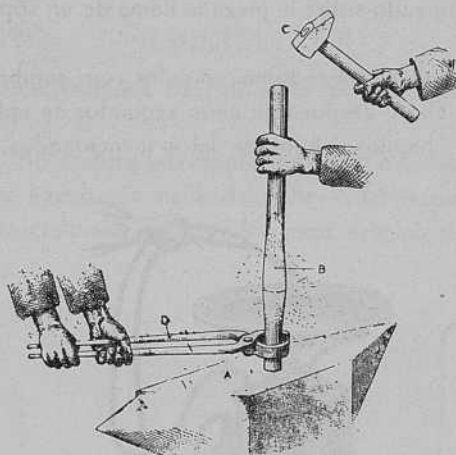


Fig. 288.—Soldadura de tope.

les debe dar una forma apropiada a la soldadura que se desea. Esta puede ser de tres clases:

a) Soldadura de *tope* (fig. 288). Es la más sencilla, pe-

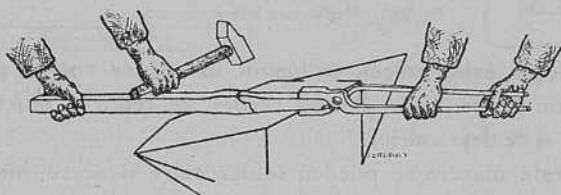


Fig. 289.—Soldadura por superposición.

ro la menos resistente. Basta recalcar las barras dejando planas las partes que se han de unir.

b) Soldadura por *superposición* (fig. 289). Se forjan los extremos a soldar en forma ensanchada y algo cóncava.

c) Soldadura de *boca de lobo* (fig. 290). Para esta soldadura se forja uno de los extremos en forma de cuña y el otro en forma de boca.

3.º Prepárese un buen fuego, suficientemente grande para calentar cómodamente las piezas.

4.º Caliéntense los extremos de las piezas a soldar, ambos a la vez si son aproximadamente de igual sección; en caso contrario se debe calentar antes el más grueso. Revuélvanse a menudo para que tomen calor por igual.

5.º Cuando salen del fuego chispas brillantes es señal de

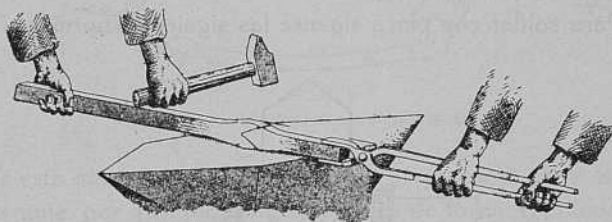


Fig. 290.—Soldadura de boca de lobo.

que el hierro entra superficialmente en fusión. En este momento se aconseja proyectar sobre las piezas arena silícea. Pasados unos segundos, más o menos según la magnitud de aquéllas, se sacan rápidamente los hierros del fuego y se los golpea fuertemente sobre el yunque en el sentido que más favorezca la unión, según la clase de soldadura que se ejecuta. En seguida con golpes pequeños y rápidos se procura la perfecta unión de los labios, para lo cual, si es preciso, se vuelve a hacer hervir el hierro.

Se comprende que estas operaciones no puede hacerlas, en general, un solo obrero.

6.º El trabajo se termina con un nuevo caldeo y consecutivo forjado de la unión según la forma de la pieza.

187. **Soldadura con placa.**—Cuando no se desea o no es conveniente llevar los hierros o aceros a la temperatura de fusión para soldarlos, o cuando son de tal naturaleza que no se

sealdan directamente tal como acabamos de explicar, se acude a la soldadura con placa.

La placa *Laffitte* es una tela formada de delgados alambres

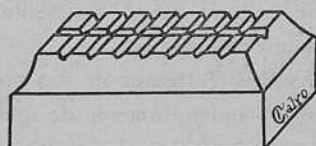


Fig. 291.—Ranurado de una superficie que se ha de soldar con placa.

de hierro sobre los que se ha moldeado una pasta hecha con substancias desoxidantes.

Para soldar con placa sÍganse las siguientes normas:

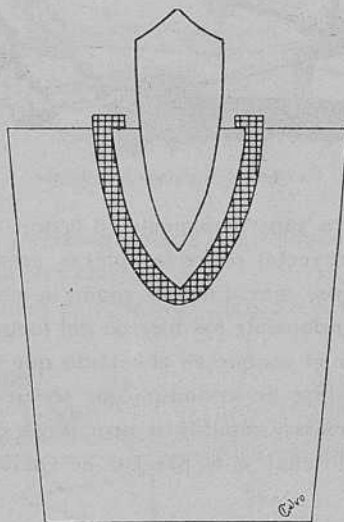


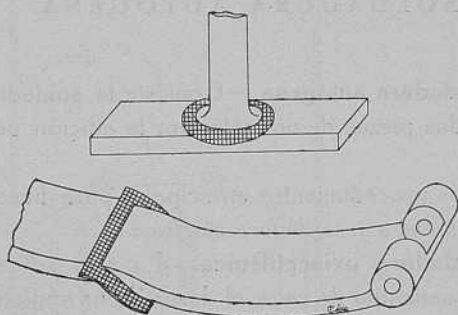
Fig. 292.—Soldadura con placa Laffitte.

1.º Límpiense con la lima las superficies a unir. Puede, si se desea más seguridad, hacerse sobre ellas un entrecruzado a buril o lima (Fig. 291.)

2.º Calíentense al rojo cereza claro o, a lo más, al blanco naciente; límpiense de nuevo rápidamente con una carda o

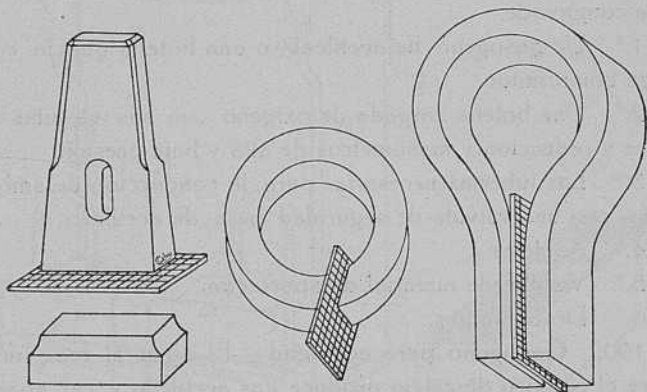
lima y colóquese entre ellas un trozo de placa (figs. 292 a 298).

3.º Caliéntense unos instantes más y golpéense rápidamente sobre el yunque.



Figs. 294 y 295.—Soldaduras con placa Laffitte.

De esta manera es fácil soldar hierros y aceros entre sí, lo que permite, por ejemplo, preparar útiles de torno, cepilladora,



Figs. 296, 297 y 298.—Soldaduras con placa Laffitte.

etcétera, cuyo corte es de acero rápido, que resiste la temperatura de más de 1000° sin quemarse, y lo demás es de hierro o acero de inferior calidad.

CAPITULO XIV

SOLDADURA AUTOGENA

188. **Soldadura autógena.**—Consiste la soldadura autógena en unir dos piezas de un metal por la adición del mismo metal fundido.

Dos son los procedimientos principales para hacerlo: *soldadura oxiacetilénica* y *soldadura eléctrica*.

189. **Soldadura oxiacetilénica.**—En esta soldadura se emplea como manantial de calor el dardo de un soplete alimentado con una mezcla de oxígeno y acetileno.

Nuestro objeto no es sino exponer nociones generales sobre su instalación y manera de servirse de ella en los casos más comunes.

Una instalación ordinaria de esta clase de soldadura autógena comprende:

1.º Un gasógeno de acetileno, o una botella que lo contenga comprimido.

2.º Una botella cargada de oxígeno con sus válvulas de cierre y reducción y manómetros de alta y baja presión.

3.º Las tuberías necesarias para la conducción de ambos gases, con una válvula de seguridad en la de acetileno.

4.º Sopletes.

5.º Varillas de material de aportación.

6.º Desoxidantes.

190. **Gasógeno para acetileno.**—El agua al reaccionar sobre el carburo de calcio produce gas acetileno y cal apagada. Los aparatos empleados en la industria para producir esta reacción se llaman gasógenos de acetileno.

Hay tipos muy variados. En unos el agua cae gota a gota sobre el carburo y en otros, menos numerosos, éste cae poco a poco sobre una gran masa de agua.

En la figura 299 presentamos un buen ejemplar de la primera clase.

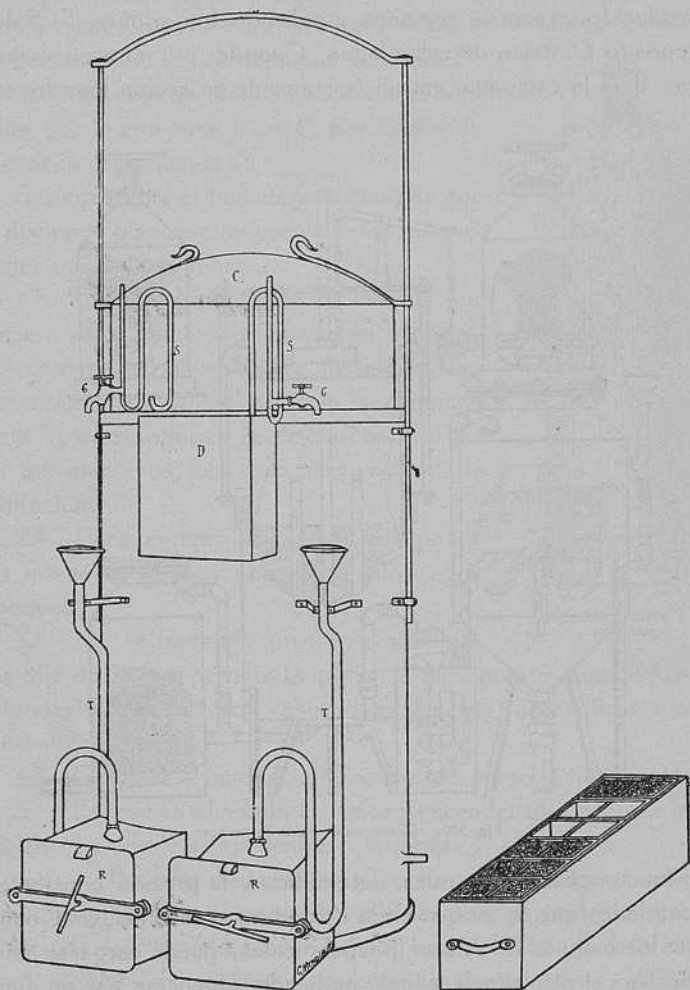


Fig. 299.—Gasógeno de caída de agua

Los sifones *S, S* van unidos a la campana móvil *C*, participando por lo tanto de sus movimientos. Al abrir uno de los grifos *G, G*, el agua bajando por el embudo y tubo curvado *T*,

llega a los cajones *R, R*, en los que está el carburo en unas cajitas de chapa taladrada, y las invade sucesivamente. El gas producido levanta la campana y saliendo los sifones *S, S* del depósito *D*, dejan de echar agua. Cuando, por consumirse el gas, baja la campana, entran nuevamente en acción los sifones.

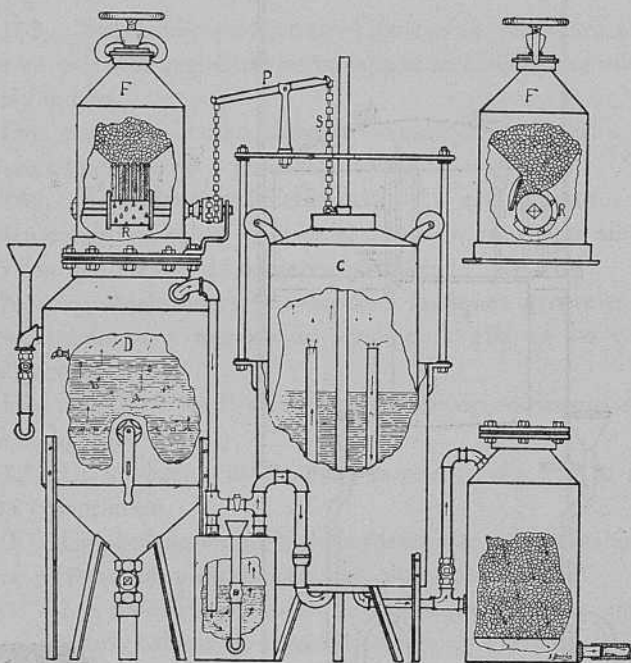


Fig. 300.—Gasógeno de caída de carburo.

El funcionamiento es, pues, automático y la presión constante, cualidades que se exigen en la soldadura oxiacetilénica. Como que los cajones *R, R* son independientes, puede cargarse uno mientras el otro produce gas, pudiendo obtenerse así un funcionamiento continuo del aparato. Las cajitas no deben llenarse de carburo sino, a lo sumo, hasta la mitad, puesto que los productos de la descomposición ocupan un volumen mucho mayor que el carburo intacto.

Como ejemplo de gasógeno de la segunda clase véase el que representa la figura 300. El carburo en trozos menudos va colocado en el recipiente *F* y desde él cae, por la acción del tambor dentado *R*, al depósito de agua *D*. Los movimientos de dicho tambor son producidos por la campana móvil *C*, por medio de la cadena *S* y palanca *P*.

Sea cual fuere el tipo de gasógeno de que se disponga, ténganse en cuenta estas instrucciones para su empleo:

1.º Cuando se le pone en marcha por primera vez o después de una larga temporada, conviene expulsar el aire de la campana y cañerías para lo cual se llena la campana hasta $\frac{2}{3}$ de su altura y se deja escapar el gas por los mecheros, teniendo bien ventilada la habitación.

2.º Para comprobar si hay escape de gas no se use nunca una llama, sino agua jabonosa.

3.º No se fuerce la producción de gas más allá de lo que permita la potencia del aparato, pues el calentamiento que en otro caso se produciría desmejoraría la bondad del gas.

4.º Confíese el cuidado del aparato a persona inteligente.

5.º Evítese en absoluto el fumar y encender otra luz que la eléctrica en donde se encuentre el aparato.

191. **Botellas de acetileno disuelto.**—El acetileno posee la propiedad de ser muy soluble en la acetona, en grado tal, que un litro de este líquido absorbe, a la presión de 12 atmósferas, unos 280 litros de acetileno, aumentando mucho esta cantidad con la presión. Utilizando esta propiedad expende el comercio botellas de acetileno (fig. 301), las cuales contienen una sustancia muy porosa, cuyos huecos ocupa la acetona destinada a disolver el acetileno a presión.

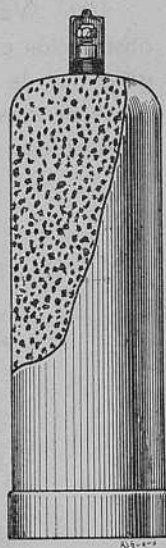
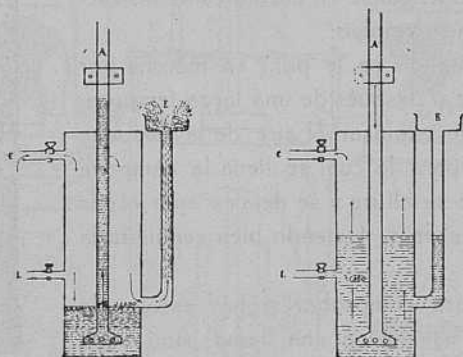


Fig. 301.—Botella de acetileno.

Por ser algo caro este acetileno, sólo se aconseja emplearlo cuando sea incómoda o imposible la instalación de los gasógenos descritos. El manejo de estas botellas no es peligroso.

192. **Válvula hidráulica de seguridad.**—Un deterioro u obstrucción en el soplete podría ocasionar un retroceso de oxígeno por la tubería del acetileno, pudiendo derivarse graves consecuencias; para evitar tal riesgo se intercala en la tubería del acetileno una válvula hidráulica (figs. 302 y 303). El gas



Figs. 302 y 303.—Válvula hidráulica de seguridad; 1.º en un retorno de oxígeno; 2.º trabajando normalmente.

que llega por la tubería *A*, borbotea a través del agua y sigue por la tubería *C*, hacia el soplete.

La llave *L* sirve para saber la cantidad de agua que hay en la válvula. Cuando, al abrirla, no sale agua, hay que echarla por el embudo *E* hasta que salga. Es evidente que un retroceso de oxígeno hará salir el agua de la válvula por el embudo *E*, y luego por el mismo tubo se descargará dicho gas, evitándose así que llegue hasta el depósito de acetileno.

193. **Botellas de oxígeno.**—Las botellas o tubos de oxígeno (fig. 304), son cilindros de acero muy resistente, uno de cuyos extremos es ciego, tiene forma esférica y lleva un apéndice cuadrado que le sirve de base; el otro es abierto y alargado en forma de cuello de botella. Aun cuando estos tubos se prueban

a presiones de 250 a 300 Kg. por cm.² sin embargo el oxígeno que confienen no se comprime más que a unos 120.

En la parte superior llevan una válvula (fig. 305) para la

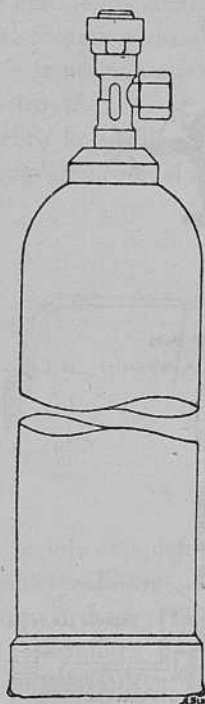


Fig. 304.—Botella de oxígeno.

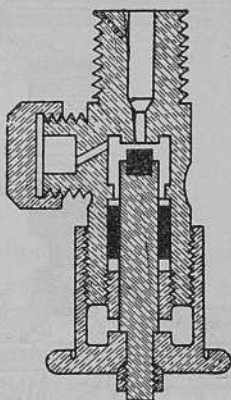


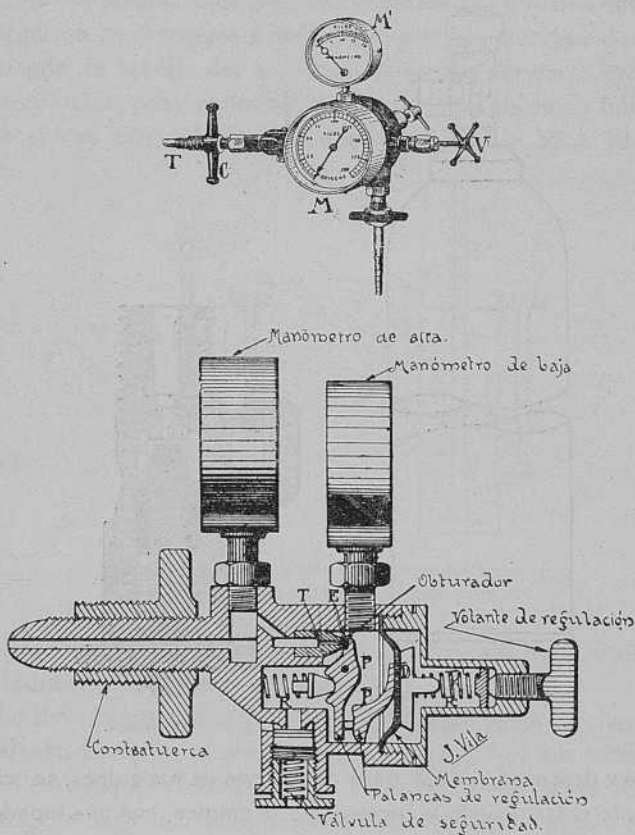
Fig. 305.—Su válvula.

carga y descarga, la cual, para defenderla de los golpes, se cubre durante el transporte y mientras no se emplea, con una tapadera roscada.

194. **Manómetros y Válvulas de reducción.**—La presión en el interior de la botella de oxígeno es en un principio, como acabamos de decir, de unos 120 Kg. por cm.² y va disminuyendo, naturalmente, con el consumo que del mismo se hace. Como quiera que la presión de oxígeno en el soplete ha de ser muchísimo menor, variable con la potencia de la boquilla, y constan-

te mientras se emplea la misma, precisa que haya un dispositivo mediante el cual puedan cumplirse estas condiciones.

Este es el objeto de la válvula de reducción (figs. 306 y 307).



Figs. 306 y 307.—Válvula de reducción de presión.

Se une a la válvula de la botella mediante el tubo *T* y contra-terca *C*. El manómetro *M*, por comunicar directamente con la botella, marca la presión en el interior de la misma, en cuanto se abre la válvula de toma. El taladro de salida de oxígeno *T*, se abre y cierra por la acción del tapón de ebonita *E*, montado

en el extremo de la doble palanca P, P , cuyo otro extremo se apoya sobre la membrana D , de cierre hermético. Sobre la membrana y palanca actúan los resortes opuestos R, R' la presión de uno de los cuales, R' puede graduarse a voluntad mediante el volante V , lo que permite la salida del oxígeno en el soplete a la presión que se desee, y que se puede leer en el manómetro M .

Al abrir la botella de oxígeno, lo que debe hacerse lenta, pero completamente, el regulador de presión debe tener su tor-

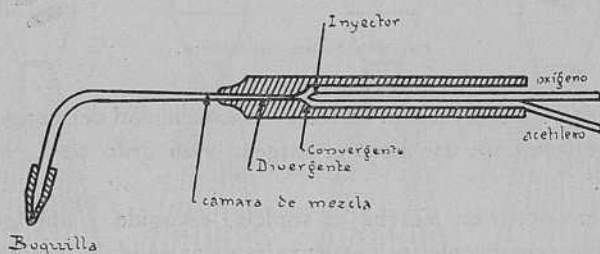


Fig. 308.—Esquema de un soplete.

nillo de reglaje completamente aflojado y la espita de la salida de gas abierta. El no observar esta regla puede estropear el manómetro de baja presión.

195. **Sopletes oxiacetilénicos.**—Son aparatos destinados a recibir y mezclar íntimamente los gases oxígeno y acetileno para obtener con seguridad un dardo soldante fijo y regulable. En la figura 308 puede verse esquemáticamente un soplete.

Mediante dos tubos de goma llegan a este aparato el oxígeno y el acetileno.

La tubería de oxígeno termina en un cono provisto de un diminuto agujero, llamado inyector, a continuación del cual hay otro cono divergente, o difusor que se continúa con la cámara de mezcla, la cual a su vez termina en la boquilla.

La salida del oxígeno en estas condiciones provoca alrededor del inyector una depresión que favorece la llegada del acetileno.

La magnitud del dardo ha de poder graduarse en un soplete según el tamaño de la soldadura que se desea hacer.

Comúnmente los sopletes tienen la forma de la fig. 309. En la figura 310 presentamos un soplete en el cual cada boquilla va acompañada del inyector de oxígeno apropiado. La unión de éstas al mango del aparato se hace fácilmente mediante el



Fig. 309.—Soplete oxiacetilénico.

raccord en que terminan. Cerca de la extremidad del mango hay una válvula para dar paso al oxígeno y un grifo para el acetileno.

Para poner en marcha el soplete, escogida y apretada la boquilla conveniente, se comienza por dar salida al acetileno y

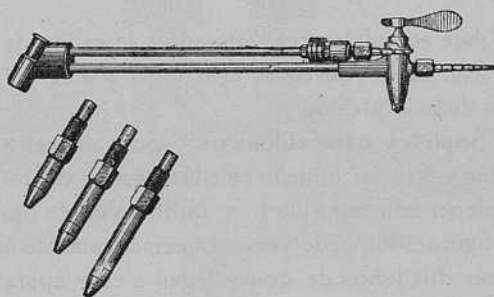
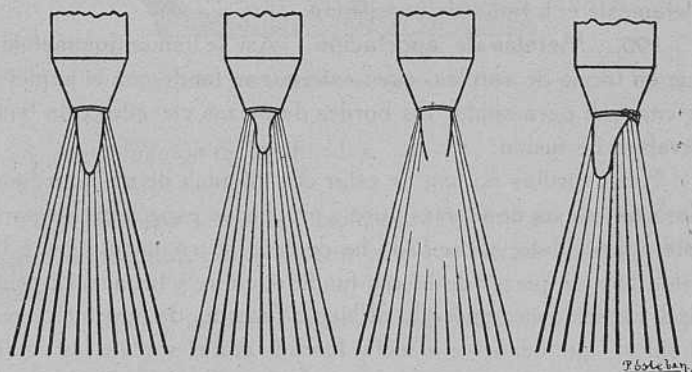


Fig. 310.—Soplete oxiacetilénico.

se le prende fuego. Luego se abre la válvula de la botella de oxígeno lenta pero completamente. En seguida se abre la válvula de oxígeno del soplete y se maneja el tornillo de regulación de presión hasta que la forma del dardo sea la de la figura 311: es decir, ha de presentar un núcleo de color blanco brillante de la mayor longitud posible y de contornos bien limpios. En caso

de exceso de oxígeno (fig. 312) el núcleo se acorta y toma un color ligeramente violado. Por el contrario un exceso de acetileno da un núcleo muy largo y de contornos borrosos (figura 313).

Si durante la regulación se teme haber fraspasado el punto preciso que caracteriza el dardo normal, se vuelve a dar un exceso de acetileno, para empezar de nuevo una regulación más exacta. Lo mismo se hace para la regulación durante el trabajo.



Figs. 311-314.—Dardo bien regulado; con exceso de oxígeno; con exceso de acetileno; obstruido parcialmente;

pues es fácil que se desarregle el dardo por varias causas; entre ellas, porque se obstruya en parte el orificio, debido a partículas de óxido que penetran en el interior (fig. 314), lo cual produce un exceso de oxígeno; el mismo efecto produce un calentamiento excesivo del soplete. Para enfriarlo se ha de tener a mano un cubo de agua fría, en la cual se sumerge de cuando en cuando; si es preciso además desobstruirlo, al mismo tiempo que se sumerge en el agua para enfriarlo, se deja libre la salida del oxígeno.

Cuando al usar el soplete se producen pequeñas detonaciones, o se deja oír un silbido característico, es señal de que, o el soplete está mal regulado, o está interiormente sucio, o muy caliente, o algo obstruido, a todo lo cual se ha de poner presto remedio.

Cuando durante el trabajo se ha de apagar momentáneamente el soplete, primero se cierra la espita del acetileno, y luego la válvula del oxígeno que el mismo soplete lleva.

Al terminar el trabajo, debe cerrarse primeramente la toma de acetileno por medio de la espita de la válvula hidráulica, o botella de acetileno disuelto y luego el oxígeno por medio de la válvula de la botella que lo contiene. Cuando el oxígeno de la cámara de regulación ha salido por el soplete, se afloja completamente el tornillo de regulación.

196. **Metales de aportación.**—Así se llaman los metales que en forma de varillas, cuyo extremo se funde con el soplete, se emplean para soldar los bordes de piezas elevadas a la temperatura de fusión.

Estas varillas no han de estar constituidas de metal ordinario, sino que ha de ser más puro y preparado especialmente para este objeto. Esto sobre todo ha de tenerse en cuenta para la soldadura de piezas de hierro fundido, cobre y bronce. El principal elemento incorporado al hierro fundido de aportación es el silicio, que devuelve al metal fundido con el soplete las cualidades necesarias para poder ser trabajado después de efectuada la soldadura. Las varillas para soldar cobre y bronce generalmente llevan fósforo, y para el latón, aluminio.

197. **Desoxidantes.**—Los metales elevados a la temperatura de fusión, fácilmente se oxidan. Puede suceder que el óxido formado tenga un punto de fusión más elevado y sea más denso que el metal, por lo que quedaría incluido en la soldadura, comprometiendo su resistencia. El empleo de los desoxidantes tiende a evitar estos inconvenientes. Generalmente se usan en forma polvo, en el cual se introduce el extremo de la varilla de aportación previamente calentado. La aportación de polvo debe ser frecuente y regular, pero sin exceso.

Para el cobre, latón y bronce se emplea como desoxidante el bórax. Para el hierro colado el desoxidante empleado es bicarbonato de sosa, y mejor una mezcla íntima de carbonato y bicarbonato de sosa, borato de sosa y silicio.

198. **Preparación de las piezas para soldar.**—Las piezas que se han de soldar han de sufrir una preparación que, en general, comprende las siguientes operaciones:

Chaffanado de los bordes.

Limpieza del metal, si hay lugar a ello.

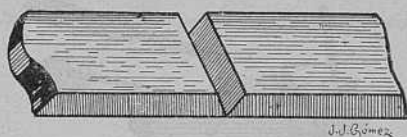


Fig. 315.—Chaffanado de planchas para soldarlas.

Ajuste y fijación de los bordes.

Punteo de los bordes.

Calentamiento antes de la soldadura, si se trata de metales frágiles, susceptibles de romperse bajo los efectos del calor localizado.

El *chaffanado* de los bordes es indispensable cuando las

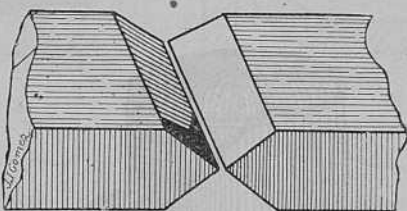


Fig. 316.—Chaffanado de planchas para soldarlas.

piezas tienen más de tres o cuatro milímetros de espesor. El ángulo de la **V** (fig. 315) así formada ha de ser tanto mayor cuanto más gruesa es la plancha, no pasando, no obstante, de los 90°. Para espesores de más de 15 milímetros ha de chaffanarse por ambas caras (fig. 316).

Chaffanados los bordes de las piezas, se los aproxima de manera que ajusten en toda su longitud y en seguida se los une

por medio de puntos de soldadura, más o menos próximos según el espesor de la plancha (figs. 317 y 318).

Para planchas muy delgadas el punteado se hace sin metal de aportación y a una distancia de unos 25 a 30 milímetros. Las

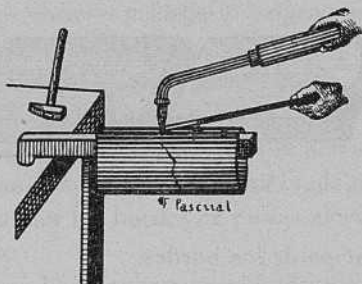


Fig. 317.—Punteado de un cilindro.

de 10 milímetros de espesor se puntean sólidamente con metal de aportación a una distancia de unos 250 a 300 milímetros.

Las figuras siguientes, 319 a 336, indican con suficiente

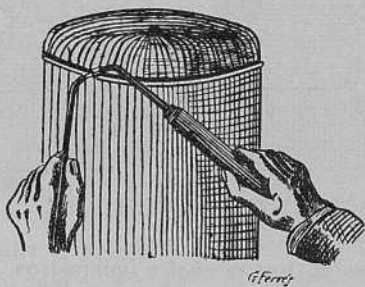
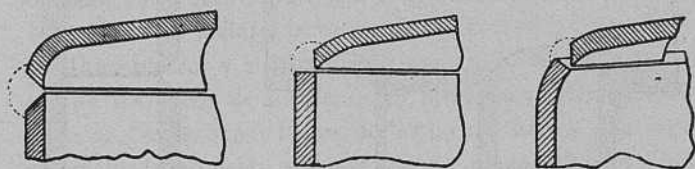


Fig. 318.—Punteado del fondo de un recipiente.

claridad la preparación de las piezas a soldar en determinados casos.

199. **Normas generales para la ejecución de soldaduras con el soplete.**—La potencia de los sopletes que hay que



Figs. 319-321.—Preparación para soldar fondos de recipientes.

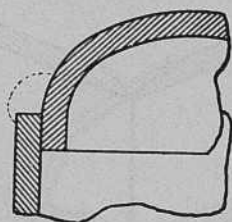


Fig. 322.—Soldadura defectuosa de un fondo de recipiente.

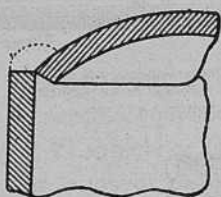


Fig. 323.—Soldadura defectuosa de un fondo de recipiente.

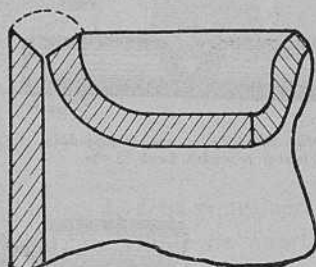
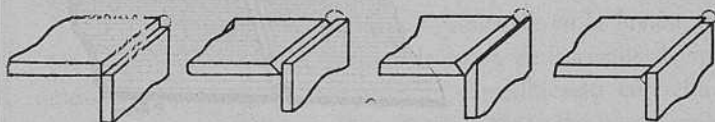
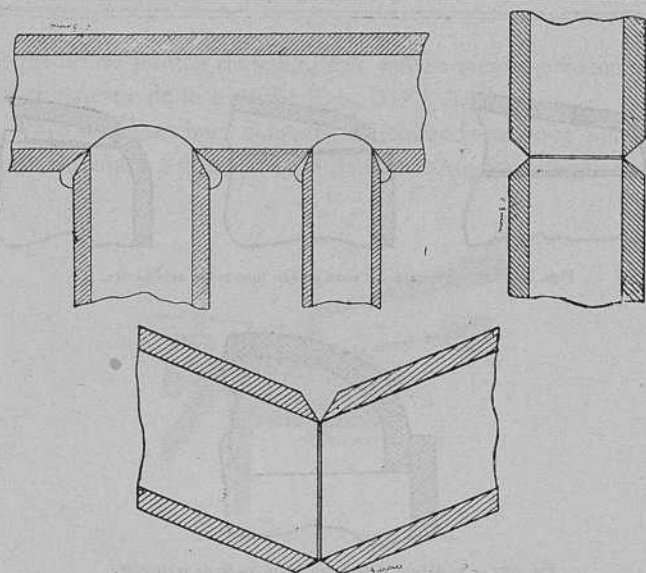


Fig. 324.—Preparación conveniente de un fondo cóncavo.



Figs. 325-327.—Preparación conveniente de soldaduras a escuadra.

Fig. 328.—Preparación defectuosa.



Figs. 329-331.—Preparaciones convenientes para soldar tubos.

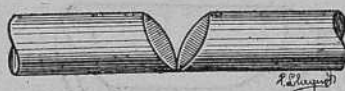


Fig. 332.—Preparación para la soldadura de barras redondas, hasta 15 mm.

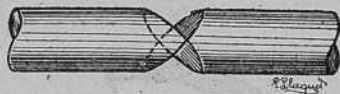


Fig. 333.—Preparación para la soldadura de barras redondas de un diámetro superior a 15 mm.

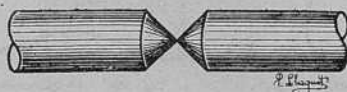
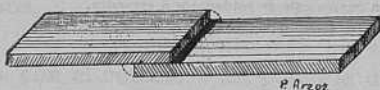
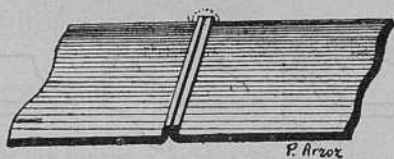


Fig. 334.—Preparación defectuosa para soldar fierros redondos.



Figs. 335 y 336.—Preparación defectuosa de planchas.

emplear varía sobre todo con el espesor, pero también con la naturaleza del metal y la forma de las piezas.

Para hierros y aceros puede tomarse como base un consumo de 100 litros de acetileno por hora para cada milímetro de espesor. Según sea la forma de las piezas habrá que variar la potencia del soplete; así para barras planas deberá utilizarse

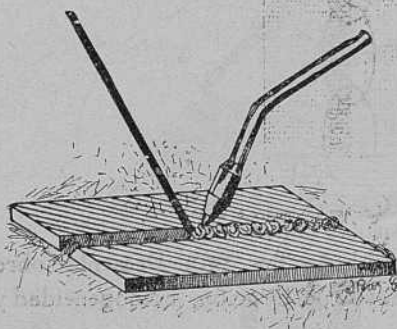


Fig. 337.—Soldadura continua.

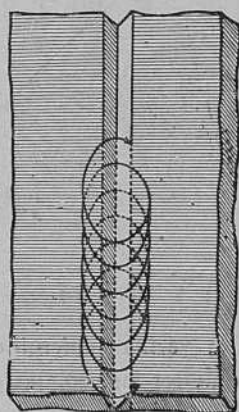


Fig. 338.—Esquema de una soldadura continua.

un soplete dos veces más potente que para barras cuadradas de sección equivalente.

El soplete se toma con la mano derecha sin esfuerzo, pero con la mayor seguridad posible. La varilla de aportación se sostiene con la izquierda.

Para ejecutar las soldaduras pueden seguirse tres procedimientos; *soldadura continua*, *soldadura al baño* y *soldadura hacia atrás*.

200. **Soldadura continua.**—Consiste en la fusión simultánea de los bordes que se han de unir y de la varilla de aportación, que avanza sin interrupción, describiendo con ella y el soplete pequeñas elipses (figs. 337 y 338). Es muy empleado para planchas de pequeño y mediano espesor.

201. **Soldadura al baño.**—Consiste en ejecutar la soldadura por partes sucesivas, es decir por baños de fusión loca-

lizados (fig. 339) que se suceden unos a otros. En ella el soplete debe tener un movimiento giratorio alternativo alrededor

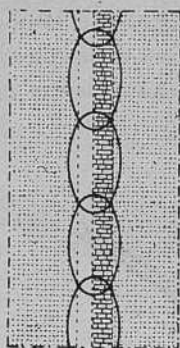


Fig. 339.—Esquema de una soldadura al baño.

de la varilla sumergida en el baño (fig. 340). Presenta sobre la anterior las ventajas de mayor penetración, homogeneidad y

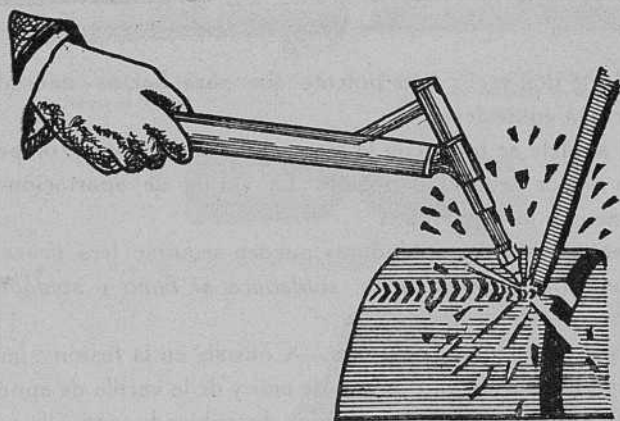


Fig. 340.—Posición para la soldadura al baño.

superficie más uniforme. Es muy indicada para medianos y grandes espesores. En este y en el anterior procedimiento se suelda de derecha a izquierda.

202. **Soldadura hacia atrás.**-Al contrario de los anteriores, en este procedimiento se suelda de izquierda a derecha. La co-

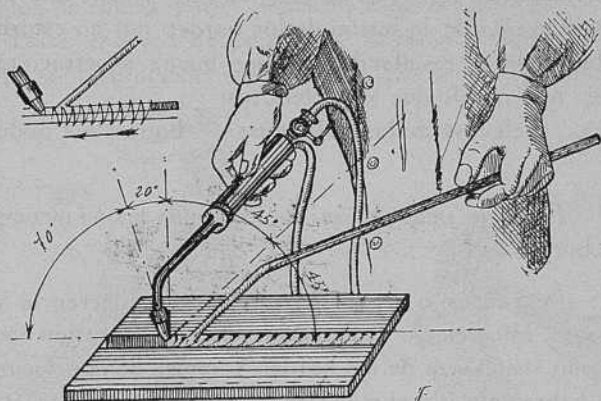


Fig. 341.—Posición para la soldadura hacia atrás.

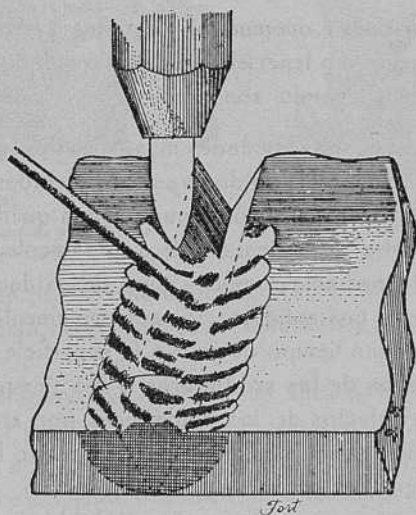


Fig. 342.—Soldadura hacia atrás en planchas gruesas.

locación del soplete y varilla se indica en la figura 341. El soplete está casi fijo y el metal de aportación recibe un movimien-

to de vaivén regular y continuo. El ángulo del chaflanado (fig. 342), que nunca debe omitirse, debe ser menor que para las otras soldaduras. Entre las ventajas de este sistema está el poder darse cuenta de la fusión de los bordes por no estorbarlo el metal fundido, resultando así una buena penetración; es, además, más rápido que los anteriores.

203. **Defectos de las soldaduras.**—Entre ellos podemos citar:

1.º *Falta de penetración*, debida a una fusión incompleta de los bordes.

2.º *Pegaduras*, o sea unión por simple adherencia y no por fusión; este defecto es debido o bien a una fusión incompleta o no simultánea de los bordes y metal de aportación; o bien a haber aplicado el metal de aportación sobre el metal ya solidificado.

3.º *Oxidaciones y quemaduras*, debidas a ejecutar las soldaduras lentamente o a tener el dardo mal regulado, o a no emplear desoxidantes cuando son precisos.

4.º *Coqueas*, son cavidades más o menos grandes que pueden encontrarse en las soldaduras. Son debidas a los gases que se producen en la fusión y que pueden quedar aprisionados en la masa al solidificarse ésta rápidamente.

Esto se evita mediante composiciones desoxidantes adecuadas y procurando una solidificación suficientemente lenta para que los gases tengan tiempo de salir a la superficie.

204. **Ensayos de las soldaduras.**—No siempre es posible conocer los defectos de las soldaduras por el simple aspecto exterior de las mismas, sino que es preciso hacer ensayos, los cuales pueden ser mecánicos y químicos.

Entre los mecánicos podemos citar el doblamiento y la torsión, que se aplican a los metales dúctiles; con el cobre, latón y el aluminio puede usarse, además, el martilleo; y, en casos particulares, la tracción y flexión.

Los ensayos por doblamiento, indicados en las figuras 343 y 344, bastan para darse cuenta de la falta de penetración, puntos de rotura, partes pegadas, o quemadas, etc.

Estos ensayos deben hacerse a menudo sobre trozos de metal soldándolos del mismo modo que las piezas industriales,

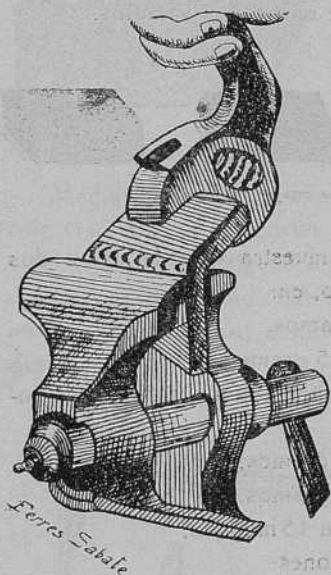


Fig. 343.—Ensayo de una soldadura doblándola por la línea soldada,

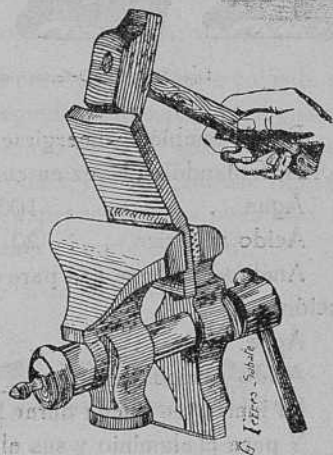


Fig. 344.—Ensayo de una soldadura doblándola por la cara posterior.

sobre todo por los soldadores principiantes, pues así podrán darse cuenta de los defectos cometidos y estudiar la manera de evitarlos.

Los ensayos químicos de las soldaduras consisten en atacarlas por medio de líquidos corrosivos.

Para efectuarlos se comienza por cortar la pieza soldada perpendicularmente a la línea de soldadura; otras veces se hace según esta línea. La superficie así obtenida, se planea empleando limas sucesivamente más finas y se pule detenidamente con tela y pasta de esmeril. En seguida se ataca con un corrosivo adecuado al metal de que se trate.

Para el hierro y acero se emplea la siguiente solución:

Agua	100 gramos
Yodo sublimado	10 >
Yoduro potásico	20 >

Con ella se humedece la soldadura por medio de un pincel, pasándolo sin interrupción durante uno o dos minutos.



Figs. 345-348.—Defectos visibles en ensayos por corrosión.

Puede también sumergirse la muestra durante una o dos horas, frotandola de vez en cuando, en:

Agua	100 gramos.
Acido sulfúrico	20 a 25 gramos.

Análogamente se usa para el cobre, latón y bronce esta solución.

Agua.	75 gramos.
Acido nítrico	25 gramos.

La inmersión puede durar hasta 15 minutos,

Y para el aluminio y sus aleaciones:

Agua.	90 gramos.
Acido clorhídrico.	10 a 20 gramos.

durando también el ensayo aproximadamente 15 minutos.

Estos ensayos permiten reconocer fácilmente varios defectos de las soldaduras; la falta de penetración y partes pegadas se manifiestan por líneas de óxido; el óxido interpuesto y metal quemado se corroe más rápidamente dejando al descubierto picaduras y cavidades muy visibles; lo mismo sucede con las coqueas (figs. 345 a 349).

Para los detalles sobre la soldadura de los distintos metales remitimos los alumnos a las explicaciones prácticas del maestro de taller, y a tratados especiales de la soldadura autógena.

205. **Corte del hierro y acero mediante el soplete oxiacetilénico.**—El hierro elevado al rojo se quema rápidamente en el oxígeno. En esta propiedad se funda su corte autógeno.

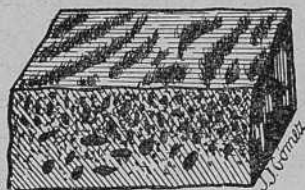


Fig. 349.—Coqueras

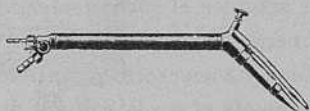


Fig. 350.—Soplete para cortar, de toberas separadas.

Mediante un soplete especial para este objeto se calienta al rojo vivo la sección a cortar; en seguida se lanza sobre la misma un fino dardo de oxígeno a presión; el metal se quema separándose el óxido a medida que se produce y propagándose rápidamente la combustión a todo el espesor. No hay pues sino ir desplazando el soplete para obtener el corte deseado.

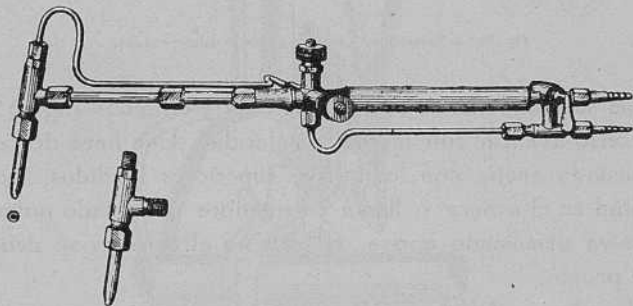


Fig. 351.—Soplete para cortar, de toberas concéntricas.

206 **Sopletes para cortar.**—Los sopletes para cortar deben tener un dispositivo destinado a producir una llama calentadora, y otro para lanzar un chorro regulado de oxígeno a presión.

Hay sopletes en que ambos dispositivos están separados (fig. 350) y los hay que ambos forman uno solo, ocupando la tobera de oxígeno la parte central (fig. 351).

Para usarlos se enciende la llama calentadora, regulándola de tal manera que, abierta la espita del chorro de oxígeno, presente un dardo normal. Cerrada esta espita, se calienta superficialmente al rojo vivo la pieza que se ha de cortar en el punto de partida, situado siempre en un borde, lo cual obtenido, se da salida al oxígeno y se va avanzando el soplete a medida que se produce el corte, teniendo en cuenta que, en los sopletes de toberas separadas, la llama calentadora debe preceder al oxígeno. Es necesario para obtener un corte limpio, sostener muy fijamente el soplete a una distancia constante de la pieza, por

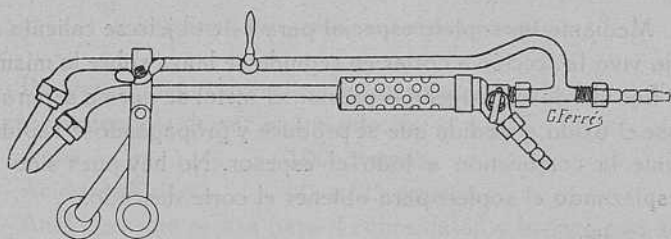


Fig. 352.—Soplete para cortar, montado sobre ruedas.

lo que suelen montarse estos sopletes sobre ruedas (fig. 352), y hacerlo avanzar con mucha regularidad. Una línea de corte demasiado ancha, con los bordes superiores fundidos, indica lentitud en el avance o llama calentadora demasiado potente. Si se va demasiado aprisa, el corte no atraviesa y se detiene muy pronto.

La presión del chorro de oxígeno no ha de ser exagerada. En la mayoría de los casos corrientes es suficiente una presión de dos o tres kilos. Para planchas de 10 a 30 mm. de espesor bastan presiones de uno a dos kilos. Las grandes presiones no se emplean sino para espesores de 250 a 500 mm. para que el oxígeno pueda llegar hasta el fondo del corte.

207. **Máquinas para cortar autógenamente.**—Operando a mano, es difícil obtener una línea de corte limpia, por la imposibilidad de mantener el soplete rígidamente, darle una velo-

cidad constante y mantenerlo a una distancia siempre igual de la pieza que se corta. Por medio de las máquinas de cortar,

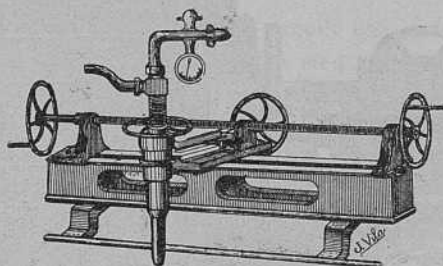


Fig. 353.—Máquina para cortar en línea recta.

que cumplen perfectamente dichas condiciones, se puede obtener un trabajo casi tan limpio como con las herramientas.

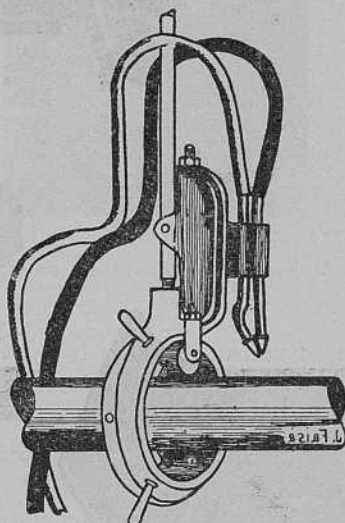
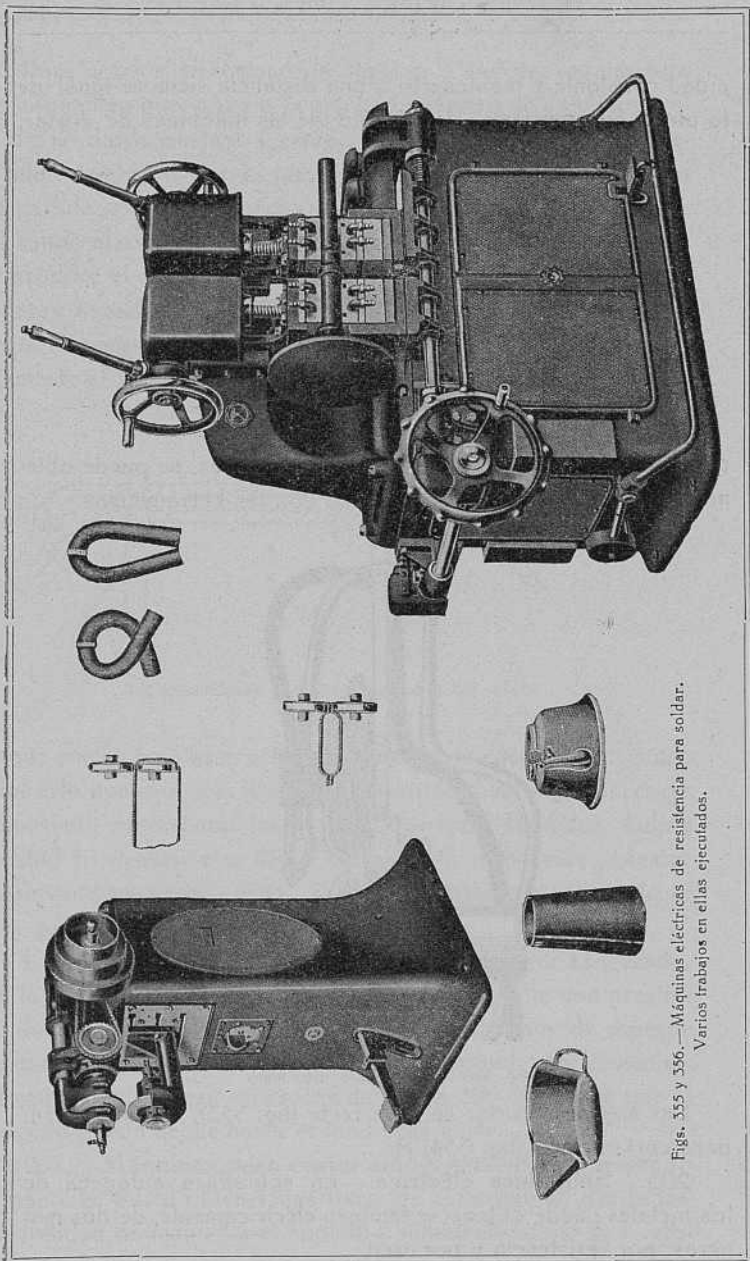


Fig. 354.—Máquina para cortar tubos.

Las hay para cortar en línea recta (fig. 353), en línea curva, para cortar tubos (fig. 354) etc...

208. **Soldadura eléctrica.**—La soldadura autógena de los metales puede obtenerse también eléctricamente, de dos maneras: por resistencia y por arco.



Figs. 355 y 356.—Máquinas eléctricas de resistencia para soldar.
Varios trabajos en ellas ejecutados.

La primera se emplea para soldar por tope alambres o barras (figs. 355 y 356).

Consiste en establecer un corto-circuito entre las piezas que se han de soldar, previamente unidas mediante conductores a los polos de la corriente eléctrica. Los extremos de dichas pie-



Fig. 357.—Soldadura eléctrica por arco.

zas llegan rápidamente al punto de fusión, bastando entonces apretarlas para que queden soldadas.

En la segunda, la varilla de aportación se une eléctricamente a uno de los polos de la corriente y la pieza que se ha de soldar, al otro (fig. 357).

Tomando la varilla con unas pinzas especiales aisladas se aproxima a los labios de la soldadura; el arco voltaico que se produce funde dichos labios y la varilla de aportación. Los resultados obtenidos por obreros experimentados son satisfactorios.

La corriente ordinaria del alumbrado no puede servir para esta soldadura, pues se precisa una corriente de mucha inten-

sidad y poco voltaje, por lo que en unos casos (fig. 358) se emplean grupos eléctricos, es decir, un motor alimentado por la corriente industrial y acoplado directamente a una dinamo

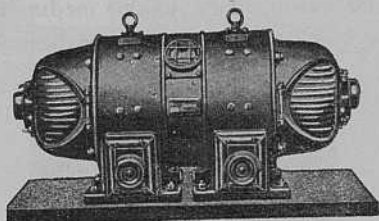


Fig. 358.—Grupo electrógeno para soldadura eléctrica.

construida especialmente para este objeto, siendo esta disposición la más generalmente empleada; y en otros la corriente alterna de la red industrial se hace pasar por el secundario de

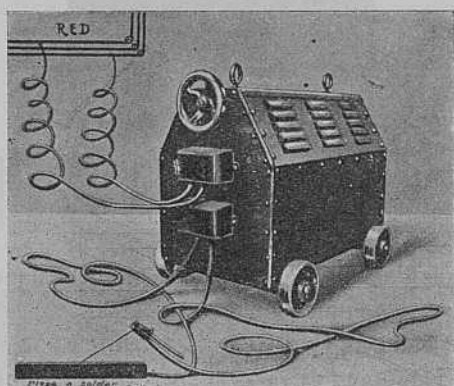


Fig. 359.—Transformador para soldadura eléctrica.

transformadores especiales regulables (fig. 359), obteniéndose en los bornes del primario corriente de voltaje e intensidad adecuados a la importancia de la soldadura.

La instalación de una soldadura eléctrica es actualmente más cara que la de la acetilénica, pero las soldaduras resultan más económicas; por otra parte ésta tiene un empleo más uni-

versal que aquella. En casas algo importantes existen instalaciones de ambas clases, para aprovechar las ventajas de una y otra.

La vivísima luz que produce el dardo de la soldadura ace-

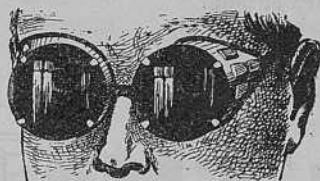


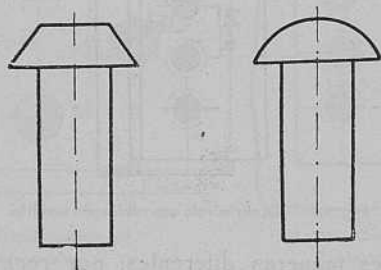
Fig. 360.—Lentes para soldar.

tilénica, y más todavía el arco de la eléctrica obliga a defender la vista, sobre todo en la segunda, mediante lentes de cristales de color (fig. 360). Nunca, por ningún motivo, aun tratándose de trabajos muy cortos, debe suprimirse su empleo.

CAPITULO XV

ROBLONADO

209. **Roblones o remaches.**—Son clavos de cuerpo cilíndrico y cabeza de forma tronco-cónica o de casquete esférico (figs. 361 y 362).



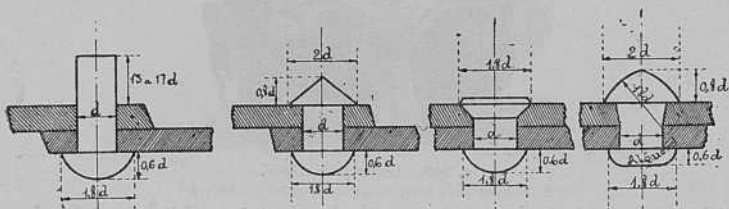
Figs. 361 y 362.—Roblones de cabeza cónica y esférica.

En las figuras 363 a 366, se ven las dimensiones que suelen darse a los roblones según su diámetro. Este depende del es-

pesor de la plancha, y suele calcularse por la siguiente fórmula:

$$d=6\sqrt{S} \quad (24)$$

en la que d es el diámetro del roblón en mm. y S el espesor de la plancha, también en mm.



Figs. 365 a 366.—Roblones.

210. **Roblonado o remachado.**—Es la operación de unir dos piezas mediante roblones.

211. **Roblonado de planchas.**—Las planchas pueden ro-

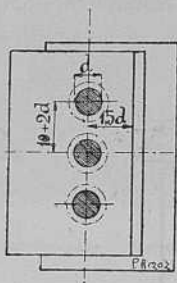


Fig. 367.—Recubrimiento con roblonado sencillo.

blonarse de tres maneras diferentes: por *recubrimiento*; por *simple cubre-junta* y por *doble cubre-junta*. En la primera disposición, si el roblonado es sencillo, obsérvese en la figura 367 las distancias en mm. de los roblones entre sí y de los bordes

de las planchas. Si el roblonado se hace doble, o sea en dos hileras de remaches, dichas distancias se obtendrán por medio de las siguientes fórmulas, cuyas letras se refieren a la fig. 368.

$a = d + 56$	(25)	}	para planchas de hierro
$c = d + 28$	(26)		
$b = 1.5 d$	(27)		
$a = d + 42$	(28)	}	para planchas de acero
$c = d + 21$	(29)		
$b = \text{como la}$	(30)		

También en la segunda y tercera disposición el roblonado puede ser sencillo (fig. 369) y doble (figs. 370 y 371) observán-

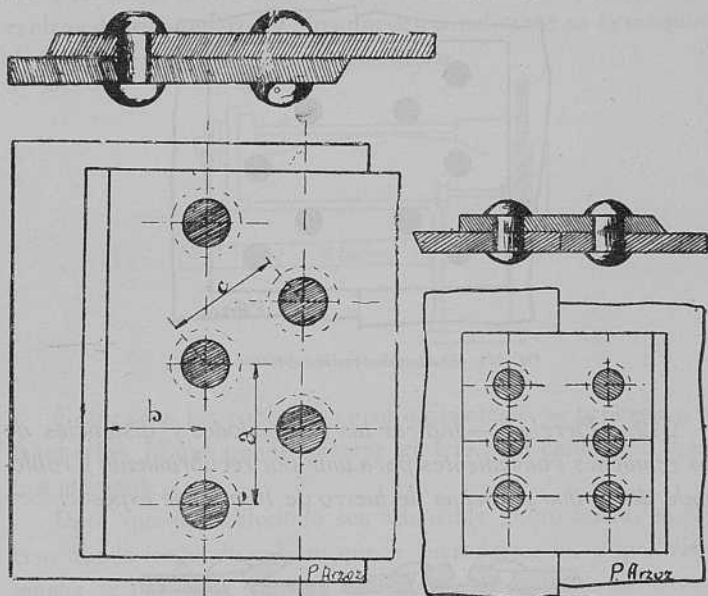


Fig. 368.—Recubrimiento con roblonado doble.

Fig. 369.—Simple cubre-junta. Roblonado sencillo.

dose para las distancias de los remaches las mismas fórmulas. Si el cubre-junta es sencillo, debe tener el mismo espesor que la plancha y si es doble, basta que tenga la mitad.

Se comprende que el roblonado más resistente es el de doble cubre-junta, pues en los otros los remaches tienden a girar como lo indican exageradamente las figuras 372 y 373.

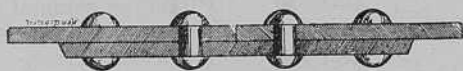


Fig. 370.—Simple cubre-junta; roblonado doble.

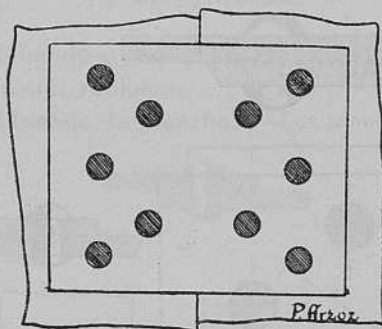
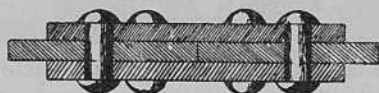
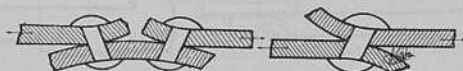


Fig. 371.—Doble cubre-junta; roblonado doble.

212. *Ejercicio.*—Indicar las dimensiones y distancias de los remaches convenientes para unir por recubrimiento y roblonado doble dos planchas de hierro de 16 mm. de espesor.



Figs. 372 y 373.—Giramiento de los remaches en el roblonado por simple cubre-junta y recubrimiento.

Para resolver este problema bastará hallar los valores de d , a , c y b , letras cuyo significado acabamos de indicar, y cuyo

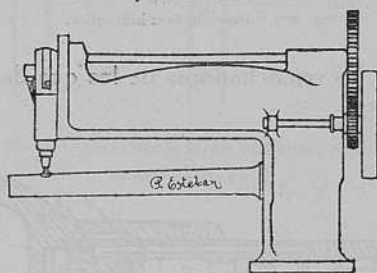
valor por tratarse de planchas de hierro, nos lo darán las fórmulas 24, 25, 26 y 27 respectivamente.

$$\begin{aligned} \text{Así} \quad d &= 6\sqrt{S} = 6\sqrt{16} = 6 \times 4 = 24 \text{ mm.} \\ a &= d + 56 = 24 + 56 = 80 \text{ mm.} \\ c &= d + 28 = 24 + 28 = 52 \text{ mm.} \\ b &= 1'5 \times d = 24 \times 1'5 = 36 \text{ mm.} \end{aligned}$$

La longitud del cuerpo de los roblones habrá de ser, según indica la figura 366, igual al doble del grueso de la plancha más 1'3 d, o sea:

$$2S + 1'3 d = 2 \times 16 + 1'3 \times 24 = 63 \text{ mm.}$$

Con estos datos resulta fácil marcar en las planchas los centros de los agujeros. Estos pueden practicarse en la máquina de taladrar o bien en una punzonadora.



Fih, 374.—Remachadora.

Colocados los roblones en su alojamiento se procede a remacharlos, lo que puede hacerse en frío o en caliente, a mano o a máquina.

Para que un roblonado sea admisible como bueno es preciso que la segunda cabeza quede bien formada, y que el remache se ensanche transversalmente llenando todas las irregularidades que pueda tener su alojamiento. En frío sólo se remachan los roblones pequeños, pues para los mayores resultaría un recalcado imperfecto. Cuando se trabaja en caliente, los remaches se ponen al rojo vivo, procediendo en seguida a la formación de la segunda cabeza, dándole, si se hace a mano,

una forma cónica, que luego se redondea mediante una estampilla. Mecánicamente puede roblonarse por medio de la prensa

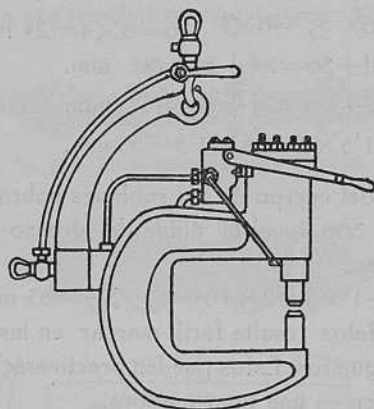
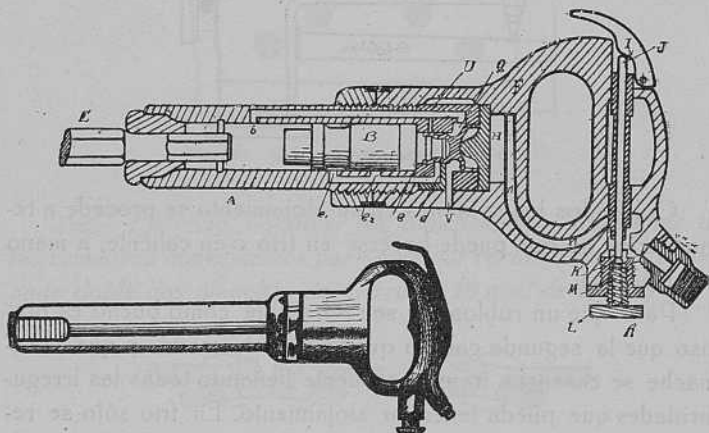


Fig. 375.—Remachadora hidráulica.

hidráulica o con las remachadoras de las que dan una idea las figuras 374 y 375.

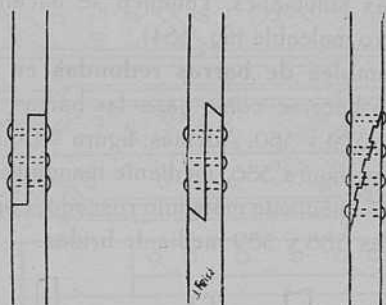


Figs. 376 y 377.—Martillo neumático y corte del mismo.

El martillo de las figuras 376 y 377 funciona por medio de aire comprimido; se emplea para todas las herramientas que

trabajan por percusión, pudiendo adaptársele fácilmente un buvil, una estampilla, una maza, etc.

213. **Ensamblajes.**—En la construcción es muy frecuente tener que empalmar barras, ya conservando las partes la misma dirección ya formando ángulos. Estas uniones se llaman ensambles y pueden hacerse de muy distintas maneras, según



Figs. 378-380.—Ensamblajes de barras cuadradas o rectangulares en línea recta o curva.

la sección de los hierros a unir y según la resistencia que se desee.

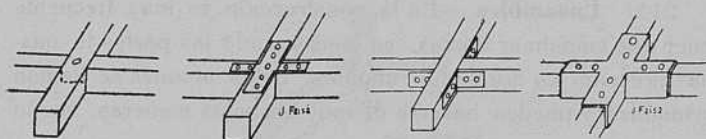
Si la sección de los hierros es rectangular pueden empalmarse de una de las tres maneras explicadas para unir planchas.

Para otras secciones presentamos algunos ejemplos gráficos de ensamblaje, cuyo objeto es servir de norma para resolver los casos más comunes. Las uniones que proponemos para cada ejemplo van casi siempre de menos a más resistentes.

214. **Ensamblajes de barras cuadradas en línea recta o curva.**—Las figuras 378, 379 y 380 presentan las soluciones más comunes.

215. **Ensamblajes de barras cuadradas en cruz o ángulo.**—Pueden hacerse con un simple ajustaje y tornillo o remache

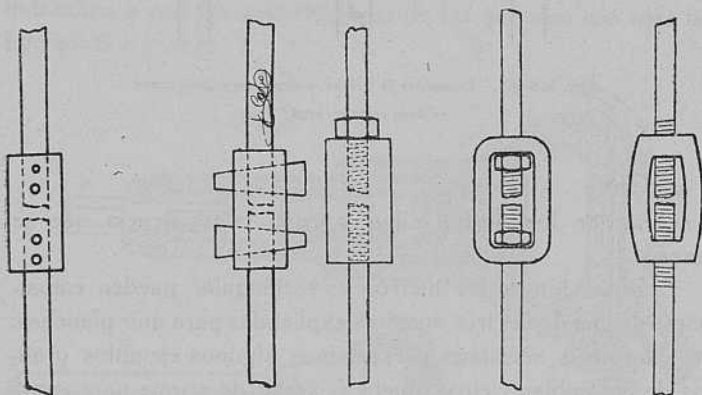
en el centro (fig. 381), con ajustaje y doble cubre-juntas (fig. 382), con ajustaje y cuatro escuadras (fig. 383). Podrían combinarse



Figs. 381-384.—Ensamblajes de barras cuadradas en cruz o en ángulo.

estas dos últimas soluciones. También se hacen con una cruz de acero o hierro maleable (fig. 384).

216. **Ensamblajes de barras redondas en línea recta o curva.**—Pueden hacerse como para las barras cuadradas de las figuras 378, 379 y 380. Además: figura 385, mediante manguito y remaches; figura 386, mediante manguito y clavijas cónicas; figura 387, mediante manguito roscado, con contratuerca o sin ella; figuras 388 y 389 mediante bridas.

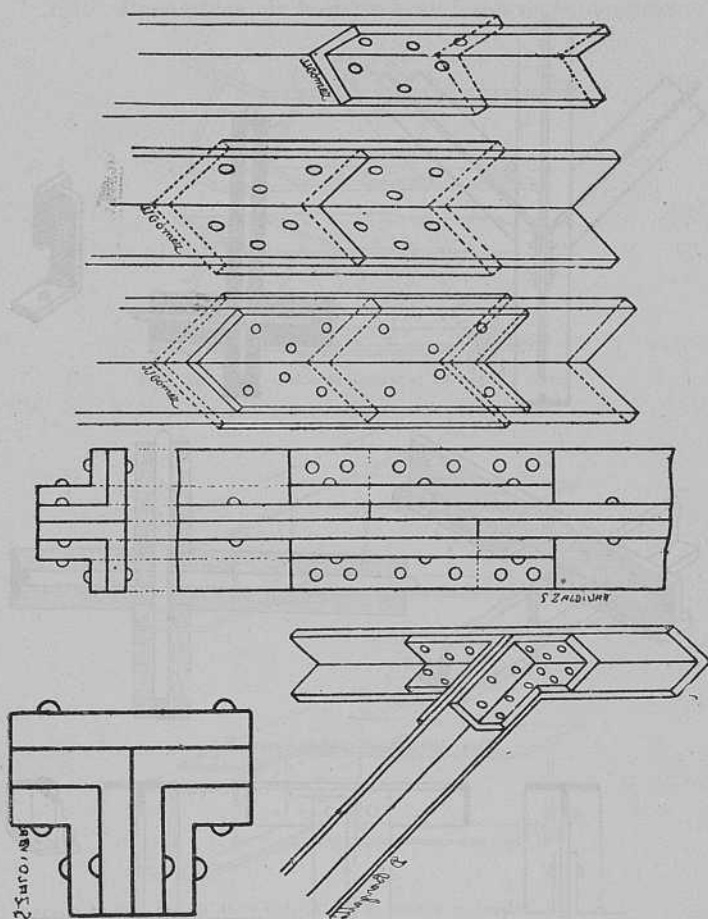


Figs. 385-389.—Unión de hierros redondos en línea recta.

217. **Ensamblajes de barras redondas en cruz o ángulo.**—Se emplean disposiciones análogas a las de las figuras 381 a 384 substituyendo los manguitos por cruces o ángulos de hierro maleable o acero.

218. **Ensamblajes de hierro de ángulo en línea recta o curva.**—Se emplean mucho las disposiciones de recubrimiento

(fig. 390) simple cubre-junta (fig. 391) y doble cubre-junta (figura 392).



Figs. 390 a 394.—Unión de ángulos en líneas recta o curva.

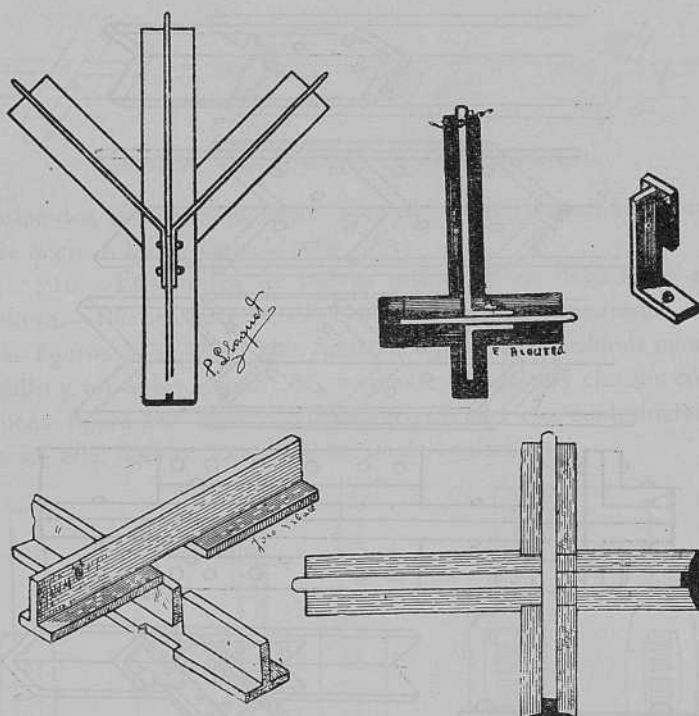
Fig. 395.—Unión de ángulos en ángulo.

Si la barra está formada por dos ángulos se emplean las disposiciones de las figuras 393 y 394.

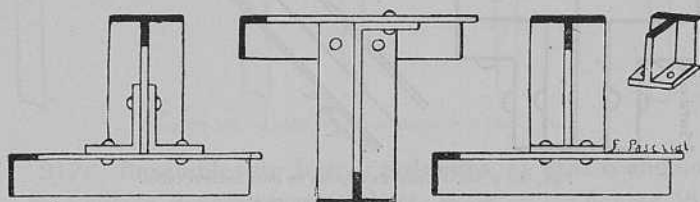
219. Ensamble de hierros ángulo en ángulo o en cruz.

—La figura 395 indica la solución más común.

220. **Ensamblajes de hierros en T.**—Son análogos a los empleados para hierros L.



Figs. 396-398.—Unión de hierros T.

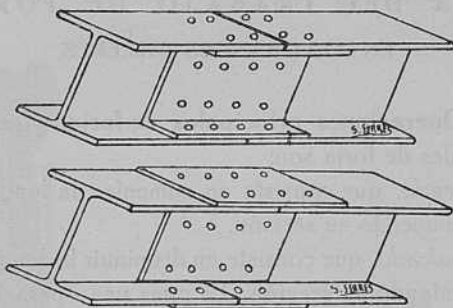


Figs. 399, 400 y 401.—Unión de hierros T y L.

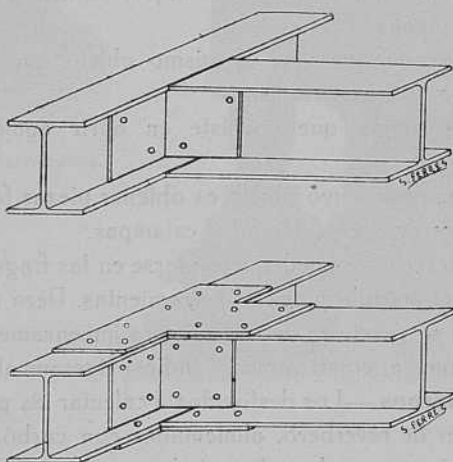
Véanse además los representados en las figs. 396, 397 y 398 y las combinaciones de hierros T y hierros L de las figuras 399, 400 y 401.

Todos esos ensambles pueden reforzarse por medio de cubre-juntas y escuadras.

221. Ensamblajes de hierros **I** en línea recta o curva.—



Figs. 402 y 403.—Unión de viguetas en línea recta o curva.



Figs. 404 y 405.—Unión de viguetas en ángulo.

Generalmente se hacen por medio de cubre-juntas sencillo o doble de hierro **U** (fig. 402) o como indica la figura 403.

222. Ensamblajes de hierros **I** en cruz o ángulo.—Figura 404, por medio de escuadras; figura 405, por medio de escuadras y cubre-juntas, etc.

CAPITULO XVI

IDEA DEL TRABAJO DE FORJA
EN LOS GRANDES TALLERES

223. **Operaciones principales de forja.**—Las operaciones principales de forja son:

1) *Estirado*, que consiste en aumentar la longitud de una barra, disminuyendo su sección.

2) *Recalcado*, que consiste en disminuir la longitud de una barra, aumentando su sección. Es pues una operación opuesta a la anterior.

3) *Platinado*, que tiene por objeto estirar las piezas en forma de planchas,

4) *Aplanado*, que tiene el mismo objeto que la anterior, pero dejando la superficie lisa.

5) *Mandrilado*, que consiste en abrir agujeros en las piezas.

6) *Estampado*, cuyo objeto es obtener piezas forjadas mediante moldes de acero, llamados estampas.

Estas operaciones pueden ejecutarse en las fraguas corrientes, usando el martillo y demás herramientas, Pero en las grandes fábricas se practican de una manera inmensamente más rápida y económica, como vamos a indicar ligeramente.

224. **Hornos.**—Los destinados a calentar las piezas a forjar suelen ser de reverbero, alimentados con carbón cok. Son también muy comunes los alimentados con gas. Hay trabajos en los que no se precisan hornos; por ejemplo, en la fabricación de grandes barras perfiladas los lingotes son extraídos de las lingóteras al rojo vivo, y así llevados a los trenes de laminación.

225. **Martinetes.**—Son martillos de grandes proporciones, movidos mecánicamente. Los hay que funcionan a vapor,

pero hoy día los más empleados son los neumáticos, o movidos por aire comprimido. Presentamos la vista en corte de un tipo entre los muchos que existen en la industria (fig 406).

Estos martillos son muy fáciles de regular; dan con toda se-

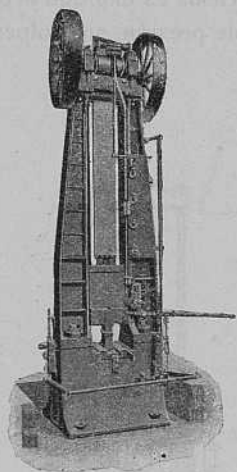


Fig. 407.—Martinete de caída.

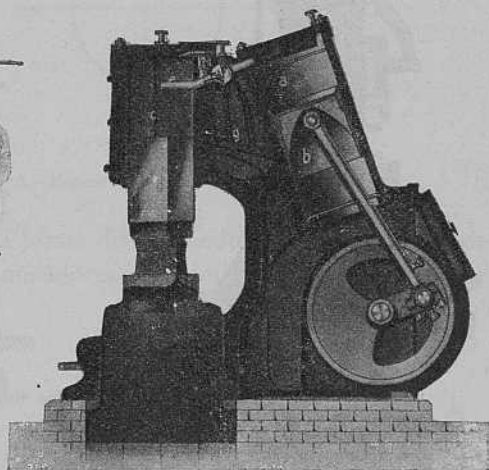


Fig. 406.—Martinete de aire comprimido.

guridad golpes uniformes, ligeros o fuertes a voluntad. La fuerza de percusión puede variarse instantáneamente cada vez, mediante la mayor o menor presión de la palanca que hay bordeando la base. En muchos de ellos es posible mantener el brazo bajo presión de aire sobre la pieza de trabajo.

226. **Martinetes de caída.**—Consisten en una maza pesada (fig. 407) que se levanta mediante un mecanismo elevador

y al llegar arriba se suelta, cayendo convenientemente guiada sobre un yunque.

227. **Martinetes de resorte.**—Basta ver la figura 408 para darse cuenta de su funcionamiento.

228. **Prensas.**—El objeto de las prensas es análogo al de los martinetes, pero trabajan por simple presión, sin golpes.

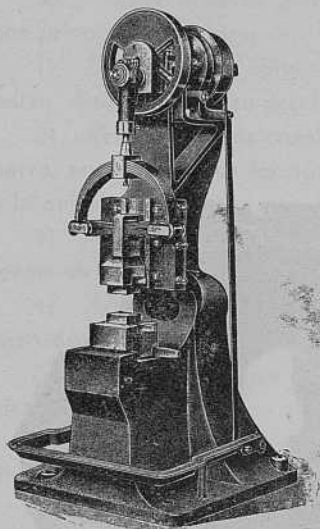


Fig. 408.—Martinete de resorte.

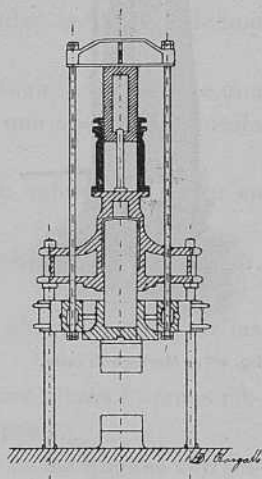


Fig. 409.—Prensa hidráulica.

Pueden ser de vapor, de aire comprimido e hidráulicas. La figura 409 representa una prensa hidráulica corriente. Para bajar la estampa superior se emplea agua a poca presión procedente de un depósito superior y para apretar se da agua a mucha presión procedente de un acumulador.

229. **Laminadores.**—Esencialmente un laminador consiste en dos cilindros de acero o fundición endurecida que giran a la misma velocidad y en sentido contrario pudiendo variarse a voluntad la distancia de sus ejes. Dicha velocidad tangencial varía de 1 a 4 m. por segundo.

La manera de trabajar de un laminador se comprende fácilmente con solo observar la figura 410.

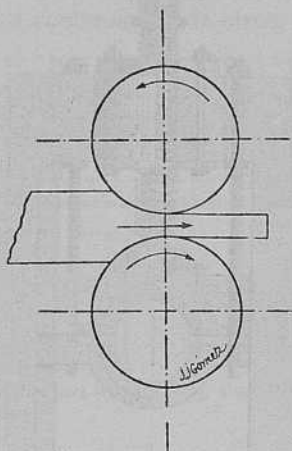


Fig. 410.—Manera de trabajar del laminador.

Claro está que la forma del laminado obtenido depende de la de los cilindros laminadores, pudiendo fácilmente fabricarse

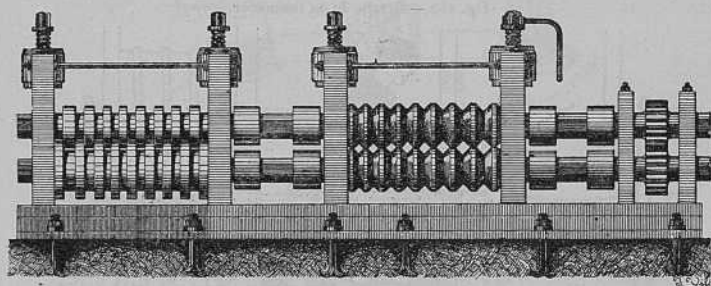


Fig. 411.—Laminador.

por medio de estas máquinas, planchas, y toda suerte de barras de variado perfil (redondas, cuadradas, ángulo, carriles, etc.)

Véase en la figura 411 el aspecto general de un laminador,

en la 412 el detalle de uno de los soportes de los cojinetes y en la 413 la manera de trabajar en los mismos. En las figuras 414-

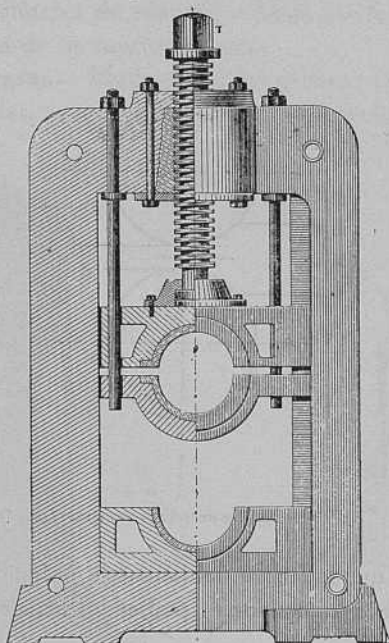


Fig. 412.—Detalle de un laminador.

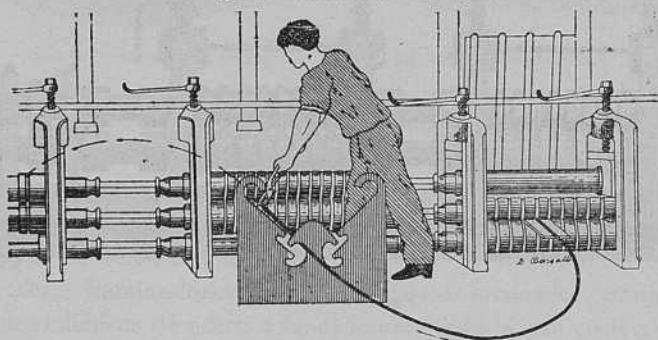


Fig. 413.—Trabajo en el laminador.

a 416 presentamos el perfil de los cilindros para obtener hierros redondos, cuadrados y de ángulo.

Como quiera que no es posible obtener un perfil de dimensiones determinadas con una sola operación de laminado, de ahí que los laminadores para fabricar barras perfiladas se dispongan en línea unos a continuación de otros, presentando el perfil

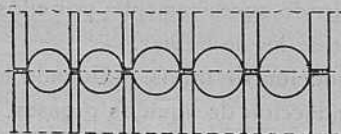


Fig. 414.—Perfiles sucesivos para laminar hierros redondos.

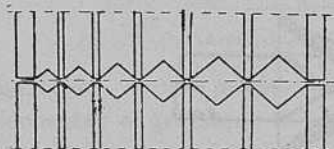


Fig. 415.—Perfiles sucesivos para laminar hierros cuadrados,

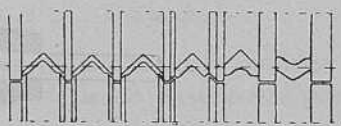


Fig. 416.—Perfiles sucesivos para hierros L.

de dimensiones cada vez más pequeñas, de tal manera dispuestas que cada dos consecutivos giran en sentido contrario, lo cual permite que una barra que sale de un laminador por un lado, pueda ser introducida en el siguiente por el mismo lado.

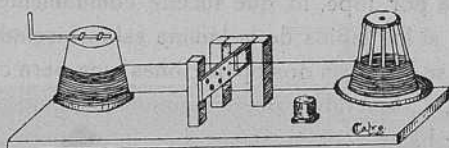


Fig. 417.—Banco de trefilar.

Hoy día se construyen trenes de laminación en los cuales es posible obtener los hierros perfilados corrientes sin ningún peligro, pues su manejo y el de las piezas que se construyen se hace a distancia y de una manera facilísima y segura.

230. **Trefilado.**—Esta operación tiene por objeto la obtención de alambres. Generalmente se practica en frío. La máqui-

na a ella destinada. llamada banco de trefilar, está representada en esquema en la figura 417. Esencialmente consiste en una placa de acero templado provista de agujeros, cuya forma depende del perfil del alambre que se quiere obtener, y cuyas dimensiones van decreciendo sucesivamente; por ellos se obliga a pasar el material que se ha de trefilar.

231. **Construcción de tubos.**—Cuando los tubos no han de servir para conducción de líquidos o gases, sino simplemente como medios de sujeción o sostén, se fabrican de una lámina

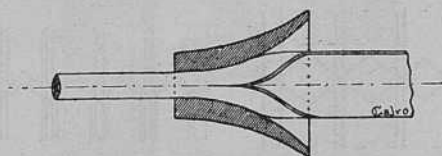


Fig. 418.—Construcción de tubos.

de hierro, que, calentada al rojo, se la obliga a pasar, estirándola, por una matriz en forma de bocina (fig. 418). Por insuficiencia de temperatura los bordes no se sueldan. Pero si la temperatura es suficiente la presión que se ejerce obliga a los bordes a soldarse ya por tope, lo que sucede comúnmente, ya por recubrimiento, si los labios de la lámina están biselados.

A veces se hacen en dos operaciones, una para curvar y otra para soldar. Estos tubos pueden conducir líquidos o gases a presiones de hasta 10 atmósferas. Los tubos para grandes presiones (calderas, prensas hidráulicas) se fabrican siempre partiendo de barras macizas, a las cuales se hace un primer taladro, estirándolas luego en caliente sobre mandriles de diámetros escalonados, mediante máquinas especiales.

El taladro inicial se hace en una máquina herramienta, o se prepara directamente la barra hueca mediante el procedimiento Mannesman, que consiste en hacerla girar en caliente entre dos rulos especiales, cuyo movimiento giratorio obliga a la materia de la barra a apartarse del centro, dejando el agujero que se desea (fig. 419).

232 Máquinas para enderezar y curvar planchas.—Fundamentalmente consisten de dos series de cilindros (fig 420) de

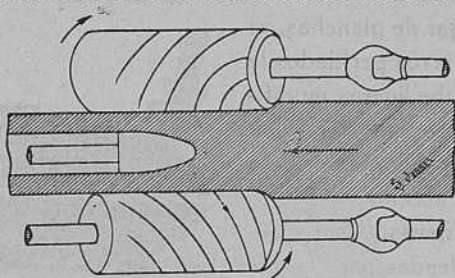


Fig. 419.—Procedimiento Mannesmann para fabricar tubos sin soldadura.

las cuales, la una puede acercarse a la otra, para poderse acomodar al grueso de la plancha. Haciendo pasar a ésta por

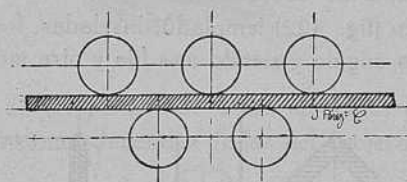


Fig. 420.—Cilindros para planear plancha.

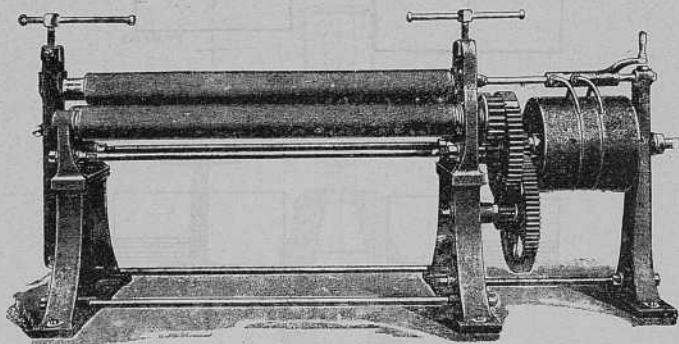


Fig. 421.—Máquina para curvar chapa.

entre ambas series puede obtenerse fácilmente su planeado. Si los cilindros se reducen a tres, podrá darse a la plancha

una curva de variado diámetro graduando la distancia entre los mismos (fig. 421).

Si en lugar de planchas, se tratase de hierros perfilados, la máquina recibe ligeras modificaciones, para que los cilindros puedan adaptarse a la forma de su sección.

233. **Tijeras.**—Son máquinas empleadas para cortar planchas y hierros perfilados. Las empleadas para cortar plancha y hierros planos constan esencialmente de dos cuchillas de acero (fig. 422) templado, biseladas, formando entre sí un pequeño ángulo y siendo una fija y otra móvil.

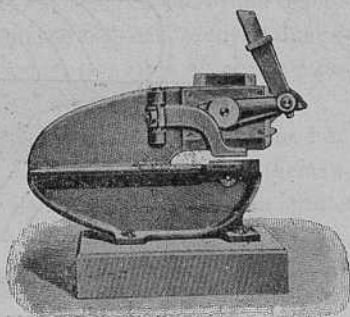
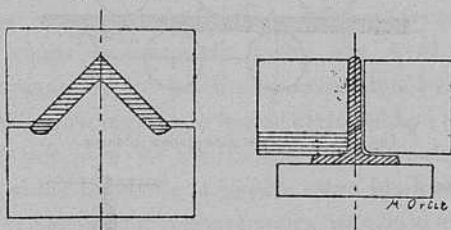


Fig. 422.—Tijera.



Figs. 423 y 424.—Cuchillas para cortar ángulos y hierros T.

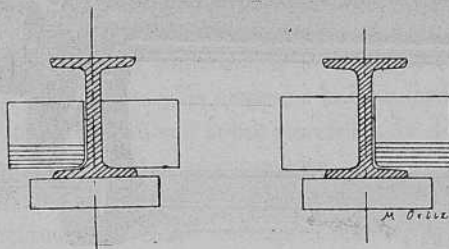


Fig. 425.—Cuchillas para cortar viguetas.

Para los hierros perfilados varía la forma y número de las cuchillas. Véanse en las figuras 423, 424 y 425 distintas clases de cuchillas.

234. **Punzonadoras.**—Son máquinas destinadas a abrir agujeros por cortadura (fig. 426).

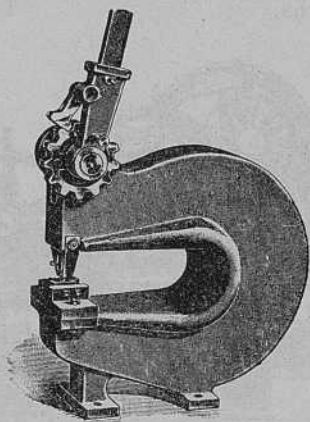


Fig. 426.—Punzonadora.

Constan de un punzón de acero templado (fig. 427) cuya forma y dimensiones dependen de las del agujero a construir, y

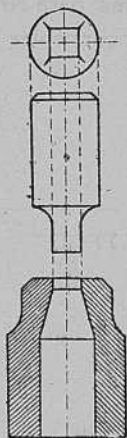


Fig. 427.—Punzón y sufridera para agujeros cuadrados.

que entra, más o menos ajustado según los casos, en una sufridera o placa de acero templada más suavemente.

La plancha que se ha de cortar se coloca entre ambos. No se pueden punzonar agujeros cuyo diámetro sea inferior o igual al grueso de la plancha.

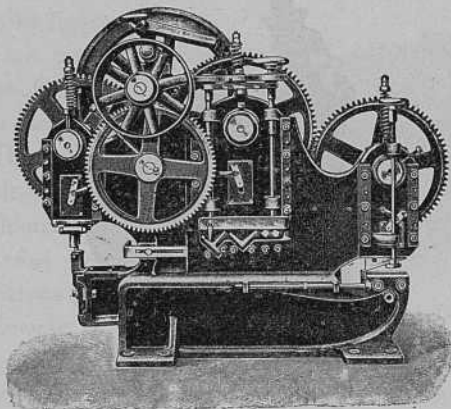


Fig. 428.—Punzonadora y cortadora para planchas y hierros perfilados.

Hay máquinas dispuestas para cortar y a la vez punzonar hierros de los perfiles más corrientes (fig. 428).

Biblioteca Profesional Salesiana

Creemos sinceramente realizar obra de positivo valor al lanzar a la publicidad los Manuales cuya reseña va a continuación. No es que desconozcamos la existencia de obras utilísimas, que pueden encauzar al obrero para que se capacite en su profesión y alcance en ella perfección acabada. Pero la mayor parte son obras para técnicos y profesionales; apenas las hay para los que comienzan a dar los primeros pasos en el aprendizaje. Y este hueco vienen a llenarlo cumplidamente nuestros Manuales. En ellos se ha procurado aunar la claridad con el método y la utilidad para despertar en el alumno el interés y la seguridad en el aprendizaje. Divídese la materia de enseñanza en cinco cursos, siguiendo el plan vigente en nuestras Escuelas, que una larga experiencia ha consagrado. La aceptación que han tenido entre los inteligentes, el haberlos adoptado muchas Escuelas como textos, y el ver como aun pequeños industriales los han pedido para perfeccionarse en el arte que rutinariamente practicaban desde que empuñaron herramientas, son sin duda la mejor garantía de su utilidad.

Elegantes tomos en 4.º (14×22 cm.) esmeradamente impresos y con profusión de grabados.

Manual del Cajista

por C. HERRERO, S. S.

Curso primero

Volumen de 146 págs. con 115 grab.

Curso segundo

Volumen de 80 págs. con 56 figuras

Manual del Linografista

por C. HERRERO, S. S.

Tomito de 48 págs. con 33 grabados

Manual del Impresor

por E. QUERALTO, S. S.

Curso primero (2.ª edición)

Volumen de 150 págs. con 114 grab.

Curso segundo (2.ª edición)

Volumen de 96 págs. con 95 grab.

Curso tercero

Volumen de 158 págs. con 145 grab.

Noiones de Ortografía Castellana

Para uso de las Escuelas Profesionales
Un tomito de 20 páginas

Manual del Encuadernador

por A. MARTIN, S. S.

(5.ª edición)

Forma un volumen de 264 páginas
ilustrados con 169 grabados

Manual del Carpinero - Ebanista

F. CALVO y M. GARCIA, S. S.

(9.ª edición)

Forma un volumen de 254 páginas
ilustradas con 192 grabados

Manual de Zapatería

por J. RIBAS, S. S.

Forma un volumen de 366 páginas
ilustradas con 311 grabados

Manual de Tecnología Mecánica

por F. CONDE, S. S.

Primera Parte (2.ª edición)

Volumen de 208 págs. con 428 grab.

Segunda parte

Volumen de 300 págs. con 418

Programa de Tecnología Mecánica

por F. CONDE, S. S.

(2.ª edición)

Folleto de 72 páginas con

En prensa

Manual del Sastre

Curso primero

Pídase el Catálogo número 4 de esta Librería;
en él se da un resumen detallado de las materias que contiene cada
curso, precios, etc.

8661/1